



UM PROCEDIMENTO DE ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS  
PARA CONTROLE DE SUPERLOTAÇÃO EM UMA ESTAÇÃO METROVIÁRIA  
COM AUXÍLIO DA SIMULAÇÃO

Fabio Pinheiro Alves

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador: Licinio da Silva Portugal

Rio de Janeiro  
Setembro de 2019

UM PROCEDIMENTO DE ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS  
PARA CONTROLE DE SUPERLOTAÇÃO EM UMA ESTAÇÃO METROVIÁRIA  
COM AUXÍLIO DA SIMULAÇÃO

Fabio Pinheiro Alves

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA  
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

---

Prof. Licio da Silva Portugal, D.Sc.

---

Prof. Glaydston Mattos Ribeiro, Ph.D.

---

Prof. Carla Conceição Lana Fraga, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO DE 2019

Alves, Fabio Pinheiro

Um procedimento de análise e identificação de estratégias para controle de superlotação em uma estação metroviária com auxílio da simulação/Fabio Pinheiro Alves. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2019.

XIV, 151 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Licinio da Silva Portugal

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2019.

Referências Bibliográficas: p. 104 - 106.

1. Superlotação em estação metroviária. 2. Simulação de Pedestres. 3. Indicadores de risco. I. Portugal, Licinio da Silva. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título

*“O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará.”*

*Salmo 23.1*

## AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia chegar a bom porto sem o precioso apoio de vários.

Primeiramente agradeço a Deus, por me abençoar sempre. A ele toda gratidão por ser o pai nos momentos de alegria e por ser o caminho nos momentos de incertezas.

Aos meus pais, Alvaro e Lavínia, obrigado pelo apoio diário, pela compreensão nos momentos mais difíceis e pelo amor incondicional. Não conseguiria sem o auxílio de vocês. A toda minha família por acreditar no meu esforço e me confortar com palavras de incentivo.

Ao professor Licínio da Silva Portugal, pela orientação na realização deste trabalho e, principalmente, pela paciência e compreensão na transmissão do conhecimento.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo apoio, convívio e amizade.

Aos amigos de mestrado, que foram companheiros nessa conquista pelas palavras de incentivo e pelos momentos de descontração.

Ao MetrôRio pelo auxílio no fornecimento de dados indispensáveis na elaboração desta dissertação.

Ao engenheiro e tio Fernando Saldanha pelo conhecimento e inspiração que me motivaram na elaboração do objetivo desta dissertação.

A Raysa Nunes pelo apoio e incentivo nos momentos mais difíceis, principalmente na reta final desta dissertação.

Aos professores Glaydston Mattos Ribeiro e Carla Fraga por aceitarem participar da banca e por toda contribuição para aprimoramento da pesquisa.

A empresa Legion, por fornecer à Coppe/UFRJ a licença do software necessário para conclusão desta pesquisa.

A CAPES pelo suporte financeiro sob a forma de bolsas de mestrado e de produtividade em pesquisa.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

UM PROCEDIMENTO DE ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS  
PARA CONTROLE DE SUPERLOTAÇÃO EM UMA ESTAÇÃO METROVIÁRIA  
COM AUXÍLIO DA SIMULAÇÃO

Fabio Pinheiro Alves

Setembro/2019

Orientador: Licínio da Silva Portugal

Programa: Engenharia de Transportes

O transporte público, em particular o metroviário nas grandes cidades, sofre com a dificuldade de atender com qualidade e segurança ao grande fluxo diário de passageiros. O desequilíbrio entre demanda de viagens e oferta oferecida pelas estações pode gerar um fenômeno conhecido como superlotação. Tal fenômeno é responsável por atrasos, desconforto, ineficiência no funcionamento do sistema e até acidentes. Dessa forma, o objetivo geral desse estudo foi propor um procedimento metodológico a fim de auxiliar na identificação e prevenção do risco da superlotação em uma estação metroviária.

A metodologia proposta conta com o auxílio de técnicas de modelagem por simulação e com a coleta de dados obtidos tanto na bibliografia pesquisada, quanto em análise de campo. Permite que sejam testados e analisados eventos tipicamente observados e resultantes do desequilíbrio na demanda e oferta, com vistas a se identificar estratégias orientadas ao risco da superlotação.

A fim de se fornecer um guia para o uso de tal procedimento, um exemplo foi apresentado, envolvendo a estação Cardeal Arcoverde, em Copacabana, bairro da Zona Sul do Rio de Janeiro. Espera-se que esta pesquisa contribua para incentivar o emprego da simulação bem como para auxiliar a administração na identificação de possíveis pontos de gargalo dentro da estação e melhor compreender o mecanismo de formação da superlotação, prevenindo dessa forma futuros acidentes.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

A PROCESS OF ANALYSIS AND PREVENTION FOR CONTROLLING  
SUPERLOTATION AT A METROWAY STATION WITH AID OF THE  
SIMULATION

Fabio Pinheiro Alves

September/2019

Advisor: Licinio da Silva Portugal

Department: Transportation Engineering

Public transport, particularly the subway in large cities, suffers from the difficulty of satisfying the large daily flow of passengers with quality and safety. The imbalance between travel demand and supply offered by stations can generate a phenomenon known as overcrowding. This phenomenon is responsible for delays, discomfort, inefficient system operation and even accidents. Thus, the general objective of this study was to propose a methodological procedure to assist in identifying and preventing the risk of overcrowding in a subway station.

The proposed methodology has the aid of simulation modeling techniques and the collection of data obtained in both the researched bibliography and field analysis. It allows to test and analyze events typically observed and resulting from the imbalance in demand and supply, with a view to identifying risk oriented strategies of overcrowding.

In order to provide a guide for the use of such a procedure, an example was presented involving the Cardeal Arcoverde station in Copacabana, a neighborhood in the southern zone of Rio de Janeiro. It is hoped that this research will contribute to encourage the use of simulation as well as to assist management in identifying possible bottlenecks within the station and better understand the mechanism of overcrowding formation, thereby preventing future accidents.

## SUMÁRIO

<b>1.Introdução</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETIVO .....	2
1.2. JUSTIFICATIVA .....	3
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	5
<b>2.Referencial Teórico</b>	<b>7</b>
2.1. SUPERLOTAÇÃO .....	9
2.1.1. Dinâmica de Multidão ( <i>Crowd Dynamics</i> ).....	11
2.1.2. Gestão de Multidão ( <i>Crowd Management</i> ) .....	12
2.1.3. Indicadores de Risco.....	15
2.2. ESTAÇÃO METROVIÁRIA E SUAS ATIVIDADES .....	17
2.3. ESTAÇÃO METROVIÁRIA E SUAS ENTIDADES .....	24
2.4. ESTRATÉGIAS.....	32
2.5. SIMULAÇÃO E O SOFTWARE LEGION .....	40
2.5.1. Model Builder.....	43
2.5.2. Simulator.....	46
2.5.3. Analyzer.....	47
2.6. SÍNTESE.....	48
<b>3.Procedimento Metodológico</b>	<b>50</b>
3.1. 1ª ETAPA – CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO METROVIÁRIA E DEFINIÇÃO DO EVENTO .....	51
3.1.1. Caracterização da Estação .....	51
3.1.2. Definição do Evento a ser Simulado .....	52
3.2. 2ª ETAPA – OBTENÇÃO E TABULAÇÃO/ CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO.....	54
3.2.1. OBTENÇÃO de Dados.....	54
3.2.2. Tabulação e Análise dos Dados .....	55
3.2.3. Construção e Calibração do Modelo.....	55
3.3. 3ª ETAPA – IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO .....	57
3.4. 4ª ETAPA – ANÁLISE E APLICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS POTENCIALMENTE INDICADAS.....	59
3.5. 5ª ETAPA – ANÁLISE DOS RESULTADOS E FEEDBACK.....	60
<b>4.Um Exemplo de Aplicação do Procedimento</b>	<b>62</b>
4.1. 1ª ETAPA - CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO METROVIÁRIA E DEFINIÇÃO DO EVENTO A SER SIMULADO.....	64
4.1.1. Caracterização da Estação Metroviária.....	64
4.1.2. Definição do Evento a ser Simulado .....	67
4.2. 2ª ETAPA – LEVANTAMENTO DE DADOS, CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO.....	68
4.2.1. Levantamento de Dados .....	68
4.2.2. Tabulação e Análise dos Dados .....	68
4.2.3. Construção do Modelo.....	79
4.2.4. Calibração do Modelo.....	87
4.2.5. Fluxograma Modelo.....	87
4.3. 3ª ETAPA – IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES DE RISCO .....	89
4.3.1. Simulação da Situação Atual .....	89
4.3.2. Simulação de Um Novo Cenário .....	92
4.4. 4ª ETAPA - ANÁLISE E APLICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS POTENCIALMENTE INDICADAS.....	94

4.4.1. Diminuição do <i>Headway</i> .....	96
4.4.2. Bloqueio de Entrada de Passageiros nas Catracas .....	97
4.5. 5ª ETAPA - ANÁLISE DOS RESULTADOS E FEEDBACK.....	98
<b>5. Conclusões e Recomendações</b> .....	<b>100</b>
5.1. CONCLUSÕES .....	100
5.2. RECOMENDAÇÕES .....	102
Referências bibliográficas .....	104
Apêndices .....	107
Apêndice A – Layout Estação Cardeal Arcoverde .....	107
Apêndice B – Tempo de Atendimento .....	111
Apêndice C – Matriz Origem Destino .....	122
Apêndice D – Simulação Horário De Pico .....	125

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Headway em função do horário de pico.....	8
Figura 2.2: Diagrama do sistema abrangente para gestão de multidão .....	15
Figura 2.3: Diagrama do sistema abrangente para gestão de multidão .....	18
Figura 2.4: Fluxograma das atividades.....	19
Figura 2.5: Conflito dos fluxos de entrada e saída .....	23
Figura 2.6: Largura mínima da plataforma.....	26
Figura 2.7: Planta da plataforma da estação Cardeal Arcoverde.....	27
Figura 2.8: Layout Saguão da estação Cardeal Arcoverde.....	29
Figura 2.9: Corredor do terceiro nível da estação Cardeal Arcoverde .....	31
Figura 2.10: Controle direcional do fluxo de passageiros .....	34
Figura 2.11: Bilhetes com horário marcado... ..	35
Figura 2.12: Controle de fila.....	38
Figura 2.13: Macroscópico x Microscópico.....	41
Figura 2.14: Importação de Projeto para o Model Builder.....	44
Figura 2.15: Projeto no Model Builder.....	45
Figura 2.16: Template – Data Profile.....	46
Figura 2.17: Simulator.....	47
Figura 2.18: Mapa de ocupação.....	48
Figura 3.1: Esquema geral do procedimento metodológico .....	51
Figura 3.2: Concentração de passageiros em uma simulação .....	58
Figura 3.3: Filas nas catracas e escadas rolantes .....	59
Figura 4.1: Estações do MetrôRio.....	63
Figura 4.2: Praça Cardeal Arcoverde.....	64
Figura 4.3: Layout da estação Cardeal Arcoverde .....	65
Figura 4.4: Vista inferior da passarela.....	65
Figura 4.5: Corredor da estação Cardeal Arcoverde .....	66
Figura 4.6: Guichês normais.....	71
Figura 4.7: Guichê eletrônico.....	73
Figura 4.8: Catracas.....	75
Figura 4.9: Vista superior da passarela.....	82

Figura 4.10: Estrangulamento da passarela.....	82
Figura 4.11: Layout vagão Mafersa.....	84
Figura 4.12: Layout vagão Alstom.....	85
Figura 4.13: Layout Mafersa x Alstom.....	85
Figura 4.14: Novo trem do MetrôRio .....	86
Figura 4.15: Fluxograma da modelagem estação Cardeal Arcoverde.....	88
Figura 4.16: Simulação no Legion.....	89
Figura 4.17: Max density map 1° nível.....	90
Figura 4.18: Max density map nível da plataforma.....	94
Figura 4.19: Plataforma cheia no evento do Réveillon.....	95

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Níveis de Serviço de Fruin.....	16
Tabela 2.2: Capacidade das entidades.....	25
Tabela 2.3: Relação entre estratégias, entidades e atividades.....	39
Tabela 4.1: Taxa de chegada de passageiros.....	67
Tabela 4.2: Tempo médio de atendimento dos guichês normais.....	72
Tabela 4.3: Tempo médio de atendimento dos guichês eletrônicos.....	74
Tabela 4.4: Tempo de atendimento das catracas.....	76
Tabela 4.5: Headway sentido Jardim Oceânico.....	78
Tabela 4.6: Headway sentido Uruguai.....	78
Tabela 4.7: Capacidades das entidades.....	80
Tabela 4.8: Níveis de serviço.....	80
Tabela 4.9: Capacidade de fluxo que cada entidade.....	81
Tabela 4.10: Ocupação Máxima das entidades.....	83
Tabela 4.11: Divisão destino zona sul e zona norte.....	87
Tabela 4.12: Ocupação máxima simulação real.....	91
Tabela 4.13: Projeção da demanda.....	93
Tabela 4.14: Ocupação máxima simulação alterada.....	93

## LISTA DE GRÁFICOS

Tabela 2.1: Gráfico de contagem de escoamento.....	48
Tabela 4.1: Taxa de chegada de passageiros.....	69
Tabela 4.2: Passageiros Transportados por Mês (2017) .....	70
Tabela 4.3: Tempo médio de atendimento dos guichês normais.....	72
Tabela 4.4: Tempo médio de atendimento dos guichês eletrônicos.....	74
Tabela 4.5: Distribuição Atendimento nas Catracas.....	77
Tabela 4.6: Número de embarques.....	91
Tabela 4.7: Número de embarques.....	96
Tabela 4.8: Número de embarques.....	97

## 1. INTRODUÇÃO

Em razão do constante aumento populacional ocorrido no Brasil, principalmente a partir dos anos de 1960, intensificando-se nas últimas décadas, o país ocupa hoje a quinta posição dentre os países mais populosos do planeta, ficando atrás apenas da China, Índia, Estados Unidos e Indonésia. De acordo com dados do Censo Demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira ultrapassou a marca de 200 milhões de habitantes.

De acordo com o site da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), em 2010 as áreas consideradas urbanas no Brasil representam menos de 1% do território nacional (0,63%) e concentram 160 milhões de pessoas, ou seja, 84,3% da população brasileira. Esse desequilíbrio na população se traduz em elevadas demandas de viagens e infraestrutura de serviços de transportes para a realização de suas atividades socioeconômicas. Em alguns casos, essas áreas urbanas não possuem sistemas de transporte público de alta capacidade, dimensionados e gerenciados para atender grandes contingentes de passageiros, dificultando cada vez mais a locomoção das pessoas nas grandes metrópoles.

Há muitos anos, o transporte público brasileiro vem sendo motivo de insatisfação por parte da população. Pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em 2011 e 2012, revelaram um quadro negativo, com avaliações referentes ao transporte público classificadas como “péssimas ou ruins” ultrapassando os 60%. Entre as principais reclamações destacam-se a ineficiência na administração, a baixa qualidade dos serviços prestados, superlotação, dentre outras.

Muitas cidades no Brasil têm enfrentado dificuldades para expandir suas redes de transporte de alta capacidade em escala e ritmo que atenda ao crescimento das populações urbanas e ao desenvolvimento econômico. De acordo com o ITDP (Sigla em inglês para Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento) é possível afirmar que os países que expandem suas redes de transporte de média e alta capacidade, possuem uma combinação de alto grau de investimentos em infraestrutura, com uma boa relação custo-efetividade e alta capacidade técnica e institucional para planejamento e gestão (ITDP, 2016).

De acordo com Adamo Bazani, jornalista da Rádio CBN, especializado em transportes, a OMS (Organização Mundial da Saúde) analisou diversos estudos que

estabeleceram relações entre saúde e transporte público de alta capacidade, ao contribuir para redução do número de carros circulando nas cidades, os índices de poluição, acidentes, entre outros.

Com a crescente quantidade e amplitude de mobilidade urbana, tornar o transporte público mais eficiente tornou-se uma tarefa primordial para muitas cidades. Um exemplo de transporte público de alta capacidade utilizado nas grandes cidades é o metrô.

Segundo o ITDP, o sistema metroviário brasileiro transporta diariamente milhões de passageiros de forma rápida e eficiente sendo, portanto, um dos modos de transporte público favorito da população. Em comparação com as outras modalidades, esse sistema oferece maior confiabilidade em relação à velocidade de operação, regularidade de serviço, maior capacidade de transporte de passageiros, baixa poluição, conforto dentre outros. Dessa forma, o sistema metroviário pode ser considerado como a escolha de mobilidade indicada para atender os grandes fluxos de viagens de média a longa distância, não só nas metrópoles brasileiras, mas como em todo o mundo.

O metrô é responsável por atender uma grande parcela do volume de transporte público das metrópoles brasileiras como Rio de Janeiro e São Paulo. Devido ao fluxo ininterrupto de chegada de passageiros, principalmente nos horários de pico, qualquer alteração não prevista no funcionamento normal do sistema pode provocar o acúmulo de passageiros dentro da estação, mais conhecido como superlotação, ou seja, a saturação da estação. A superlotação é compreendida por Still (2000) como:

*“A superlotação é a condição onde há um número superior de pessoas, em um determinado espaço físico, ao que é considerado tolerável de uma perspectiva de segurança e saúde que dependerá do ambiente atual e das normas culturais locais” (Still, 2000).*

Para melhorar a qualidade do serviço e aumentar a segurança, estudos recentes mostram um crescente interesse na elaboração de estratégias operacionais com intuito de evitar a superlotação nas estações metroviárias, como será visto no Capítulo 2.

## **1.1. Objetivo**

O objetivo principal desta dissertação consiste em desenvolver um procedimento para auxiliar na identificação de fatores que possam vir a causar superlotação em uma estação metroviária, selecionar e aplicar as estratégias mais indicadas para mitigá-la. O estudo desenvolvido visa contribuir no sentido de auxiliar na tomada de decisão dos

gestores das estações metroviárias, tendo em vista a necessidade de garantir a eficiência operacional do sistema e a segurança de seus usuários.

O procedimento de análise é baseado em indicadores de risco da superlotação, expressos normalmente pela formação de filas, atrasos e concentração de passageiros, tendo como suporte, além da coleta de dados em campo, o advento da simulação computacional, por meio de software especializado na simulação de pedestres denominado Legion. O procedimento metodológico se inspira em um modelo conceitual que compreende as principais atividades e entidades que usualmente envolvem os passageiros de uma estação. Conta com o respaldo de uma ampla revisão bibliográfica assim como das principais práticas tipicamente adotadas pelos administradores metroviários no que diz respeito a evitar a superlotação.

Nesse sentido, os objetivos específicos que esta pesquisa contempla são:

- Desenvolver um exemplo de aplicação do procedimento metodológico proposto em uma estação de metrô;
- Apresentar as vantagens da utilização da simulação computacional para o tema proposto;
- Avaliar as funcionalidades do aplicativo Legion;
- Detectar falhas críticas na qualidade de serviço e operação dos sistemas metroviários; e
- Identificar e reduzir os riscos de ocorrência de desastres em estações metroviárias e planejar ações para minimizar suas consequências.

## **1.2. Justificativa**

A escolha da estação metroviária como ambiente de estudo, se justifica pelo fato de ser um local propício ao acúmulo de pessoas. A chegada constante de passageiros vindo tanto de fora da estação, quanto das próprias composições e a pouca possibilidade de movimentação em um espaço confinado, tornam este ambiente mais suscetível à superlotação.

De acordo com Campanella *et al.* (2015), alguns incidentes apontam para as consequências trágicas de mau planejamento e ineficiência na gestão operacional das estações metroviárias, bem como na gestão de multidões. Como exemplo, o ocorrido em 1986 na Estação King's Cross, em Londres, que resultou na morte de 32 pessoas e deixou 150 feridas, enquanto que o incêndio ocorrido no metrô de Daegu (Coréia do

Sul), em 18 de fevereiro de 2003, deixou 198 vítimas fatais e feriu pelo menos 147 pessoas.

O sistema metroviário brasileiro, no que diz respeito à garantia da segurança e eficiência operacional, carece de uma análise detalhada a fim de evitar a superlotação do sistema, o que realça a necessidade crescente de mais estudos e informações sobre este tema.

No referencial teórico, conforme será visto no Capítulo 2, autores como Congling e Wang se preocupam em solucionar o problema da superlotação após sua ocorrência, ou seja, se dedicam a estudar formas e estratégias de lidar com esse problema, garantindo que o ambiente em questão seja evacuado de forma correta, a fim de que a operação retorne à normalidade. Em contrapartida, verifica-se pouca ênfase em se compreender de forma estruturada os fatores, seja no cotidiano ou em casos específicos de uma estação, que podem contribuir para a superlotação e as possíveis estratégias a serem contempladas para prevenir sua ocorrência.

Nesse contexto, justifica-se a elaboração de uma metodologia com o objetivo de identificar indicadores que expressam o risco da ocorrência de superlotação, para que as autoridades responsáveis pelas estações metroviárias possam tomar as medidas cabíveis a fim de evitá-la. Buscando dessa forma uma melhor compreensão do mecanismo de formação e de prevenção da superlotação.

Para analisar um ambiente complexo como o de uma estação metroviária, é necessário estimar o desempenho existente por meio de um modelo que se aproxime da realidade. A técnica da simulação procura replicar em um computador uma sequência de eventos hipotéticos do sistema estudado ao longo do tempo. Tais programas têm sido utilizados na formulação e validação de expressões analíticas aproximadas, bem como na representação de sistemas complexos com características aleatórias. A simulação é apenas uma maneira de tentar se aproximar da realidade. Uma descrição precisa da maioria dos sistemas complexos do mundo real com elementos estocásticos, por um modelo matemático, envolve uma dificuldade para ser avaliada analiticamente (Law, 2014).

A execução da modelagem utilizou o *software* de simulação de pedestres Legion, como auxílio ao procedimento metodológico proposto. A licença foi cedida pela Empresa desenvolvedora desse *software* e que recebe o mesmo nome, o que foi essencial para a concretização desta pesquisa. A utilização desta ferramenta é justificada pela agilidade e baixo custo ao simular eventos com um grau de confiança e veracidade

aceitável em relação à realidade. As simulações computacionais deste tipo permitem testes com diferentes demandas, inclusão de aleatoriedade, medidas numéricas, bem como visualizações de situações em tempo real sejam realizadas (Xiao *et al.*, 2005).

### **1.3. Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação está estruturada em 5 (cinco) capítulos. Além desta Introdução, os demais capítulos expõem a fundamentação teórica baseada em ampla revisão bibliográfica, a metodologia adotada, um exemplo de aplicação com o auxílio da simulação em uma estação metroviária do Rio de Janeiro e seus resultados, seguido pela conclusão e suas recomendações.

No Capítulo 2 é abordado o referencial teórico, sistematizado com base na bibliografia pesquisada e que serve para respaldar a proposta metodológica. No primeiro momento é feita uma descrição sucinta dos principais estudos levantados, fornecendo um panorama geral e análise dos mesmos. Introduzindo-se então o principal tópico desta dissertação, a superlotação.

Em seguida é caracterizada a estação metroviária, com intuito de compreender as atividades que os passageiros costumam desenvolver para realizar o embarque-desembarque, bem como informações sobre o comportamento e características da demanda e das entidades que compõem a oferta disponibilizada na estação, configurando um modelo conceitual a ser contemplado no procedimento. Após isso, são apontadas algumas das principais estratégias encontradas na literatura pesquisada e adotadas na prevenção e contenção da superlotação. A revisão bibliográfica segue apresentando considerações sobre a modelagem computacional e, por fim, alguns dos *softwares* disponíveis, com destaque para o Legion.

No Capítulo 3 é descrito o procedimento metodológico proposto, que permite identificar em uma estação de metrô, através de indicadores, a necessidade de implantação (ou não) de intervenções alternativas no sistema com o intuito de conter a origem de uma possível superlotação. O procedimento é estruturado em 5 (cinco) etapas: I) Caracterização da Estação Metroviária e Definição do Evento, II) Levantamento e Tabulação de Dados/Construção e Calibração do Modelo, III) Análise e Aplicação das Estratégias Potencialmente Indicadas IV) Aplicação da estratégia selecionada e V) Análise dos Resultados e *Feedback*.

O Capítulo 4 dedica-se a apresentação de um exemplo de aplicação do procedimento proposto, envolvendo a estação Cardial Arcoverde localizada no bairro de Copacabana na cidade do Rio de Janeiro. Em função das restrições dos dados obtidos, esta aplicação procurou fundamentalmente servir de guia e estímulo para o uso do procedimento e das técnicas de simulação em estações metroviárias e demais equipamentos de transportes.

No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais do trabalho, com foco na avaliação de cumprimento dos objetivos propostos e nos principais resultados obtidos, além de considerações e recomendações para trabalhos futuros.

Por último, apresentam-se as referências bibliográficas utilizadas e os apêndices A, B, C e D da dissertação, com os dados e resultados obtidos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico serve como embasamento técnico, onde são apresentados conceitos e teorias aplicadas nesta dissertação e no procedimento metodológico proposto. Desta forma é realizada uma revisão sobre os principais trabalhos referentes à modelagem de pedestres, estações metroviárias, e outros assuntos relevantes ao objetivo, fornecendo um panorama geral e análise dos mesmos. A seguir são apresentados introdutoriamente os principais autores e seus trabalhos mais relevantes utilizados como referência nesta dissertação e suas contribuições:

Kadokura *et al.* (2012) estudaram a parte estrutural de uma estação de metrô, identificando que com o passar do tempo, as estações foram ficando cada vez mais modernas e sofisticadas. Essa modernização foi acompanhada pela instalação de mais escadas rolantes, o que resultou em menos saídas em um caso de emergência. Com base nos resultados das simulações de evacuação, examinaram a disponibilidade e os problemas envolvendo o uso de escadas rolantes. Concluiu-se que o potencial de evacuação de passageiros em uma estação aumenta se for permitida a utilização emergencial das escadas rolantes, sendo está uma das estratégias referenciadas.

Campanella *et al.* (2015) realizaram um estudo na estação Cardeal Arcoverde (local escolhido para o estudo de caso desta dissertação) na época do Réveillon. Um plano de gestão de multidões foi desenvolvido e aplicado para mitigar os problemas de superlotação. Os gargalos foram melhor compreendidos e antecipados, diminuindo aglomerações na estação e permitindo a ação rápida dos agentes em casos de emergência. Este trabalho forneceu dados que foram utilizados no Capítulo 4, mais precisamente, no estudo de caso da Estação Cardeal Arcoverde, sendo de suma importância para elaboração desta dissertação.

Outro trabalho utilizado no referencial teórico foi a pesquisa de Sun *et al.* (2014), que fizeram um estudo de uma estratégia já adotada em metrô, a variação do cronograma do *headway* (palavra inglesa que representa o intervalo de tempo entre uma composição e a seguinte) dos trens em função do horário de pico. Nesse cronograma (Figura 2.1) é possível verificar a diminuição do *headway* da estação analisada para atender a demanda de passageiros nos horários de pico na parte da manhã e da tarde, nos horários mais solicitados.

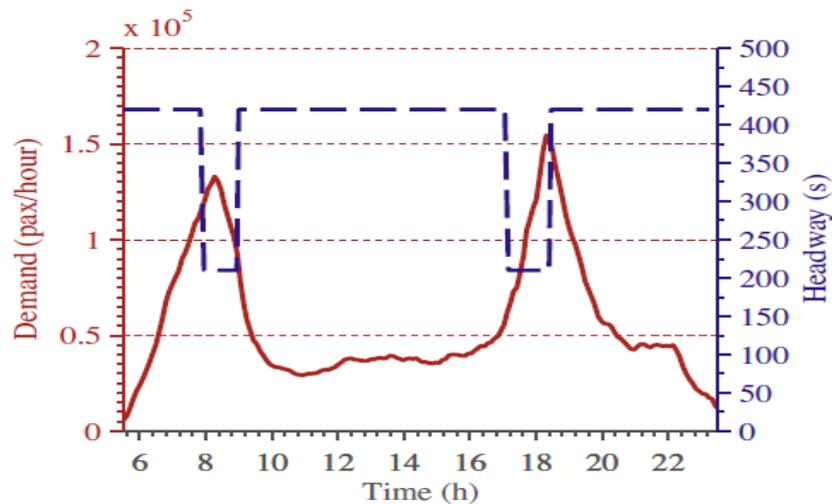


Figura 2.1 – *Headway* em função do horário de pico

Fonte: Sun *et al.* (2014)

No entanto, tal estratégia pode falhar em atender a demanda temporal dinâmica de passageiros, resultando em um longo tempo de espera dos mesmos na plataforma, podendo acarretar em superlotação. Avaliando o desempenho desses modelos, os autores realizaram análises de sensibilidade em diferentes parâmetros em uma linha de metrô em Cingapura, concluindo que o modelo de variação de *headway* em função do horário de pico é uma estratégia simples e eficaz, porém está aberta a falhas em casos inesperados de aumento do fluxo de passageiros. Essa estratégia de variação de *headway* em função do horário de pico também foi utilizada no presente estudo.

Guazzelli (2011), em sua dissertação de mestrado, teve como principal objetivo contribuir para o dimensionamento e análise operacional de terminais metroviários. A sua pesquisa bibliográfica e de campo permitiu a concepção de um modelo voltado para a realidade brasileira, capaz de fornecer suporte aos processos de dimensionamento e avaliação operacional de terminais metroviários urbanos. A modelagem desenvolvida representa os passageiros ao passarem pelos processos envolvidos no embarque e desembarque da estação, similar à presente proposta nesta dissertação, porém não restrita apenas a isso. O autor tende a focar principalmente no que tange a parte operacional e física/estrutural da estação, diferente desta dissertação que, além disto, tem seu enfoque também na movimentação dos passageiros no interior da estação metroviária.

Os testes mostraram que a modelagem desenvolvida é eficaz para auxiliar a tomada de decisão dos projetistas durante o planejamento e avaliação operacional desse tipo de terminal/estação, representando dessa forma um passo significativo para o

desenvolvimento de um modelo mais completo, capaz de permitir sua aplicação para casos mais complexos. Alguns dos dados de campo utilizados nas simulações desta dissertação como taxa de atendimento das catracas e guichês, foram extraídas da dissertação de mestrado de Guazzelli (2011).

Congling *et al.* (2010) analisaram as estratégias de segurança do metrô, propondo um método de cálculo baseado em agentes autômatos para o tempo de evacuação da estação. Com base nos dados experimentais, a simulação do processo de evacuação em diferentes casos de incêndio é conduzida de modo a estudar as características comportamentais dos passageiros, o tempo de evacuação, a taxa de fluxo de passagem, entre outros parâmetros. Estas estratégias foram úteis para orientar o projeto de evacuação com segurança de metrôs na China.

Wang *et al.* (2015) propõem um novo modelo em função do comportamento de pedestres em pânico durante uma evacuação em lugares públicos, como em um estádio. Eles notam que, em estado de pânico, os pedestres tendem a ignorar outras saídas, se dirigindo espontaneamente para a mesma por onde entraram, sem levar em conta os avisos e, muitas vezes, ignorando a existência de mulheres, crianças ou idosos, acarretando até mesmo em acidentes fatais. Com isso, algumas estratégias para mitigar esses acidentes são propostas e testadas através da simulação computacional. Para a presente dissertação, não será levado em conta o comportamento dos passageiros em estado de pânico, entretanto, algumas estratégias podem ser extraídas de tais situações, como é o caso de barreiras para controle de fluxo e paralização das escadas rolantes.

Todos os autores mencionados possuem como objetivo comum a compreensão e solução de situações de risco geradas pela alta densidade de pessoas seja ela em estações metroviárias ou em qualquer outro ambiente, carecendo desta forma de uma análise prévia à situação de superlotação.

## **2.1. Superlotação**

Segundo Still (2000), mesmo que cada pessoa tenha personalidade, gostos, modos de agir e de pensar distintos, é característico dos seres humanos viverem, trabalharem e realizarem suas principais atividades em grupo. Em diferentes situações, estes grupos podem se ampliar, caracterizando o que se conhece como multidão. Nestes casos, parece que todas as personalidades individuais se fundem e surge um novo organismo com características e comportamentos próprios. Quando essa multidão ocorre dentro de

um ambiente com capacidade finita, atingindo esse limite, ocorre o fenômeno denominado como superlotação.

Alguns ambientes não são planejados para reunirem um grande contingente de pessoas, muito menos multidões. Com a presença de muitas pessoas nestes lugares, aumenta-se a probabilidade de ocorrer algum incidente, exigindo que medidas de prevenção sejam tomadas para garantir a segurança dos usuários que por ali transitam.

De acordo com Aguiar e Mota (2014), a multidão como um fenômeno social só passou a ser mais estudada a partir do fim do século XIX, quando a população urbana tornou-se maior do que a rural na Europa. Ao falar da gestão de multidão no que se refere à segurança, há de se mencionar a principal causa de mortes nessas situações, tendo em vista que apesar de não ocorrer com frequência, ainda sim costuma ter consequências devastadoras. Ao contrário da imaginação popular, de que as pessoas morrem sendo pisoteadas pela multidão, o mecanismo que causa o maior número de mortes é a asfixia por esmagamento, ocorrendo muitas vezes com a vítima em pé. Um estudo de caso conduzido por Gill e Landi (2004) mostrou de forma contundente a mecânica da asfixia por compressão torácica ao analisar as autópsias das nove pessoas mortas em um incidente na cidade de Nova Iorque em 28 de dezembro de 1991, durante um jogo de basquete para caridade.

Quando ocorre um tumulto em uma multidão, há um aumento momentâneo na densidade local e as pessoas tendem a ser esmagadas umas pelas outras. Elas se deslocam com a multidão, muitas vezes sem estarem com o pé no chão. Neste momento, a pressão é tão grande que não permite o tórax se expandir e o diafragma se movimentar, ocorrendo a asfixia. Elas se sufocam em pé, vindo a cair somente quando a multidão se dissolve (Aguiar, 2014).

O comportamento de pedestres em uma multidão vem sendo estudado, teorizado e aplicado com sucesso, buscando compreender suas características e peculiaridades. A quantidade máxima de pessoas presentes em um ambiente fechado é geralmente determinada e licenciada pelas autoridades locais como, corpo de bombeiros, arquitetos, engenheiros projetistas, consultores de segurança entre outros e é conhecida tecnicamente como "capacidade de ocupação" (Still, 2000). Essas autoridades aplicam algumas técnicas e estratégias conhecidas como dinâmica e gestão de multidão, abordados nas próximas seções.

### 2.1.1. DINÂMICA DE MULTIDÃO (*CROWD DYNAMICS*)

Segundo Still (2000), professor da Universidade Metropolitana de Manchester no Reino Unido e referência mundial no assunto, a dinâmica de multidão pode ser definida como o estudo de como e onde as multidões se formam e se movem com uma densidade crítica. Neste contexto existe a potencialidade do fenômeno de superlotação, acarretando em possíveis acidentes.

Conforme mencionado, a capacidade de ocupação, para uma estação metroviária em particular, é determinada através de análise envolvendo cálculos específicos pelas autoridades de licenciamento e com o parecer do corpo de bombeiros. Nesse cálculo deverão ser incluídos todos os passageiros e funcionários da estação (Still, 2000).

Um exemplo simples de método para o estabelecimento desta capacidade ocupacional é calculado ao encontrar a superfície total disponível para o público (em metros quadrados) e multiplicá-la por 3 (quantidade considerada ideal de pessoas por metro quadrado). Por exemplo, ao se considera um local com dimensões de 100 metros x 50 metros com todas as áreas disponíveis para o público, temos:

$$\text{Capacidade de Ocupação} = 5.000m^2 * 3 \frac{\text{pessoas}}{m^2} = 15.000 \text{ pessoas.} \quad (2.1)$$

Projetar com eficiência um ambiente com capacidade para comportar multidões é uma tarefa importante. Cada sistema é único e não pode ser operacionalmente testado até que ocorra uma crise real. Portanto, o desafio é antecipar os problemas que podem ocorrer durante uma emergência, especialmente quando eles se relacionam com a complexidade do comportamento humano.

De acordo com Still (2000), se o projeto pudesse ser construído com antecedência, seria possível realizar a avaliação qualitativa e quantitativa do risco de ensaios destrutivos. Infelizmente, não é viável testar cada layout para todos os cenários possíveis, além de ser antiético expor as pessoas a emergências reais a fim de analisar o seu comportamento e reações. Há um ditado na indústria que diz: “ignorar o perigo é merecer o desastre”.

Dessa forma, a simulação computacional é um método necessário a abordagem do problema. Uma gama de sistemas que simulam o fluxo de multidões e realizam análise de pedestres estão disponíveis no mercado. Todos são úteis, porém nenhum desses sistemas fornece uma solução completa de testes de cenários para fins de engenharia de

segurança. Muitos tratam o tráfego humano e sua movimentação como blocos de indivíduos uniformes. Alguns sistemas utilizam a matemática da dinâmica de fluídos para prever os padrões de fluxo humano, porém, esses sistemas são baseados em suposições por vezes criticadas, visto que seria uma tentativa de simplificar um problema muito mais amplo.

### 2.1.2. GESTÃO DE MULTIDÃO (*CROWD MANAGEMENT*)

Diversos ambientes são planejados para reunirem um contingente maior de pessoas e até multidões. Por exemplo, edifícios comerciais, locais para acontecimentos festivos, esportivos ou religiosos, espetáculos artísticos, terminais de transportes, etc. A presença de muitas pessoas nestes ambientes fechados aumenta a possibilidade de acontecer algum incidente que exija a necessidade de retirar rapidamente os indivíduos que por ali transitam. Para diminuir esse risco, medidas emergenciais devem ser criteriosamente planejadas a fim de controlar a situação nesses casos. Isto envolve cuidadosos projetos de arquitetura, engenharia e logística por conta da administração do ambiente.

Um dos objetivos deste trabalho tem o intuito de identificar e reduzir os riscos de ocorrência de desastres em estações metroviárias e planejar ações para minimizar suas consequências em caso de emergências. Esse planejamento recebe o nome de Gestão de Multidão.

Estas multidões ocorrem normalmente sem grandes incidentes, em uma espécie de auto-organização de movimentos e ocupação no local. Porém, na ausência ou falha na aplicação de métodos e procedimentos para a gestão de multidão, um simples erro pode desencadear uma reação em cadeia e ocasionar ferimentos e, em alguns casos, vítimas fatais. Este trabalho visa verificar métodos por meio de um procedimento metodológico a fim de evitar estes incidentes, buscando formas de reconhecimento, avaliação e tratamento aos problemas decorrentes de uma multidão.

Gestão é sinônimo de administração e pode ser definida como a ciência social que estuda e sistematiza as práticas usadas para administrar negócios, pessoas ou recursos com o objetivo de alcançar metas desejadas (Oxford, 2012).

A definição de multidão tem se provado problemática para os pesquisadores com descrições variáveis e até de certa forma nebulosa. Entretanto, um estudo do governo

britânico comparando todas estas descrições encontrou seis características comuns (UK, 2009, p. 60):

- a. Número considerável de pessoas;
- b. Reunidos em um mesmo local, num espaço físico comum;
- c. Por um período de tempo mensurável;
- d. Possuem objetivos e interesses comuns;
- e. Mostram comportamentos similares ou agem como um grupo único; e
- f. Interação uns com os outros.

Em termos de gestão de multidão existem vários aspectos que podem ser abordados como a eficiência, economicidade e desempenho, todavia, o presente estudo trata essencialmente da gestão de segurança. Segurança, em seu sentido amplo na língua portuguesa, pode ser traduzida, em inglês, como *safety & security*. A definição etimológica pode não ajudar muito, pois as palavras são sinônimas, mas seu emprego é diferenciado nos países de língua inglesa. *Safety* é o estado de estar a salvo, fora de perigo e *security* pode ser entendida como as atividades envolvidas na proteção de pessoas, bens, ou até mesmo de um país contra um ataque (Oxford, 2012).

Definições de tamanho e densidade são tão importantes para uma boa gestão de multidão que seu cálculo deveria ser acompanhado por um colegiado. Superestimar ou subestimar o público reunido em um local prejudica a aplicação de boas práticas de segurança (Aguilar, 2014).

A densidade nada mais é do que a massa volumétrica de um corpo. No caso da gestão de multidão, interessa saber o volume ocupado por uma pessoa mediana, não só como indivíduo único, mas também o seu comportamento quando em um grupo de pessoas. O movimento de uma multidão é realmente algo desafiador de se compreender, pode-se dizer que o seu fluxo é em parte fluído, em parte granular, e em parte reação psicológica do grupo. Segundo Souza, João (2016), alguns aspectos que devem ser considerados para avaliar o fluxo de uma multidão são:

- a. Velocidade livre (correr, andar);
- b. Mínimo esforço (caminho mais curto e velocidade regular);
- c. Espaço pessoal (evitar contato físico);
- d. Densidade (menor espaço para locomoção); e
- e. Participação em um grupo.

Outro fator curioso é o comportamento de um grupo de pessoas com identidade forte entre si, no meio de uma multidão. Uma família, um grupo da mesma escola, mesma igreja, tenderão a movimentar-se de forma coesa e independentes um dos outros. Como visto a complexidade para lidar com uma multidão é enorme e os riscos existem, mas podem ser evitados. Segundo Dickie (1995), são quatro os principais fatores que levam a um desastre com multidão:

- a. Planejamento inadequado;
- b. Multidão excitada;
- c. Ausência de gestão de multidão e controle; e
- d. Falha ou risco no ambiente.

Visto desta forma é imprescindível que a gestão da multidão seja feita de forma ampla, abrangente e que se verifique todos os pontos em que possa ocorrer uma falha. Apontar um método único que seja eficaz e seguro neste cenário é uma missão impossível. A melhor receita é a aplicação de um sistema mais abrangente que englobe as melhores práticas na gestão de multidão.

O diagrama da Figura 2.2 mostra alguns pontos que os pesquisadores na bibliografia referenciada apontam como imperativos de verificação.

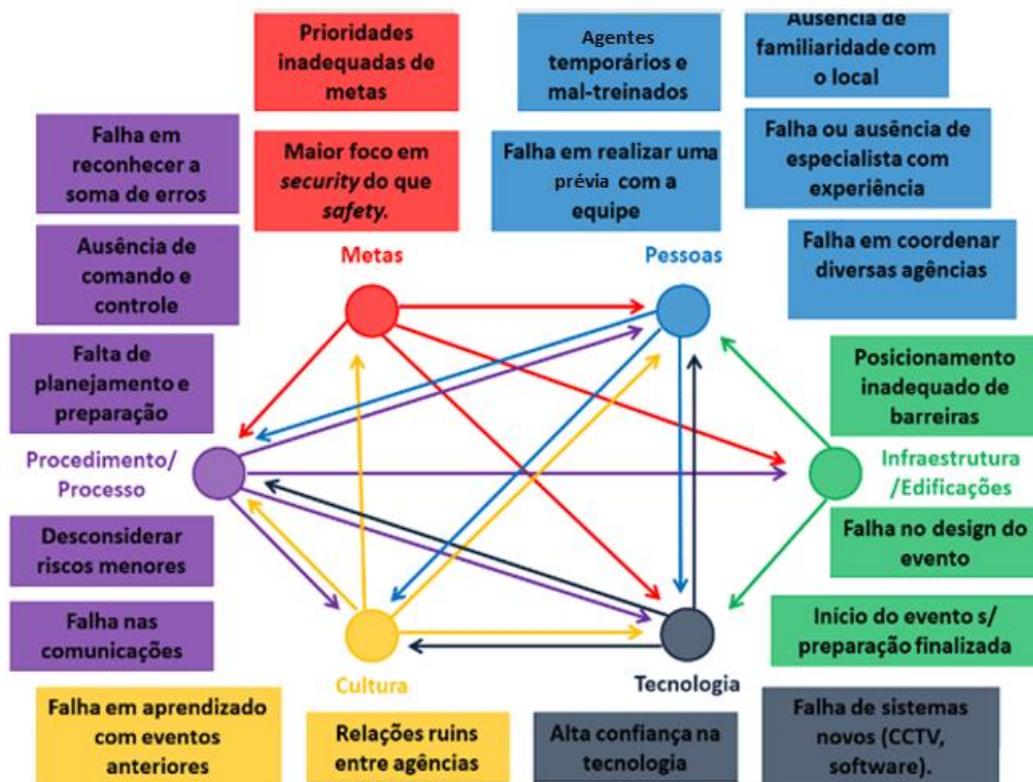


Figura 2.2 – Diagrama do sistema abrangente para gestão de multidão

Fonte: Aguiar *et al.*, (2014).

### 2.1.3. INDICADORES DE RISCO

Quando há um desequilíbrio entre a oferta e a demanda, isso pode gerar uma superlotação nessa estação, com aumento da densidade (ou acúmulo) de passageiros, alcançando níveis críticos. A oferta pode ser expressa não só pela capacidade de armazenar passageiros como pela capacidade de escoamento, enquanto que a demanda é a taxa de chegada de passageiros que chegam à estação e percorre suas instalações.

As possíveis causas desse desequilíbrio podem estar associadas a deficiências da oferta de serviços, como também podem ser derivadas de um aumento excessivo e inesperado da demanda proporcionada pela chegada de passageiros na estação. Esse desequilíbrio pode ser representado por diversos indicadores como a formação de filas, atrasos e concentração de passageiros, que necessitam ser monitorados para avaliar o risco da superlotação e possíveis estratégias a serem implementadas.

O Nível de Serviço é um indicador a ser utilizado para representar o risco de superlotação, devido a sua fácil compreensão e vasta utilização por muitos autores na bibliografia referenciada, como Still (2000) e Guazzelli (2011). Em inglês, LOS (*Level*

*of Service*) é usado para analisar a eficácia da infraestrutura de transporte. Na década de 70, John J. Fruin aplicou a medida LOS veicular ao fluxo de pedestres e níveis de multidão, medidas a partir de A (menor concentração de pessoas por metro quadrado) até F (maior concentração), como pode ser visto na Tabela 2.1. Conforme Still (2000), Campanella (2015) e outros, a escala Fruin é um dos métodos mais utilizados pelos autores pesquisados para avaliar ambientes de pedestres globalmente.

Segundo Muniz (2014), esse indicador é frequentemente confundido com a Qualidade de Serviço, apesar de possuírem aspectos bem diferenciados. Segundo o HCM (2010), o Nível de Serviço é um indicador quantitativo determinado a partir de um conjunto de medidas técnicas utilizadas para mensurar aspectos diversos da operação. Portanto, ao contrário da Qualidade de Serviço, esse método não considera a percepção dos usuários. O foco principal do Nível de Serviço é medir a utilização das capacidades do ambiente e a relação entre a oferta da infraestrutura e a demanda, impactando diretamente na fluidez e na velocidade do deslocamento, que reflete o desempenho do sistema.

Tabela 2.1 – Níveis de Serviço de Fruin

	Densidade	Espaço	Fluxo	Velocidade Média
LOS	Pass/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /Pass	Pass/min/m	m/s
LOS A	≤ 0.27	≥ 3.24	≤ 23	≥ 1.3
LOS B	0.43 a 0.31	2.32 a 3.24	23 a 33	1.27
LOS C	0.72 a 0.43	1.39 a 2.32	33 a 49	1.22
LOS D	1.08 a 0.72	0.93 a 1.39	49 a 66	1.14
LOS E	2.17 a 1.08	0.46 a 0.93	66 a 82	0.76
LOS F	> 2.17	≤ 0.46	variável	≤ 0.76

Fonte: Still (2000).

Em que:

- A- Fluxo Livre;
- B- Pequenos Conflitos;
- C- Pequena Restrição de Velocidade;
- D- Movimentação Restrita para Maioria;
- E- Movimentação Restrita para todos; e
- F- Densidade Crítica.

Como todo ambiente que recebe por dia milhares de usuários, uma estação de metrô também é passível de atingir em algum momento a sua capacidade, colocando em

risco o conforto e a segurança de seus usuários, acarretando em superlotação. Isso ocorre quando há um desequilíbrio entre a demanda de passageiros e os recursos disponíveis relacionados às instalações físicas, equipamentos, atendimento, material rodante, etc.

As possíveis causas desse desequilíbrio podem estar associadas a deficiências da oferta de serviços, que também são denominados como entidades/recursos. Essas entidades são responsáveis por atender os passageiros na realização das suas atividades necessárias ao embarque e desembarque, onde tal desequilíbrio pode ser evidenciado por indicadores de risco. Esses indicadores são expressos por: filas, atrasos associados ao escoamento do fluxo de passageiros e a taxas de ocupação vinculados a sua concentração (Níveis de Serviço). Enquanto que os recursos são as capacidades físicas de cada entidade, em termos, por exemplo, de densidade de passageiros na plataforma, taxa de atendimento dos guichês, capacidade de lugares do material rodante disponibilizada ao embarque de passageiros, etc. Cada uma destas entidades e recursos são caracterizados bem como apresentadas algumas de suas funções, capacidades de escoamento e/ou de armazenamento e respectivos indicadores de risco da superlotação.

Nesse contexto, na Seção 2.2, pretende-se estruturar as atividades e respectivas entidades tipicamente observadas para o cumprimento do principal objetivo da estação, que envolve o embarque e desembarque de passageiros. Tais entidades e atividades são desta forma caracterizadas e detalhadas a partir de uma revisão bibliográfica.

## **2.2. Estação Metroviária e Suas Atividades**

As estações de metrô são sistemas dinâmicos, já que o tráfego de passageiros evolui com o tempo. Elas possuem infraestruturas abertas com várias entradas e saídas que as conectam a outros sistemas vizinhos, como rodoviárias, estações de trem, estações de ônibus e a cidade.

As estações de metrô são caracterizadas por sua complexidade ao envolver, além dos passageiros, diferentes componentes, entidades e atividades que são compartilhadas para que tais equipamentos de transportes cumpram a sua função de bem atender aos seus usuários. A Figura 2.3 mostra um exemplo clássico da estrutura de uma estação metroviária, onde podem ser identificadas algumas de suas principais componentes, entidades e conexões. Entender o comportamento dos passageiros em tais instalações sugere um modelo conceitual que possa ser utilizado na revisão bibliográfica bem como

contemplado na concepção da simulação e do procedimento metodológico proposto nessa dissertação.

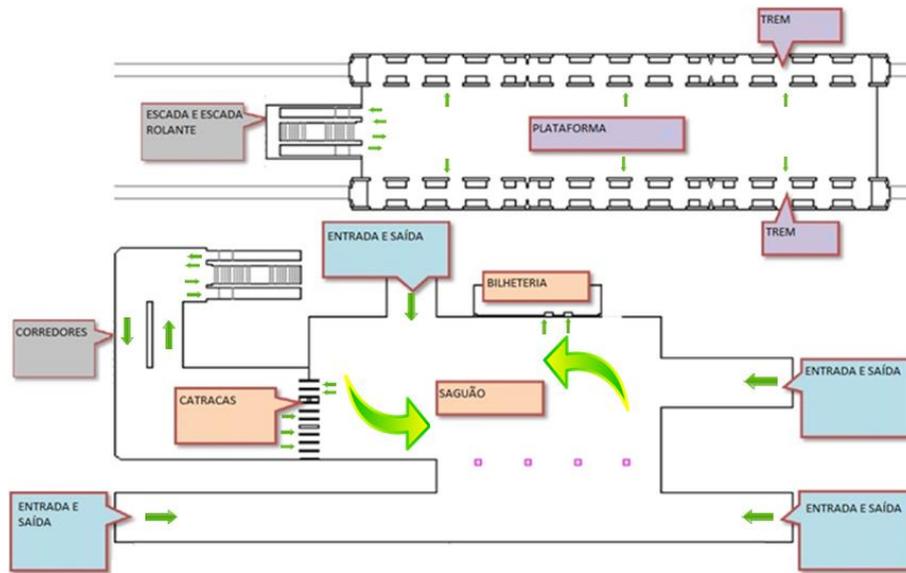


Figura 2.3 – Diagrama do sistema abrangente para gestão de multidão

Fonte: Elaboração própria

Como toda estação metroviária, o seu principal objetivo é o embarque e desembarque de passageiros que, para ser alcançado, envolve uma série de atividades a serem realizadas dentro da estação. Essas atividades são desenvolvidas pelos passageiros desde a entrada até a realização do embarque, que se repetem no sentido contrário desde o desembarque até a saída da estação, buscando atender as suas necessidades. Para isso, contam com entidades disponibilizadas na estação e seus respectivos recursos.

Ao passar por uma estação, o usuário toma algumas decisões associadas a cada atividade que vai realizar ao longo de seu percurso, como: qual direção tomar, se já possui ou não bilhete, se utiliza a escada rolante ou a escada normal, qual vagão deve escolher, etc. Cada atividade realizada pelo passageiro, envolve as distintas entidades que compõem o seu percurso, a fim de realizar seu propósito de embarque ou desembarque na estação. Por outro lado, para cada atividade há um fluxo de passageiros, com sua magnitude e distribuição estatística, determinando o processo estocástico de chegada, que ao interagir com o respectivo processo de atendimento, estabelece o desempenho e conseqüentemente o risco de superlotação vinculado a cada atividade. Para definir a distribuição estatística das atividades, foi utilizado o *software Input Analyzer*, aplicativo do *software* de simulação *Arena*, capaz de absorver os dados

fornecidos para uma variável e enquadrá-los no melhor esquema de distribuição de probabilidade disponível.

A Figura 2.4 representa um exemplo de fluxograma de atividades realizadas pelos passageiros em uma estação metroviária. Nesse fluxograma, para facilitar a compreensão, consideraram-se apenas as atividades e respectivas entidades envolvidas no sentido de entrada (embarque). Entretanto, é importante ressaltar que o fluxo de saída também deve ser levado em conta, e pode afetar a capacidade de escoamento (filas) e de armazenamento (concentração espacial de pessoas) para os fluxos dentro da estação.

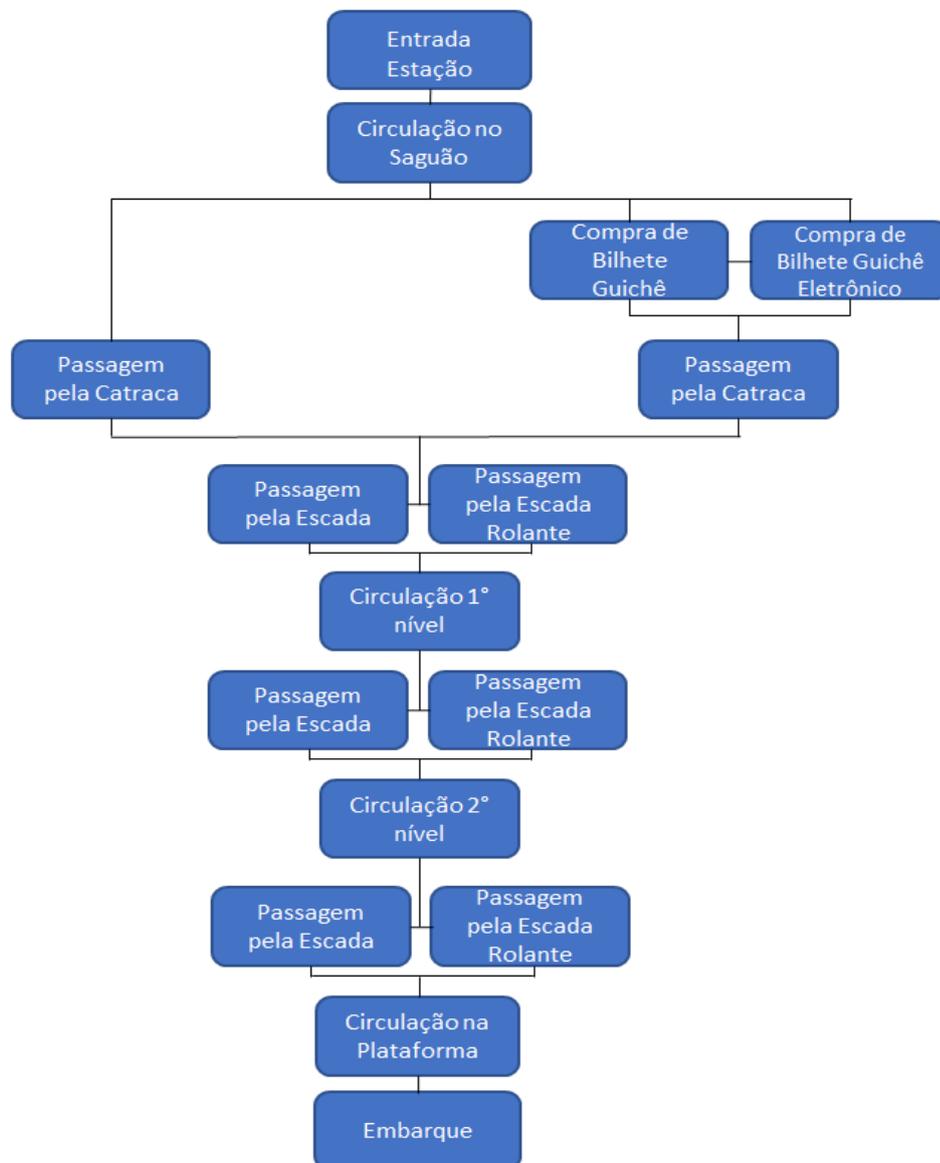


Figura 2.4 - Fluxograma das atividades

Fonte: Elaboração própria

A partir deste fluxograma, são descritas a seguir as atividades realizadas pelos passageiros na estação e as entidades intervenientes, que serão aprofundadas e melhor caracterizadas na seção 2.3 – com algumas de suas funções, capacidades de escoamento e/ou de armazenamento e respectivos indicadores de risco da superlotação. Além de também serem abordadas nos Capítulos 3 e 4.

➤ Entrada na Estação

Esta atividade simboliza o momento da entrada dos passageiros no sistema, sendo responsável por fornecer a taxa de chegada dos mesmos na estação com sua respectiva distribuição estatística. Tal atividade é influenciada pela quantidade de portas e capacidade das mesmas.

As entidades envolvidas e que interagem com a entrada dos passageiros são:

- Portas de Entrada;
- Área disponível do Saguão; e
- Área externa da Estação (passível de formação de filas).

➤ Circulação no Saguão

A circulação dentro de uma estação metroviária também é considerada uma atividade realizada pelo passageiro. Ao passar pela porta de entrada, o passageiro se encontra no saguão, onde tomará a decisão do seu próximo destino e, ao mesmo tempo, irá interagir com o fluxo de outros passageiros. Por ser próximo às saídas e ter uma capacidade consideravelmente alta, como será visto nas próximas seções, o saguão é o local sensível ao risco de ocorrer a superlotação.

Os indicadores de risco que envolvem esta atividade é a concentração ou acúmulo de passageiros dentro do saguão.

As entidades envolvidas e que interagem com a circulação no saguão são:

- Portas de Entrada;
- Catraca;
- Guichês; e
- Área disponível do Saguão.

➤ Compra de bilhete normal ou eletrônico

A atividade de compra de bilhete envolve alguns recursos que definem a taxa de atendimento e, conseqüentemente o tempo gasto na fila e o seu tamanho. Os guichês de compra de bilhete são componentes de processamento, caracterizadas pelo tempo de atendimento, suas estatísticas e distribuições. O tempo de atendimento e tamanho da fila definirá o tempo gasto por cada passageiro nesta atividade. Existem também guichês eletrônicos automáticos de compra de bilhetes que “concorrerão” com os guichês convencionais, dependendo de sua disponibilidade ou preferência do usuário.

É importante notar que nem todos os passageiros realizarão esta atividade pelo fato de uma parcela já possuir bilhete. Por essa razão deve ser feita a calibração dessa parcela real que já possui passagem e, portanto, deve se dirigir direto para a catraca.

Os indicadores de risco quanto ao escoamento dos passageiros são definidos pelo tempo médio gasto na fila e o seu comprimento médio dado em quantidade de usuários. Quanto ao seu acúmulo tal indicador refere-se à densidade de passageiros no saguão de entrada.

As entidades envolvidas são:

- Guichês;
- Guichês Eletrônicos; e
- Área disponível do Saguão.

➤ Passagem pela Catraca

As catracas funcionam como elemento de controle entre a área paga e a área não paga. São componentes de processamento e apresentam taxas de atendimento diferentes para passageiros que estão entrando e passageiros que estão saindo da estação. Os usuários que estão no sentido de acesso ao sistema demoram mais devido à necessidade da inserção dos bilhetes. Normalmente, as catracas têm seu sentido de fluxo definido pela administração do terminal, o que pode ser alterado, para a melhoria do nível de serviço, quando a taxa entre quantidade de passageiros em ingresso e egresso mudar.

Em alguns locais, porém, a catraca funciona apenas para os passageiros que estão entrando no sistema de transporte, e a saída para a área não paga das estações é feita por meio de outro elemento que só tem o fluxo permitido para um sentido. Em outros locais, o pagamento é feito por meio de um sistema em que não há separação física entre área paga e área não paga, sendo que o controle de cobrança ocorre dentro dos trens, no

desembarque ou na estação realizado por agentes de fiscalização das companhias de transporte (Guazzeli, 2011).

Os indicadores de risco que envolvem esta atividade quanto ao escoamento dos passageiros também são o tempo médio gasto na fila e o seu comprimento médio dado em quantidade de usuários. Quanto ao acúmulo de passageiros, tal indicador refere-se à densidade de passageiros no saguão de entrada que se somam aos que estão realizando a atividade de compra de bilhete, bem como a de circulação de passageiros (entrando e saindo da estação).

As entidades envolvidas são:

- Catraca; e
- Área disponível do Saguão.

#### ➤ Passagem pelas escadas e escadas rolantes

Para acessar outro nível dentro da estação, os passageiros precisam realizar a atividade de passar pelas escadas, sendo elas convencionais ou rolantes. Assim como na compra de bilhete, uma seleção é feita para decisão entre a opção de utilizar as escadas convencionais ou as escadas rolantes para ir de um nível a outra na estação. Os indicadores de risco que envolvem esta atividade também são a concentração de passageiros ou as filas que eventualmente se formam nas escadas.

As entidades envolvidas na passagem pelas escadas são:

- Escadas;
- Escadas rolantes; e
- Nível seguinte a da escada.

#### ➤ Circulação nos Níveis 2 e 3

A circulação nos Níveis 2 e 3 pelos passageiros se dá através do fluxo dos mesmos pelos corredores desses níveis. Esse fluxo é unidirecional em ambos os sentidos, devido ao formato linear dos corredores, não apresentando, portanto, muita complexidade ou obstáculos para os passageiros. A superlotação nesses pontos ocorre normalmente quando uma atividade ou entidade a frente atinge sua capacidade, propagando o acúmulo de passageiros até esse ponto. Outra possibilidade é quando o fluxo de entrada e de saída na estação é elevado, e o fluxo unidirecional não é bem

estabelecido, gerando um embate entre os passageiros que estão entrando e os que estão tentando sair da estação, como pode ser observado na Figura 2.5.



Figura 2.5 – Conflito dos fluxos de entrada e saída

Fonte: Campanella *et al.* (2015).

Os indicadores de risco que envolvem esta atividade é a concentração ou acúmulo de passageiros dentro dos corredores dos Níveis 2 e 3.

As entidades envolvidas e que interagem com a circulação nos Níveis 2 e 3 são:

- Corredor nível 2; e
- Corredor nível 3.

#### ➤ Circulação na plataforma

Essa atividade se dá pela interação dos passageiros que chegam ao local de embarque para aguardar a próxima composição e os que já desembarcaram e estão se retirando da estação. A plataforma, como já foi mencionado, é o ambiente mais crítico do estudo. É nela que devem ocorrer as maiores interações e, conseqüentemente, está mais propícia a superlotação. Devido à proximidade com o vão onde passa o trem, atingir a capacidade da plataforma deve ser evitada tanto quanto for possível pela administração da estação (Guazzelli, 2011).

Os indicadores de risco que envolvem essa atividade são a alta densidade de passageiros na plataforma e a formação de filas nos locais em frente às portas de embarque. Atividade intimamente ligada ao *headway* do metrô e de sua interação com o fluxo de passageiros que desembarcam.

As entidades envolvidas com essa atividade são:

- Plataforma; e
- Material rodante.

➤ Embarcar

Por ser o objetivo principal de uma estação metroviária, é também a atividade foco desta pesquisa e importante para o funcionamento do sistema. O embarque nada mais é do que a saída (escoamento) de passageiros do sistema. O escoamento se dá pela capacidade da composição metroviária de “retirar” os passageiros do sistema e, desta forma, liberar espaço na plataforma, o que depende dos lugares livres e disponíveis aos usuários que querem embarcar. O embarque é função direta do *headway* dos trens. Quanto mais tempo levar para chegar uma nova composição, maior será o acúmulo de pessoas na plataforma.

As entidades envolvidas são:

- Plataforma; e
- Material rodante.

Dessa forma têm-se as principais atividades a serem realizadas pelos passageiros dentro de uma estação metroviária. É importante ressaltar que, para o modelo de simulação desenvolvido, foram consideradas apenas as atividades descritas nesta seção.

### **2.3. Estação Metroviária e Suas Entidades**

Assim como na seção anterior, esta seção é composta de uma introdução a elementos que compõem uma estação metroviária. Neste caso, são tratadas as entidades, que são nada mais que os componentes da oferta de serviço presentes na estação e destinados a atender aos passageiros a realizarem suas atividades necessárias ao embarque e desembarque. Cada entidade possui sua capacidade de atendimento, sendo algumas dessas capacidades dadas por fluxo de atendimento (por exemplo: catraca e bilheteria) e outras por capacidade de ocupação (por exemplo: saguão e plataforma). A capacidade teórica de cada entidade pode ser vista na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Capacidade das entidades

Entidades	Capacidade
Portas de Acesso	2.150 pass/h/m
Saguão	A* N pass/m <sup>2</sup>
Guichê	360 pass/h
Guichês Eletrônicos	280 pass/h
Catraca (Entrada)	1.500 pass/h
Catraca (Saída)	2.000 pass/h
Escadas Convencionais (H≤4,00m)	1.500 pass/h/m
Escadas Convencionais (H>4,00m)	1.200 pass/h/m
Escadas Rolantes	6.500 pass/h
Corredores	3.000 pass/h/m
Plataforma	A* N pass/m <sup>2</sup>

Fonte: Guazzelli, (2011).

Onde:

A– Área disponível;

H – Altura;

Pass – Passageiro;

N – Densidade de passageiros (considerando o nível de serviço que se está trabalhando); e

h – hora.

#### ➤ Plataforma

A plataforma de embarque e desembarque, localizada no último nível, pode ser considerado o local mais crítico, por existirem diversas atividades acontecendo ao mesmo tempo. Aqui, os passageiros que estarão em egresso da estação, se necessário, formarão filas para subir aos níveis intermediários, com a utilização das escadas convencionais e escadas rolantes. A definição da localização das escadas ao longo da plataforma é um fator importante para que, posteriormente, os usuários possam se espalhar ao longo dos locais de acesso as portas dos trens, de forma a minimizar o conflito nos fluxos (Guazzelli, 2011).

As recomendações para as dimensões da plataforma, conforme mostrado na Figura 2.6, que é uma reprodução simplificada do manual do Metrô (METRO, 2008), apontam que a largura tem de ter no mínimo 4 metros, mais 60 centímetros de faixa de

segurança. O comprimento padrão da plataforma é de 136 metros. Com esses dados é possível encontrar a recomendação mínima da área das plataformas.

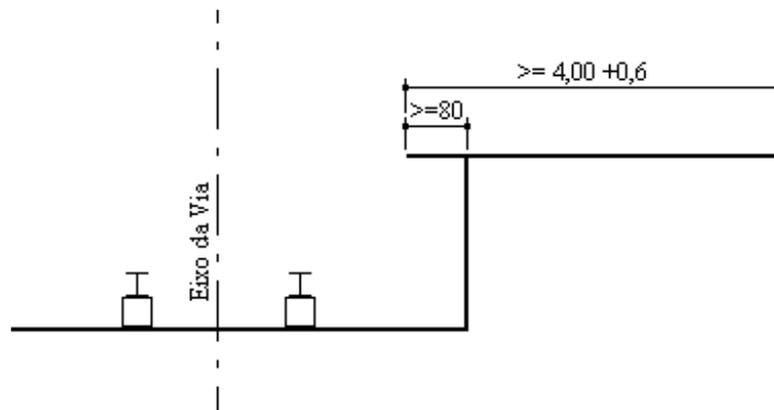


Figura 2.6 – Largura mínima da plataforma

Fonte: Guazzelli, (2011).

Respeitando a largura mínima definida, as diretrizes do Metrô indicam que a largura da plataforma deve ser tal que possibilite a acomodação de no mínimo 2/3 da capacidade de uma composição, somados à demanda acumulada durante o intervalo entre as mesmas. Para tal, a largura da plataforma pode ser definida através da seguinte fórmula, encontrada no material operacional do Metrô (Metrô, 2008):

$$L = 0,60 + 0,25 + \frac{N1+N2}{(C-2x0,25)x3,0} \quad (2.2)$$

Onde:

$L$  = largura da plataforma (em metros);

0,60 metro = faixa de segurança;

0,25 metro = afastamento das paredes;

$C$  = comprimento da plataforma (em metros);

$N1$  = número de embarques (ou de passageiros querendo embarcar) previstos durante o intervalo entre trens;

$N2$  = 2/3 da capacidade de um trem. Quando a plataforma for central, esse valor será multiplicado por 2; e

3,0 = densidade máxima admitida em LOS D (passageiro/ m<sup>2</sup>).

De maneira simplificada, é possível calcular a capacidade da plataforma, em nível de serviço de Fruin E como exemplo, multiplicando a área disponível pela densidade de passageiros pretendida da seguinte forma:

$$C = 4,0m * 136m * 3,0 \frac{\text{passageiros}}{m^2} = 2.632 \text{ passageiros.} \quad (2.4)$$

Sendo:

4,0m (Largura mínima excluindo os 0,6 de faixa de segurança); e

136m (comprimento da plataforma).

A Figura 2.7 representa o layout fornecido pelo MetrôRio da área da plataforma da estação Cardeal Arcoverde. A plataforma possui uma largura real de 5,4 metros e comprimento da plataforma de 140m (4 metros a mais que o padrão). Dessa forma, como será visto no Capítulo 4, tem-se a capacidade da plataforma da estação Cardeal Arcoverde (conforme Tabela 4.10).

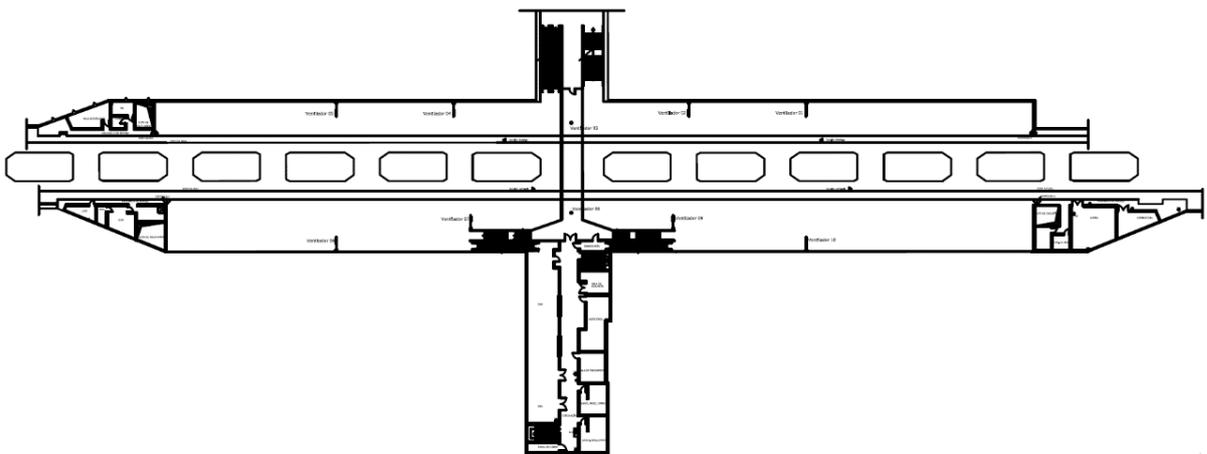


Figura 2.7 – Planta da plataforma da estação Cardeal Arcoverde

Fonte: MetrôRio (2019)

#### ➤ Portas de acesso

As portas de entrada, que fazem a conexão entre a estação e a rua, caracterizam-se como um componente de passagem. Suas dimensões são definidas em projeto, levando em consideração a quantidade esperada dos passageiros de entrarem ou saírem das dependências das estações. Por ser um elemento muito simples e barato em relação aos outros componentes, pode ter grandes dimensões e dificilmente apresentará filas ou

conflitos na operação, com exceção de alguns casos, como dias chuvosos por exemplo, quando pessoas tendem a ficar paradas em frente às saídas para se protegerem da chuva.

A capacidade para as portas de acesso (Tabela 2.2) está diretamente ligada à sua largura e quantidade de portas.

➤ Guichês

Os Guichês são componentes de processamento, caracterizados pela taxa de atendimento médio e seu desvio padrão por unidade de guichê. Também existem máquinas eletrônicas de compra de bilhetes que “concorrerão” com as bilheterias convencionais e alterar seu carregamento. Sua capacidade é dada pela quantidade de passageiros atendidos em função do tempo, multiplicado pelo número de guichês. O mesmo vale para os guichês eletrônicos (Guazzelli, 2011).

➤ Catracas

Conforme mencionado anteriormente, as catracas funcionam como elemento de controle entre a área paga e a área não paga na estação. Seu sentido de fluxo pode ser alterado a qualquer momento, caso verifique a necessidade pela administração da estação, com o intuito de auxiliar na fluidez da movimentação tanto para o acesso quanto para o egresso na plataforma. Sua capacidade é dada pelo fluxo de passageiros por hora pela quantidade de catracas.

➤ Saguão

No primeiro nível da estação está alocado o saguão, conforme a Figura 2.8, que funciona como componente de aglomeração. Serve de local para agrupamento e formação de filas dos passageiros que descerão para os pisos intermediários. Por ser uma área coberta, em dias chuvosos o conflito neste local pode aumentar, pois parte dos usuários estará utilizando guarda-chuvas abertos assim que adentrarem no saguão, o que fará com que os passageiros necessitem de uma área maior e mais tempo para realizarem suas atividades.

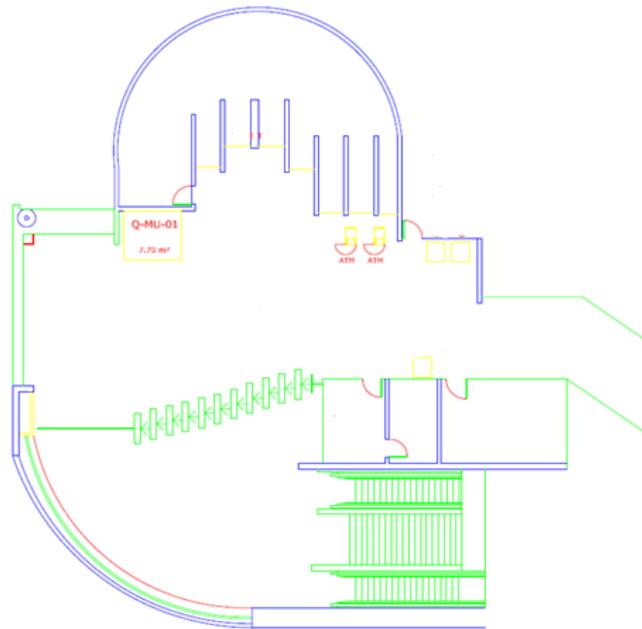


Figura 2.8 – Layout Saguão da estação Cardeal Arcoverde

Fonte: MetrôRio (2019)

Os guichês de compra de bilhete também estão localizados no saguão, onde ainda se encontram os guichês automáticos, as catracas e outros componentes que atendem as necessidades diversas dos usuários do sistema. Para todos os elementos de aglomeração, é importante ressaltar que seja contabilizado apenas o espaço útil, sem considerar cantos mortos que poderão camuflar níveis de serviço abaixo dos reais. Sua capacidade é dada pela concentração de passageiros por unidade de área útil (pass/m<sup>2</sup>). No nível de serviço de Fruin D, a capacidade típica do saguão não deve ultrapassar 3 passageiros por metro quadrado.

➤ Escadas

O dimensionamento das escadas tem por objetivo a capacidade de escoar com eficiência todo o volume de passageiros da plataforma, em um intervalo de tempo menor ou igual ao intervalo entre trens. Desse modo, é garantida a evacuação dos passageiros, evitando que o sistema entre em colapso. As catracas, corredores e rampas devem permitir o mesmo escoamento previsto para as escadas, evitando assim pontos de gargalo.

As escadas são componentes de circulação e fazem a conexão entre o saguão e os níveis intermediários, e esses com a plataforma. Elas podem ser utilizadas tanto para a subida quanto para a descida, porém, esses fluxos opostos não devem causar interferência um no outro. De acordo com Kadokura (2012), por questões de

comodidade e conforto, a maioria dos passageiros prefere utilizar as escadas rolantes quando ascendendo para os níveis superiores, fato que deve ser calibrado no modelo de simulação. Em algumas estações em que há a integração com outros modos de transporte, como o rodoviário, pode ocorrer filas nas escadas, pois o carregamento dos passageiros se concentra em curtos períodos de tempo em que chegam os veículos. A capacidade de escoamento das escadas depende de sua largura e do fluxo de passageiros que por ali passa por hora. Em nível de serviço D, é de aproximadamente 1.200 passageiros por hora por metro de largura (Guazzelli, 2011).

➤ Escadas rolantes

As escadas rolantes também ligam o saguão aos pisos intermediários e, posteriormente, a plataforma. Em certos casos podem ser apenas de subida, deixando a descida apenas com as escadas convencionais. Diferente das escadas convencionais, sua capacidade é dada apenas pela quantidade de passageiros por hora, visto que sua capacidade é linear (Guazzelli, 2011). Além disso, a velocidade da escada rolante também funcionará como uma medida de controle, mas serão impostos limites de velocidade tanto inferiores quanto superiores para que se garanta a segurança e o conforto dos usuários.

Apesar de não ser levado em conta para o estudo de caso, é importante ressaltar que essa entidade, por contar com partes mecânicas, está sujeita a falhas e manutenção esporádicas. Este fato muitas vezes sobrecarrega as escadas convencionais, sendo um fator gerador de superlotação. A administração da estação precisa estar preparada para tais ocorrências.

A capacidade de escoamento das escadas rolantes depende de sua largura e do fluxo de passageiros que por ali passa por hora. Em nível de serviço D, é de aproximadamente 6.500 passageiros por hora (Guazzelli, 2011).

➤ Segundo e Terceiro Nível (corredores)

Os corredores do segundo e terceiro nível são considerados áreas de amortecimento, devido a sua grande capacidade de armazenamento de passageiros. Caso haja uma superlotação no nível da plataforma, essa área deve atender e suportar o excesso de passageiros.



Figura 2.9 – Corredor do terceiro nível da estação Cardeal Arcoverde

Fonte: Campanella *et al.* (2015).

A Figura 2.9 mostra o desembarque dos passageiros no corredor do terceiro nível, logo após a chegada de uma composição, na época do evento da Jornada Mundial da Juventude, em 2013. Seu recurso é dado pela quantidade de passageiros por unidade de área útil ( $\text{pass}/\text{m}^2$ ), onde a densidade recomendada é de 3 passageiros por metro quadrado. Porém deve ser levada em consideração a existência de interferências de fluxos, que serão medidas mais qualitativas, como esteiras e barreiras.

#### ➤ Material Rodante

O material rodante é a principal entidade responsável pelo escoamento do sistema. Com a chegada de uma nova composição, a plataforma tende a ser liberada para a chegada de mais passageiros. Esse escoamento é controlado pelo *headway*.

O recurso dessa entidade é dado pela sua capacidade em passageiros por composição em função do tempo do *Headway*. De acordo com Carvalho (2017), esse tempo de *headway* pode variar ao longo do dia, sendo, em média, em torno de 2 minutos e trinta segundos a 3 minutos em horário de pico e até 6 minutos fora do horário de pico (ou mais, no período noturno e finais de semana).

Segundo a empresa chinesa Chanchung Railway Vehicles, fornecedora dos novos modelos de trem do MetrôRio, uma composição com sua capacidade em nível de

serviço D pode comportar até 2.240 passageiros, o que torna a capacidade de escoamento efetiva do material rodante, no horário de pico, de aproximadamente 45.000 passageiros por hora, considerando que a composição chegue vazia na estação. É importante ressaltar que, apesar desse fato ser assumido no modelo de simulação adotado no estudo de caso do Capítulo 4, na prática, isto não costuma ocorrer, principalmente nos períodos de pico.

Para evitar a superlotação, uma série de recomendações e estratégias encontradas na bibliografia referenciada, que envolvem as entidades e atividades presentes na estação, são utilizadas para o seu dimensionamento físico e operacional. Tais estratégias buscam aliviar o sistema e fazer com que o mesmo retorne ao seu funcionamento normal, focando em corrigir irregularidades em cada atividade.

## **2.4. Estratégias**

Conforme mencionado na introdução desta dissertação, em relação ao procedimento metodológico proposto, para prevenir que a estação metroviária chegue a níveis críticos de serviço, e possivelmente atinja a superlotação, algumas estratégias mitigadoras são comumente utilizadas pela administração. Derivadas do estado em que se encontram os indicadores de risco nas diferentes atividades e entidades, tais estratégias são adotadas em função das necessidades onde se apresenta o problema, buscando sanar o desequilíbrio entre o recurso disponível para a atividade em questão e a demanda. Cabe à administração da estação analisar a situação, estabelecer a sua intensidade através dos indicadores de risco e decidir se deve ou não intervir para a sua solução. Ao agir, deve-se definir qual a estratégia, ou conjunto de estratégias, é mais eficaz para solucionar o problema.

Nesta dissertação, as estratégias serão caracterizadas e classificadas em função de sua atuação, sendo ligada diretamente às atividades e entidades. Dentre elas, destacam-se a seguir as mais frequentemente observadas na literatura, como confirmam Sun (2010), Kadokura (2012) e Gao (2016).

### ➤ *Headway* variável em função do horário de pico

Durante o horário de pico (normalmente de 7h às 9h e de 17h às 19h), as estações nas grandes metrópoles costumam receber um aumento significativo na taxa de chegada de passageiros, muitas vezes sobrecarregando o sistema em condições típicas nos dias

úteis. A variação do *headway* em função dessa taxa de chegada de passageiros é uma das estratégias mais utilizadas em todo o mundo devido a seu conceito simples e eficaz (Sun, 2014).

Com o aumento da demanda, o sistema necessita diminuir o tempo de chegada da próxima composição, para então escoar a estação e diminuir o risco de superlotação. Esta é uma estratégia pontual que busca proporcionar uma capacidade na oferta de composições compatível com a demanda de viagens, renovando os espaços livres nas plataformas em sintonia com a taxa de chegada de passageiros.

➤ Aumento do número de composições circulando

Essa estratégia está diretamente ligada à anterior, tendo em vista que, ao se aumentar a quantidade de trens em circulação, inevitavelmente deve-se diminuir o *headway* entre uma composição e outra. Assim como o *headway* variável, o aumento do número de composições tem como objetivo atender aos passageiros nas estações com maior agilidade. Porém, com essa adição de material rodante (trens), aumenta-se o custo de operação do sistema.

Essa estratégia está associada à entidade do trem (ou material rodante) e se dá pelo aumento da oferta do sistema, injetando mais unidades em circulação com intuito de escoar mais passageiros na estação. Esse aumento gradual é realizado em maior escala ao se aproximar do horário de pico e, da mesma forma, vai se reduzindo ao se afastar do mesmo.

➤ Implantação de Guichês eletrônicos

Esta estratégia agiliza a atividade da compra de passagem e evita a formação de filas nos guichês convencionais do saguão da estação. O conceito de bilhete eletrônico auxilia também na obtenção de dados para melhor compreender a taxa de utilização de uma estação metroviária. Essa estratégia foca em evitar a superlotação no nível do saguão (ou nível da rua), aumentando a oferta para atender a demanda na compra de passagens.

➤ Restrição e controle direcional do fluxo de passageiros

Esta estratégia visa evitar o conflito direto entre os fluxos de passageiros que estão entrando e os que estão saindo da estação. Essa restrição permite que a administração

proporcione uma fluidez melhor na movimentação dos passageiros na estação, evitando aumento da densidade em lugares mais propensos à superlotação.

Conforme pode ser visto na Figura 2.10, durante um evento no carnaval em 2013, a administração da estação optou por alocar uma divisória entre os passageiros que estavam desembarcando e os que desejavam realizar o embarque. É possível notar que, caso não houvesse essa divisão, seria muito difícil a passagem dos passageiros tentando embarcar, o que causaria um tumulto, tendo em vista que o fluxo no sentido oposto é muito maior neste momento. Essa é uma estratégia voltada para os níveis intermediários (segundo e terceiro nível).



Figura 2.10 – Controle direcional do fluxo de passageiros

Fonte: Campanella *et al.* (2015).

➤ Bilhetes com horários marcados

Para melhorar o controle do sistema em relação à taxa de chegada de passageiros, a administração da estação impõe um determinado intervalo de horário para a chegada dos mesmos, com intuito de melhor distribuir esta demanda ao longo do tempo, de maneira a se garantir uma taxa de chegada previsível e compatível com a capacidade de atendimento.

Esse controle é possível graças a venda antecipada de bilhetes com o horário marcado, como pode ser visto na Figura 2.8. Essa estratégia é bastante utilizada em grandes eventos como em shows como o Rock in Rio e no Réveillon, onde a estação poderia receber uma demanda maior que a normal, em um curto espaço de tempo. É importante salientar que, na maioria das vezes, esse incremento da demanda já é esperado pela estação, portanto a mesma já está previamente preparada para recebê-la. Essa estratégia é generalizada, e busca evitar a superlotação em todas as entidades e atividades da estação.



Figura 2.11 – Bilhetes com horário marcado

Fonte: Site G1 (2018).

➤ Retenção da entrada de passageiros até que a plataforma seja liberada

Em uma situação já crítica de superlotação, é necessário que haja liberação da plataforma de embarque e desembarque para que o sistema volte a funcionar com segurança. Caso a administração da estação verifique essa necessidade, um bloqueio na entrada de mais passageiros no sistema se faz necessário até que o mesmo retorne a normalidade. Esse bloqueio pode ocorrer tanto nas catracas, quanto nas portas de acesso da estação. Essa estratégia tende a ser a mais eficiente em casos críticos, tendo em vista que a demanda de chegada de novos passageiros será obstruída, até que a oferta da estação se normalize e possa atender aos novos passageiros.

➤ Sinalização Visual

Quando o passageiro não é familiarizado com a estação, ele tende a permanecer mais tempo que o necessário dentro da mesma, seja procurando uma saída ou qual sentido do trem deve pegar para seguir na direção desejada. Para esses casos a estação deve contar com letreiros, sinais eletrônicos e, até mesmo, funcionários treinados para direcionar os passageiros. É uma estratégia simples, porém eficaz, garantido que o fluxo na estação siga com fluidez, o que se torna fundamental quando se precisa escoar e remanejar os passageiros em condições de risco de superlotação.

➤ Mudança no sentido das escadas rolantes

Quando se faz necessária uma liberação rápida do sistema, as escadas rolantes no sentido oposto ao de saída da estação reduzem a área circulável da mesma, dificultando a sua liberação. Com a mudança de sentido ou paralização das escadas, seria possível que os passageiros utilizassem a mesma durante uma evacuação da estação.

Essa medida é pontual, pois atua apenas nas escadas, aumentando a oferta da estação no que diz respeito à utilização do espaço para evacuação.

➤ Fluxos Bidirecionais

Durante um grande evento, como o réveillon, uma quantidade maior que o normal de pessoas busca a estação Cardeal Arcoverde para se direcionarem a queima de fogos na praia de Copacabana. De acordo com Campanella *et al.* (2015), nas operações passadas, horas antes do evento, o fluxo de saída de passageiros da estação era muito maior que o fluxo de chegada. O principal problema ao andar em pequenos números contra um grande fluxo é a impossibilidade de formar filas organizadas. Cada passageiro enfrenta em seu caminho uma multidão na direção oposta, gerando uma redução na capacidade da estação e podendo causar acidentes (Figura 2.5). Uma estratégia ideal para esse tipo de situação foi a determinação de que nenhum embarque de passageiros fosse permitido durante a operação de réveillon. Isso exigiu uma campanha de informação eficiente antes do evento para evitar descontentamento da população.

➤ Aumentando o número de funcionários

Um dos aspectos mais importantes observados em situações de superlotação é a sobrecarga dos funcionários. Eles são responsáveis pelo gerenciamento de multidões

dentro da estação e são coordenados via rádio pela administração que está observando os monitores de CFTV (Circuito Fechado de Televisão) na parte administrativa da plataforma.

Em situações críticas são necessárias ações rápidas por parte dos funcionários, que por sua vez, devem ser treinados para tomarem decisões autônomas e eficazes. O aumento do número de funcionários garante uma maior eficiência no que diz respeito administrar situações causadas ou causadoras de superlotação.

➤ Revisão de sistemas de informação

O sistema de comunicação com os passageiros através de recursos visuais e auditivos também deve ser levado em consideração. Sinais que indicam saídas secundárias, informações do horário de chegada e direção dos trens, sistemas de alto-falante, etc. Tais sistemas auxiliam nas escolhas dos passageiros, evitando que os mesmos fiquem muito tempo parados ou tomem caminhos errados dentro das estações, facilitando assim o escoamento.

➤ Dispersando aglomeração de pessoas nas portas de acesso

Em dias de chuva as pessoas tendem a parar em frente às portas de acesso para abrir guarda-chuvas ou esperar a chuva passar, o que reduz consideravelmente a capacidade das portas no primeiro nível. Uma estratégia simples para solucionar esse problema é o posicionamento de mais funcionários, orientando as pessoas a se direcionarem a outros locais, ajudando na dispersão de bloqueios nas portas de acesso da estação.

➤ Providências em caso de parada automática das escadas rolantes (Kadokura, 2012).

Problemas de funcionamento nas escadas rolantes faz com que o mecanismo de parada automática seja ativado com frequência. Depois que isso ocorre, é preciso um funcionário para bloquear o acesso à escada rolante, esperar até que ela seja esvaziada e, em seguida, reiniciá-la, sendo este o regulamento de segurança. Durante esse período, a capacidade da estação diminui substancialmente e começam a se formar filas na entrada das escadas.

➤ Gerenciamento do *headway* dos trens em grandes eventos

Durante operações especiais como, por exemplo, no Réveillon, muitas vezes a demanda de passageiros na estação só é proveniente dos trens, ou seja, somente existe o desembarque de passageiros na plataforma. Caso a plataforma não tenha sido esvaziada antes da chegada de outra composição, essa situação poderá colocar os passageiros em uma ocasião de risco. Portanto, para evitar a superlotação na plataforma, os trens devem ter sua velocidade reduzida ou até mesmo parados, até que qualquer problema de congestionamento na plataforma seja resolvido. Essa é uma estratégia delicada, pois deve ser realizado sem causar congestionamento para as outras estações.

Caso esta estratégia não seja suficiente, os trens deverão ser desviados para a estação seguinte. Essa opção é, normalmente, mal recebida pelos usuários no trem desviado e deve ser evitado, quando possível. Para aplicar o gerenciamento do *headway* do trem, é preciso avaliar a tanto a lotação atual da estação, como a do trem. Os indicadores mais utilizados nesta operação é o comprimento da fila nas escadas da plataforma e a concentração de passageiros na mesma. Um ou mais funcionários posicionados no nível superior ao da plataforma mantêm o controle do comprimento da fila, notificando a central de controle para desacelerar o trem quando os indicadores atingirem níveis críticos (Figura 2.12).

Este comprimento de fila crítico é tal que o espaço deixado no corredor da plataforma em LOS E pode receber um trem inteiro com nenhum passageiro na plataforma.



Figura 2.12 – Controle de fila

Fonte: Campanella *et al.* (2015)

Se após a chegada do trem atrasado, a fila ainda atingir o comprimento crítico, os operadores do metrô solicitam a central de controle para parar os trens. A decisão entre parar o trem ou contornar a estação será tomada pelos gestores do Centro de controle do MetrôRio de acordo com a posição do próximo trem e a aglomeração das estações a jusante.

Essas estratégias descritas anteriormente, dentre outras, deverão ser selecionadas em função do problema em questão, dependendo da atividade ou entidade onde o mesmo ocorre. A simulação deverá auxiliar na identificação de pontos de gargalo, formação de filas e/ou concentração de passageiros, tanto no que diz respeito ao layout da estação, como na logística de movimentação natural dos pedestres. Ela contribuirá na identificação dos problemas e teste dos efeitos das estratégias selecionadas, analisando a viabilidade e eficiência das mesmas.

Com base no referencial teórico e na análise em campo, foi elaborada a Tabela 2.3, que fornece um resumo da relação entre as estratégias, a atividade/entidade em que atua e sua intensidade.

Tabela 2.3 – Relação entre estratégias, entidades e atividades

Estratégia	Atividade	Entidade	Intensidade
<i>Headway</i> variável em função do horário de pico	Embarque	Trem	Alta
Aumento do n° de composições circulando	Embarque	Trem	Alta
Guichês eletrônicos	Compra de bilhete	Guichês	Baixa
Restrição de movimentação p/ controle do fluxo	Circulação no 1° e 2° nível	Corredores do 1° e 2° nível	Baixa
Bilhetes com horários marcados	Passagem pela catraca	Catracas	Baixa
Retenção da entrada de pass. até a liberação da plataforma	Entrada da estação ou passagem pela catraca	Portas de acesso ou catracas	Alta
Sinalização visual	Múltiplas atividades	Múltiplas entidades	Baixa
Mudança no sentido das escadas rolantes	Passagem pela escada rolante	Escada rolante	Moderada

Fonte: Elaboração própria

A intensidade em questão se refere ao esforço necessário pelo sistema na implantação de tal estratégia relacionada. A seguir será abordado sobre a utilização da simulação computacional.

## 2.5. Simulação e o Software Legion

Uma das vantagens com a utilização da simulação computacional é a possibilidade de analisar as variáveis de um sistema complexo, entender como elas evoluem ao longo do tempo e obter uma visão geral através de um modelo matemático estocástico, representado em sua forma digital. Os simuladores são úteis para prever o resultado de um sistema real, submetido a diversas situações, sem necessitar que o evento real ocorra, projetando como o mesmo possivelmente se comportará. Construir um sistema assim, voltado para a movimentação de passageiros dentro de uma estação metroviária, exige compreender como o fluxo de pedestres funciona, se comporta e evolui. É necessário ressaltar que não existe uma única forma de modelar um sistema (Barceló, 2010).

Um dos pontos importantes quando se trata de simulação é a questão do custo. A chave para o desempenho ideal em um projeto é: testar antes de executar. A simulação baseada nos princípios científicos corretos permite testar planos antes de gastar o orçamento, revelando como otimizar em prol do uso da capacidade necessária, segurança e conforto.

Shukla (2009) afirma que a modelagem baseada em forças sociais de multidões de pedestres representa uma abordagem microscópica avançada, que permite simular a dinâmica da movimentação individual de cada pedestres. Esse tipo de modelagem, segundo o autor, tem sido utilizada de forma efetiva para simulações de pedestres em situações normais e de pânico. Segundo Helbing *et al.* (2005), o Modelo de Força Social tem como filosofia de modelagem subjacente o comportamento ou reação automática dos pedestres.

De acordo com Helbing, a simulação de passageiros pode ser executada de três maneiras distintas:

- Estratégico – Escolha de um objetivo (Destino final);
- Tático – Simulação macroscópica (Teoria do menor caminho); e
- Operacional – Simulação microscópica (Otimização de cada passo em função da situação).

Nas simulações microscópicas, cada passageiro é simulado e representado individualmente com um comportamento independente, o que não ocorre nas simulações macroscópicas, onde o simulador trata os pedestres como um único fluxo,

semelhante às partículas em um escoamento de um fluido. A Figura 2.13 ilustra a diferença entre as duas simulações.

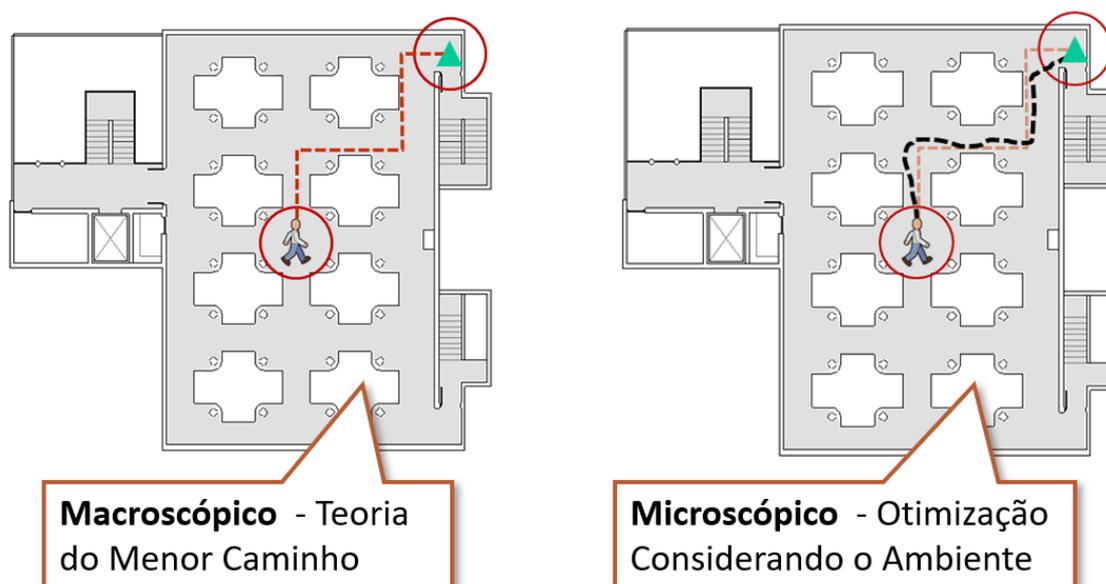


Figura 2.13 – Macroscópico x Microscópico

Fonte: Elaboração própria

Como uma combinação destes dois tipos, *softwares* para simulação de pedestres realistas vêm sendo desenvolvidos e aprimorados nos últimos anos (Suh *et al.* 2013).

Simulações deste tipo permitem o teste de diferentes demandas, inclusão de aleatoriedade, medidas numéricas, bem como visualizações de situações em tempo real (Xiao *et al.*, 2005). Elas são usadas para analisar a movimentação de passageiros, por exemplo, em aeroportos, estações ferroviárias e rodoviárias. O foco deste tipo de estudo é muitas vezes voltado para questões como densidade de passageiros e evacuações.

Nesta dissertação, a simulação servirá para identificar os indicadores de risco e testar os efeitos das estratégias selecionadas, analisando a eficiência das mesmas no que diz respeito à prevenção da superlotação. Através dela será possível analisar se as estratégias simuladas em estudo de caso são realmente as mais adequadas no que diz respeito a alcançar o objetivo proposto.

A utilização da computação, conforme já mencionado, é justificada pela facilidade em simular fatores e situações variadas, como por exemplo, alterações da demanda de passageiros ou a capacidade da oferta do sistema, com agilidade e baixo custo. Através dela será possível estabelecer vínculos entre as situações no cotidiano de uma estação metroviária e as causas geradoras da superlotação.

Os *softwares* responsáveis por essas simulações lidam com o comportamento dos passageiros e todas suas características, buscando simular suas interações e complexidades. Alguns dos *softwares* mais conhecidos nessa área são: Massmotion, Exodus, Simulex, Steps, Legion, Myriad, entre outros. Devido a sua facilidade operacional e licença fornecida pela empresa desenvolvedora, o *software* selecionado para utilização nesta dissertação foi o Legion.

O Legion, também conhecido como Legion SpaceWorks, é um dos *softwares* pioneiros no desenvolvimento científico de simulações do movimento de pedestres em ambientes variados. Reconhecido pelos principais consultores de engenharia e arquitetura de todo o mundo por ajudar a conceber e validar uma grande variedade de locais como:

- Estações ferroviárias e de metrô;
- Terminais de ônibus;
- Aeroportos;
- Esportes e locais de entretenimento;
- Grandes eventos internacionais (por exemplo: Jogos Olímpicos);
- As ruas de cidades (incluindo a interação com tráfego de veículos); e
- Edificações (com ênfase em evacuação).

O Legion pode ser considerado como um simulador que adere ao modelo de simulação microscópica, onde as simulações são compostas por agentes autônomos independentes e com inteligência artificial para solução de problemas, obedecendo às regras do modelo OMCA (do inglês, *Objective, Mobility, Constraint and Assimilation* – Objetivo, Mobilidade, Restrição e Assimilação). Estes agentes movem-se no interior do cenário bidimensional projetado, analisando e reagindo a alterações nesse ambiente, incluindo respostas ao comportamento de outros agentes e entidades. Dessa forma, é possível variar diversos parâmetros da simulação e analisar os efeitos nas interações de cada evento. Essas variações nos parâmetros podem ser, por exemplo, aumento da taxa de chegada de passageiros, incremento do número de composições ou guichês de atendimento, alterações no sentido das escadas rolantes, entre muitas outras.

O Legion realiza a simulação de forma mais similar possível da realidade, levando em conta as suas intenções, preferências e percepções. O movimento dos passageiros simulados dentro dos modelos é baseado em pesquisas e estudos científicos do

comportamento dos pedestres em contextos reais. Esses estudos apontam como os pedestres se movem e interagem uns com os outros e vários tipos de obstáculos com base em suas próprias decisões (muitas vezes inconscientes). Estas regras comportamentais foram então usadas para construir agentes representativos e reativos de pedestres em movimento como pessoas reais. Os algoritmos são patenteados, e os resultados das simulações são validados em contramedidas empíricas e estudos qualitativos. De acordo com a própria empresa desenvolvedora, os agentes contam com um algoritmo avançado que leva em consideração:

- Seus objetivos;
- Preferências;
- Noção de tempo;
- Memória;
- Negociação com outros;
- Noção espacial;
- Percepção comportamental; e
- Movimentação sincronizada.

Certo grau de aleatoriedade também é considerado, visto que pessoas reais não são autómatos e que existem variações entre as decisões e ações de cada indivíduo no mundo real. O *Software Legion SpaceWorks* consiste em um conjunto de três módulos principais que permitem ao projetista construir, simular e analisar, qualquer movimentação dentro de um ambiente previamente desenhado em CAD. Esses módulos são:

- Model Builder (usado para criar modelos);
- Simulator (usado para executar simulações de modelos); e
- Analyser (usado para analisar os resultados da simulação).

#### 2.5.1. MODEL BUILDER

O processo de modelagem (construção do modelo) é a representação do funcionamento do sistema real no *software* de simulação, realizado por meio de uma planta 2D constituída de formas geométricas que representam os aspectos físicos do ambiente a ser simulado. O Model Builder é alimentado com todos os parâmetros e

dados de *Input* das entidades e seus recursos, a demanda e a oferta proveniente da análise do referencial teórico e da pesquisa em campo.

Esses dados podem ser a taxa de chegada de passageiros na estação, o *headway* do material rodante, a taxa de atendimento dos guichês, entre outros. Eles podem ser utilizados como valores médios para os parâmetros no modelo, assim como distribuições estatísticas geradas a partir de uma atribuição de dados sobre o parâmetro a ser inserido. São importadas também todas as variáveis dos elementos físicos da estação como dimensões de escadas e portas, quantidade de guichês e catracas, entre outros, em uma planta 2D, desenhada a partir de uma ferramenta CAD, similar ao AutoCad (Figura 2.14).

Todas as variáveis do modelo podem ser importadas diretamente para o Model Builder ou através de um Template eletrônico, onde os *inputs* do sistema são dispostos de maneira a facilitar a modelagem.

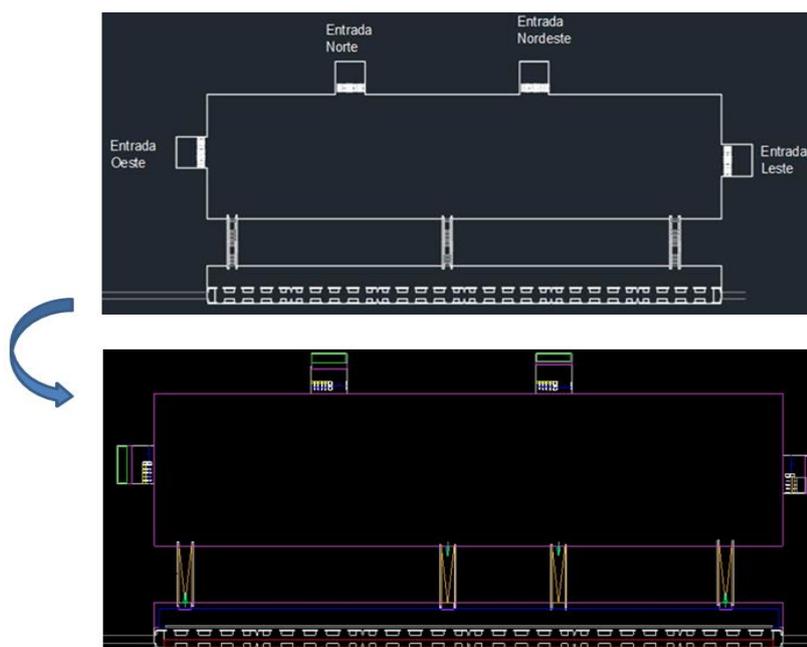


Figura 2.14 – Importação de Projeto para o Model Builder

Fonte: Elaboração própria

Neste ponto, somando-se os dados e o modelo lógico-matemático, tem-se uma representação do sistema no computador. Por meio do modelo, podem-se realizar vários cenários de simulação e coletar os resultados que mostrarão o comportamento do modelo bem próximo da realidade. A Figura 2.15 mostra o layout da tela principal no módulo Model Builder.

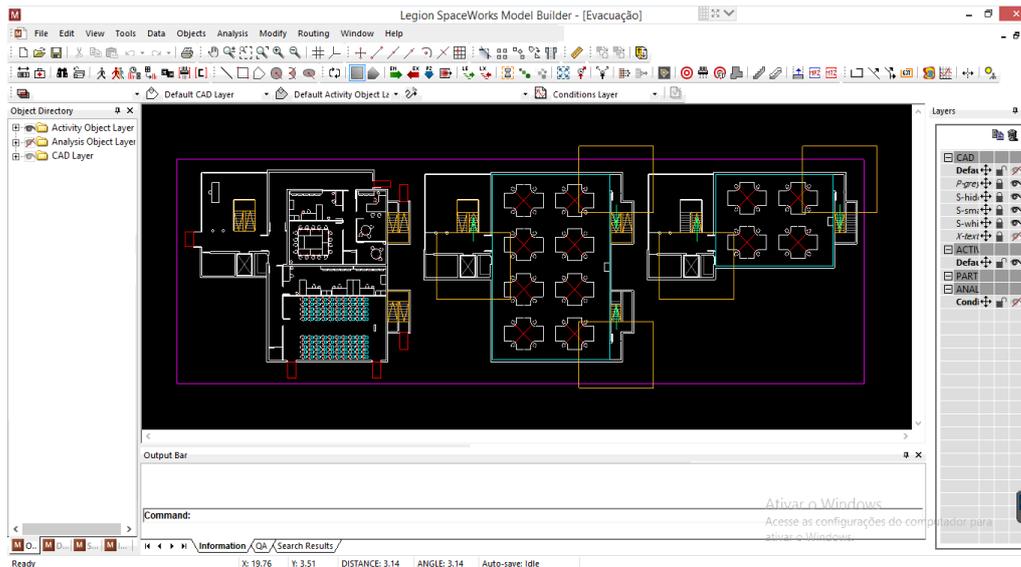


Figura 2.15 – Projeto no Model Builder

Fonte: Elaboração própria

O Legion SpaceWorks possui uma planilha Template em Excel que permite ao projetista definir todos os dados das variáveis do modelo. Esse Template possui 5 abas de trabalho descritas a seguir.

### Entity Profiles

Nesta aba, o usuário definirá a velocidade e tamanho (superfície) dos passageiros. É possível também considerar se os mesmos carregam bagagens ou carrinhos, o que afetaria sua velocidade e superfície.

### Entity

Responsável por definir qual o tipo de passageiro deve compor o sistema (sendo um ou mais tipos). Por definição, o Legion possui tipos de passageiros padrões, analisados e estudados através de pesquisas em campo.

### OD Matrix

O Template permite que o usuário crie uma matriz origem-destino para o modelo projetado. Os passageiros são designados às origens do modelo e, conforme necessidade ou determinação, se direcionam para o seu destino, passando por todas as atividades estipuladas no projeto.

## Data Profile

Este módulo é usado para definir o tempo de execução e especificar a maioria das variáveis a serem utilizadas no modelo. Seis tipos de perfis podem ser definidos: Perfis de chegada, disponibilidade, evento, saída, atraso e população.

Perfis de chegada e evento são histogramas baseados em linhas de tempo, que são definidas na área “Intervalos de Tempo” da simulação. A demanda de passageiros pode ser distribuída uniformemente em períodos de tempo amplos ou distribuída entre intervalos de tempo discretos. Todos os perfis de dados fazem referência à linha do tempo abaixo da qual eles aparecem, podendo ser definidas quantas linhas de tempo diferentes forem necessárias, conforme Figura 2.16.

## Origin Settings

Essa aba pode ser usada com objetivo de refinar dados de demanda associados a uma origem, criando distribuições de demanda para sub-origens ou especificar padrões de chegada contínuos ou periódicos, para serviços que talvez precisem ser combinados. A cada origem que requeira refinamento, existe uma Tabela de Origem, composta por duas seções, dividida em sub-origens e baseada na frequência, que pode ser usada separadamente ou em conjunto.

The screenshot shows the 'Data Profile' configuration window. It includes a 'Model Properties' section with start and end times, a 'Profile options table' with columns for profile type, name, origin, destination, noise, spread, and input, and a 'Time Intervals [h:mm:ss]' table with columns for time intervals and values. A 'Comments' table is also visible on the right side.

Profile type	Profile name	Origin name	Supply/Entity Type	Destination	Noise (Lower/Upper)	Spread (sec)	Input
Population	Required	Optional	Optional	Optional	N/A	N/A	Required
Arrival	Required	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional	Required
Availability	Required	N/A	N/A	N/A	N/A	Optional	Required
Event	Required	N/A	N/A	N/A	Optional	Optional	Required
Exit	Required	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Required
Delay	Required	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Required

Profile type	Profile name	Origin name	Supply/Entity Type	Destination	Noise (Lower/Upper)	Spread (sec)	Time Intervals [h:mm:ss]
Arrival	en Metro-T2-C	en Metro-T2	commuter	As OD matrix			08:00:00 09:00:00
Arrival	en Metro-T2-T	en Metro-T2	tourist	As OD matrix			150
Arrival	en Street-W	en Street-W	ST street	As OD matrix	0, 1	3600	250
Arrival	en Street-N	en Street-N	ST street	As OD matrix	0, 1	3600	150
Arrival	en Street-NE	en Street-NE	ST street	As OD matrix	0, 1	3600	220
Arrival	en Street-SE	en Street-SE	ST street	As OD matrix	0, 1	3600	180
Delay	DeP Buy Ticket Commuter						25
Delay	DeP Buy Ticket Tourist						45
Delay	DeP Shop Commuter						30, 45, 60
Delay	DeP Shop Tourist						60, 180, 300
Delay	DeP Ticket Gate						1,8
Arrival	en Light-rail	en Light-rail	ST Light-rail	As OD matrix		1	08:05:00 08:12:00 08:15:00 08:24:00 08:29:00 08:38:00 08:46:00 08:54:00 09:00:00
Availability	AvP Light-rail Board					60	25 50 25 25 25 25 25
							ON ON ON ON ON ON ON ON ON
Arrival	en Metro-T1-C	en Metro-T1	commuter	As OD matrix			08:00:00 08:20:00 08:40:00 09:00:00
Arrival	en Metro-T1-T	en Metro-T1	tourist	As OD matrix			50 150 100
							20 120 60

Figura 2.16 – Template – Data Profile

Fonte: Elaboração própria

## 2.5.2. SIMULATOR

O Legion conta com o módulo “*Simulator*” onde será realizada a etapa de simulação do evento.

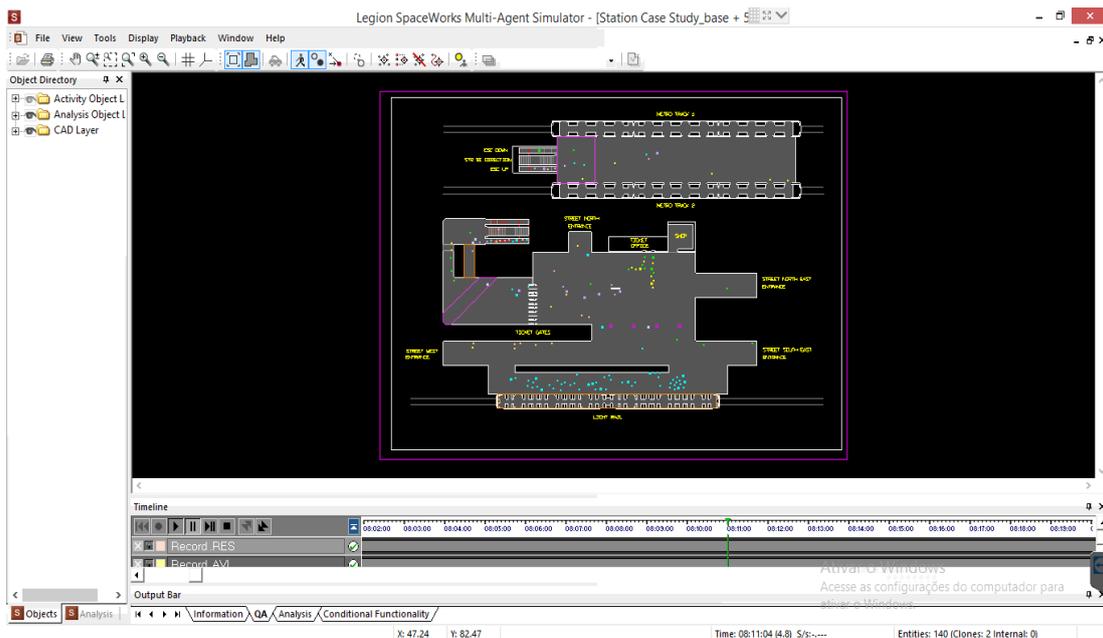


Figura 2.17 – Simulator

Fonte: Elaboração própria

Neste módulo é possível visualizar experimentos virtuais no projeto e a operação de um evento. Por exemplo, como os passageiros se movem através do ambiente, avaliação do impacto de diferentes níveis de demanda, a coleta de dados em um dispositivo de saída no formato de vídeo, entre outras funções.

No Simulator já é possível visualizar as decisões de movimento feitas por cada passageiro de acordo com suas preferências pessoais, objetivos e experiências recentes. Podendo assim avaliar qualquer tipo de indicador de risco de superlotação, através do acúmulo de passageiro ou da ocorrência de filas na estação metropolitana. A aplicabilidade da estratégia selecionada, e sua eficiência ou não, também poderá ser visualizada nesse módulo. A Figura 2.17 mostra o layout da tela principal no módulo Simulator.

### 2.5.3. ANALYZER

Por último, o analyzer é o módulo responsável pela análise dos resultados da simulação, podendo ser facilmente extraídos no formato de vídeos, planilhas, gráficos e mapas para relatórios e apresentações. O intuito é informar as partes interessadas sobre densidade de multidões, evacuação, utilização de espaço, custo social e caminhos preferenciais ao longo do tempo. A Figura 2.18 representa o mapa de ocupação, onde é

possível identificar as áreas com a maior ocupação de passageiros e o Gráfico 2.1 representa o número de passageiros embarcados em função do tempo.

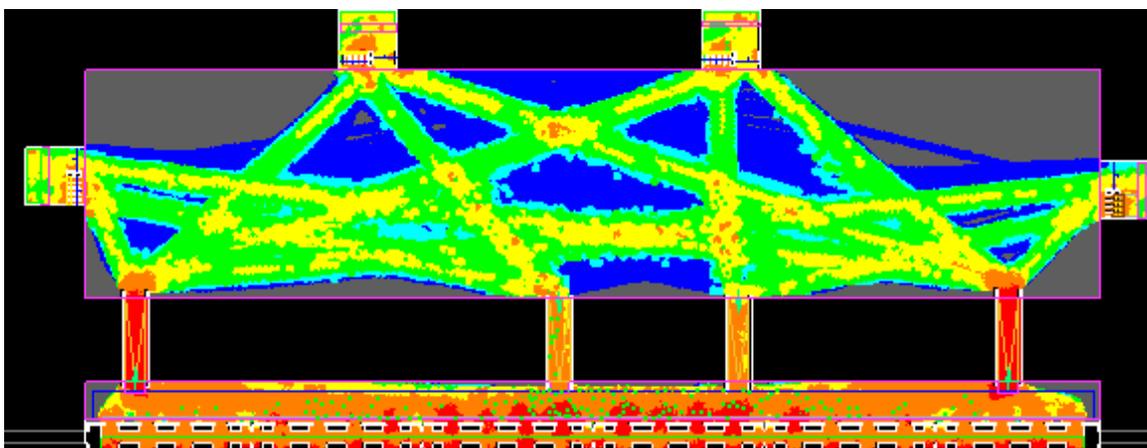


Figura 2.18 – Mapa de ocupação

Fonte: Elaboração própria

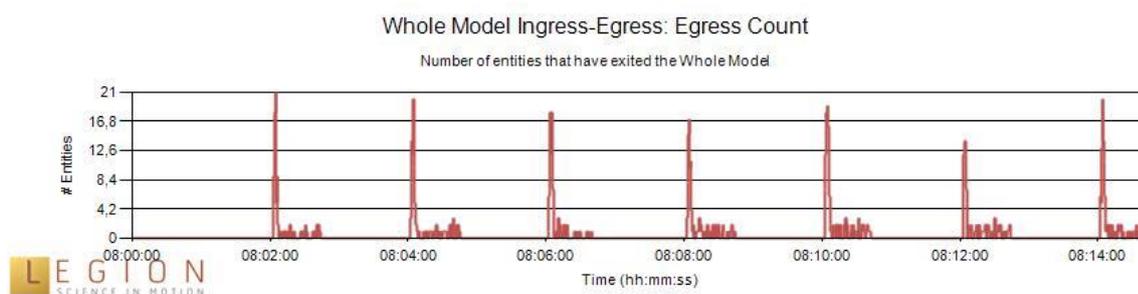


Gráfico 2.1 – Gráfico de contagem de escoamento

Fonte: Elaboração própria

## 2.6. Síntese

A bibliografia referenciada teve uma contribuição fundamental para obtenção de dados referentes à parte operacional de uma estação metroviária. Cada uma de suas atividades e entidades foram caracterizadas, bem como apresentadas – como já citado – algumas de suas funções, capacidades de escoamento e/ou de armazenamento e respectivos indicadores de risco da superlotação.

Poucas pesquisas, como é o caso de Congling (2010) e Sun (2014), tratam a superlotação com ênfase na antecipação de sua ocorrência, abordando o tema de forma preventiva. O foco do procedimento teórico proposto se dá não apenas na solução, mas também na prevenção da ocorrência de superlotação. Esse fator justifica a concepção de um procedimento metodológico que inclua um tratamento preventivo e não apenas

corretivo para os casos de superlotação de estações metroviárias, utilizando indicadores de risco, a abordagem sistêmica e não pontual, a natureza das estratégias e o uso das ferramentas de análise computacional. Algumas dessas estratégias podem ser consideradas nos cenários propostos a serem simulados (Capítulo 3), bem como no exemplo apresentado nesta dissertação (Capítulo 4).

Os resultados desta pesquisa, juntamente com o referencial teórico, ressaltam a importância da administração dispor de ferramentas de apoio na identificação de possíveis pontos de gargalo dentro da estação e na melhor compreensão do mecanismo de formação da superlotação, prevenindo dessa forma futuros acidentes. Essas são algumas das contribuições da presente dissertação que confirmam a relevância da elaboração de tal procedimento e serviram de guia no desenvolvimento do procedimento proposto no Capítulo 3.

### **3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

O procedimento metodológico representa uma das principais contribuições desta dissertação e contempla a análise do evento com auxílio da simulação computacional. Por meio do procedimento proposto será possível a identificação do problema, através de indicadores de risco da superlotação e a escolha da(s) estratégia(s) mais indicada(s), conforme mencionado na Seção 2.4.

A simulação é responsável por auxiliar na fase de teste de cada evento a ser investigado. Sendo assim, será possível a identificação dos fatores geradores do desequilíbrio causador da superlotação, bem como das estratégias tradicionalmente utilizadas pela administração das estações metroviárias em sua contenção. O procedimento metodológico proposto possui a capacidade de avaliar o desempenho operacional da estação, identificando a necessidade de implementação (ou não) das estratégias selecionadas mais eficazes para auxílio na redução de risco.

Um dos objetivos desta pesquisa é que o procedimento possa servir como um guia prático para auxiliar a administração, no que se refere à avaliação de desempenho operacional da estação metroviária sob sua responsabilidade. O procedimento é composto de cinco etapas sequenciais, divididas em subetapas, conforme a estrutura apresentada na Figura 3.1 e descrita nas seções subsequentes.

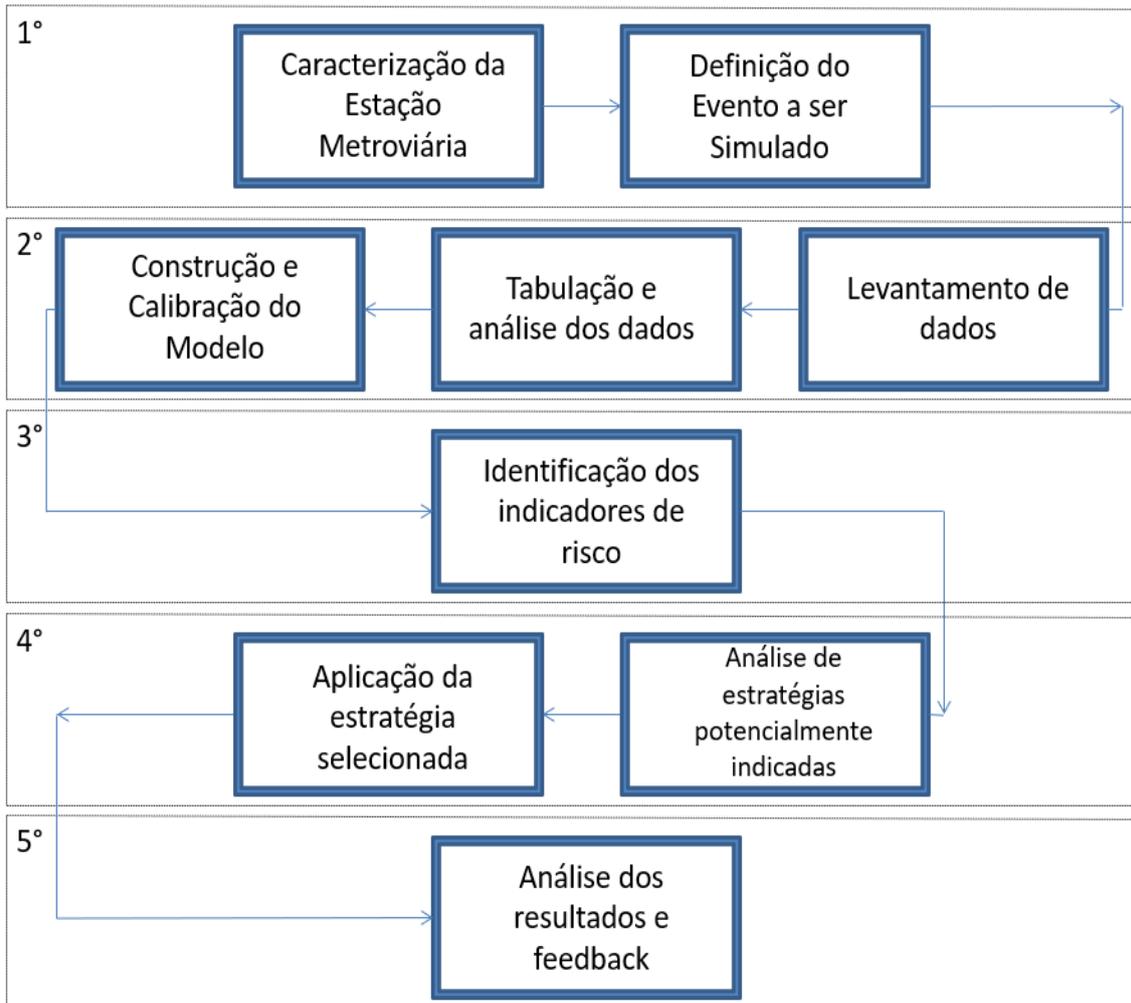


Figura 3.1 – Esquema geral do procedimento metodológico

Fonte: Elaboração Própria

Tal procedimento metodológico tem como objetivo de pesquisa aplicar os processos relevantes para a avaliação de desempenho operacional de estações metroviárias. Caso se verifique a necessidade, serão implementadas intervenções alternativas ao sistema, permitindo que a administração adote, por exemplo, diferentes estratégias de mitigação.

### 3.1. 1ª Etapa – Caracterização da Estação Metroviária e Definição do Evento

#### 3.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO

A caracterização da estação metroviária tem como objetivo o reconhecimento do local em que será realizado o estudo e coleta de informações. Esta etapa tem como

finalidade permitir um melhor planejamento das etapas a serem utilizadas no procedimento e uso dos recursos através de uma descrição física da estação para compreensão e análise do ambiente a ser construído e simulado. Em tal ambiente serão identificados, de forma exploratória e também levando em conta o conhecimento de profissionais que atuam no local, possíveis pontos de gargalos que afetam a fluidez do sistema e, conseqüentemente, se a estrutura da estação já possui uma predisposição para superlotação.

De posse dessa descrição, será possível representar a estrutura da estação analisada, que pode ser usada para testar o modelo de simulação proposto e fazer apresentação de seus resultados através de recursos de animação. Esses recursos são utilizados para apresentar a relação entre as entidades e atividades envolvidas no modelo.

### 3.1.2. DEFINIÇÃO DO EVENTO A SER SIMULADO

Após a caracterização da estação, com o intuito de definição dos parâmetros principais para a simulação, é necessária uma identificação e definição do tipo de evento a ser simulado. Tendo em vista que ele compreende diferentes condições potencialmente críticas e que requer uma atenção e planejamento por parte da administração da estação.

Esta etapa visa à definição dos cenários para simulação, que será desenvolvida no passo seguinte. Os estudos de simulação geralmente são feitos em um período limitado de tempo ou em um conjunto de períodos idênticos (Oliveira, 2013).

Para o procedimento proposto nesta dissertação, três eventos se mostram potencialmente interessantes para serem testados, sendo que apenas o evento b. Condição Normal - Horário de Pico será considerado no Capítulo 4, deixando os outros dois para trabalhos futuros. Os três eventos são:

#### a. Condição Normal - Fora dos horários de pico

Nessas condições, que tipicamente ocorrem fora dos intervalos entre 7h e 10h e entre 16h e 19h, a estação costuma funcionar com uma taxa de chegada de passageiros relativamente baixa ou moderada, estando a oferta de serviços da estação com capacidade disponível para atender tal demanda. Mesmo considerando uma aparente normalidade, não significa que determinadas

situações de risco, envolvendo a superlotação, não podem ocorrer. Como exemplo, um aumento súbito da demanda devido a uma greve ou um evento inesperado na oferta de serviços que afetam o desempenho da estação em questão. Portanto, a administração deve estar sempre preparada para identificar qualquer situação fora das condições normais e tomar as devidas precauções.

b. Condição Normal - Horário de Pico

Diferente do evento anterior, aqui estão sendo considerados os horários com as maiores demandas em um dia útil da estação e, conseqüentemente, mais sensíveis ao risco da superlotação. Esses horários são compreendidos dentro dos intervalos de 7h às 10h e de 16h às 19h. Apesar da demanda ser maior do que no evento anterior, o sistema já está programado para atendê-la. Isso se dá, na maioria das vezes, pelo aumento da oferta da estação, diminuindo o *headway* e aumentando o número de material rodante. Mesmo com essas medidas, a estação não está completamente imune à ocorrência de um incidente de superlotação causado, por exemplo, por uma falha mecânica no sistema.

c. Evento Extraordinário

Ao contrário dos outros dois eventos, este não pode ser considerado um cenário rotineiro. São eventos esporádicos, que ocorrem aleatoriamente. Como exemplo: o carnaval, o réveillon, o Rock in Rio, entre outros shows, eventos esportivos, etc. Apesar da demanda nesses eventos ser considerada alta e concentrada no espaço e no tempo, a mesma já é prevista. Portanto, a oferta para atendê-la pode ser programada e gerenciada, de modo que as instalações disponíveis tenham capacidade suficiente para receber essa maior taxa de chegada de passageiros. Bilhetes com horários pré-estabelecidos e aumento da oferta de material rodante são algumas das estratégias comumente utilizadas nesses cenários. É importante ressaltar que, para esse tipo de evento, a estação costuma estar repleta de turistas. Estes por sua vez tendem a se locomover com uma maior lentidão, pelo fato de não estarem familiarizados com o ambiente.

Nos dois primeiros eventos o risco da superlotação se dá decorrente de uma possível falha na oferta dos serviços, como um atraso na chegada do trem, ou de um aumento imprevisto da demanda. Enquanto no terceiro evento, o desequilíbrio seria resultante de um excesso da demanda prevista ou de uma falha no planejamento ou implantação da oferta de serviços, o que ressalta a importância destas atividades.

Esses eventos podem ser considerados os mais corriqueiros em uma estação metroviária e por esse motivo foram os escolhidos para serem analisados. Naturalmente outros eventos poderiam ser considerados, inclusive um cenário crítico envolvendo os dois casos: falha na oferta e excesso de demanda. Além de outros eventos de acordo com as especificidades locais.

Para que esses eventos possam ser representados com fidedignidade, faz-se necessária uma coleta de dados em campo e na bibliografia. Após, uma tabulação e análise dos mesmos, a fim de se obter informações preliminares relativas aos *inputs* (de entrada do modelo) e *outputs* (para calibrar o modelo) da modelagem por simulação, que serão apresentadas nas próximas etapas.

Essa coleta de dados deve ser realizada para cada evento a ser investigado e se estende a: taxa de chegada de passageiros e sua distribuição estatística, quantidade, localização e capacidade de entradas e passagens na estação; número de catracas e guichês; taxa de atendimento dos guichês e número de cabines disponíveis; número, tamanho e capacidade de ocupação das plataformas de embarque e desembarque, *headways* dos trens, entre outros.

### **3.2. 2ª Etapa – Obtenção e Tabulação/ Construção e Calibração do Modelo**

#### **3.2.1. OBTENÇÃO DE DADOS**

Os dados serão obtidos através da coleta de campo e coleta baseada nas informações e registros recebidos da administração (neste caso, da administração do MetrôRio) e referencial bibliográfico.

Deverão ser coletadas informações preliminares, relativas aos dados de *input* do modelo de simulação, destacando-se nesta etapa os atributos de estações metroviárias (dimensões da estação, número de guichês disponíveis, *headway* das composições, capacidade das entidades, entre outros).

De posse dos dados citados, será possível representar a estrutura da estação metroviária analisada, que pode ser usada para testar o modelo de simulação proposto e fazer apresentação de seus resultados através de recursos de animação que são utilizados para apresentar a relação entre as entidades e atividades envolvidas no modelo. Além do mais, esses recursos podem ser mostrados de várias formas, tais como: variáveis, ocupação de recursos ou outras expressões (Oliveira, 2013).

É importante ressaltar que em uma estação metroviária, podem haver diferentes dados de *input* com relação ao fluxo de passageiros para o modelo de simulação. Os que estão entrando na estação, e os que estão saindo (já realizaram a viagem). Diante disto, o procedimento metodológico proposto leva em consideração a modelagem por simulação no sentido de entrada na estação, ou seja, considerando o fluxo de passageiros que realizarão viagens. Isso se dá pela limitação na obtenção de dados estatísticos fornecidos pelo MetrôRio nesse sentido.

### 3.2.2. TABULAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nesta etapa são obtidas as variáveis associadas às estações metroviárias, que são dados sobre o sistema a serem anexados ao modelo de simulação, sendo que cada uma dessas variáveis possui a sua própria distribuição estatística. Ao padronizar e codificar as respostas obtidas com a aplicação da etapa de obtenção de dados, a tabulação facilita a leitura e análise dos dados coletados.

### 3.2.3. CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO

#### 3.2.3.1. Construção do Modelo

Para a construção do modelo de simulação foi utilizado o *software* de simulação Legion, na versão 6.5.2, que possui um ambiente que engloba lógica e animação com ferramentas de análise estatística, além de toda potencialidade com o ambiente operacional Windows, conforme apresentado na Seção 2.5.

O processo de modelagem (construção do modelo) é a tradução do funcionamento do sistema ao *software* de simulação Legion, realizado por meio de uma planta previamente construída (em CAD- computer aided design), constituído de formas geométricas que representam as entidades da estação. No Legion, essas formas geométricas são alimentadas pelas dimensões obtidas em campo ou na bibliografia,

sendo construída uma planta modelo através do módulo Model Builder, mencionado na Seção 2.5.1.

A esse modelo são anexados os dados de *input*, que abrange as entidades e atividades em estudo, envolvendo os recursos e as variáveis associadas à estação metroviária. Os recursos, como um todo, apresentam valores bem determinados, como, por exemplo, dimensões da estação, número de guichês, etc. Já as variáveis possuem valores que envolvem dados em função do tempo, podendo ter variações em torno de um valor médio, sendo recomendada a utilização de distribuições estatísticas.

No ponto de vista da parte dinâmica, ou seja, aquilo que se movimenta dentro do sistema (passageiros e o material rodante), elementos dos templates, conforme Seção 2.5.1.1., recebem dados da etapa anterior, que são importados para o sistema.

No Legion podem ser utilizados valores médios para os parâmetros no modelo, assim como distribuições estatísticas geradas a partir de uma atribuição de dados sobre o parâmetro a ser inserido. Vale ressaltar que essas distribuições são determinadas através da coleta de dados do parâmetro de interesse. Em seguida, os dados são agrupados no template e, a partir de então, adequados a uma distribuição estatística apropriada.

Dessa forma, tem-se uma representação do sistema no computador, onde é possível realizar alterações e testar diferentes estratégias nos cenários de simulação para então coletar dados de resultados que mostrarão o comportamento do sistema bem próximos da realidade.

### 3.2.3.2. CALIBRAÇÃO DO MODELO

A confiabilidade de qualquer simulador depende da sua capacidade em produzir resultados próximos à realidade. Para se obter resultados confiáveis de um modelo estocástico, é importante calibrar esse modelo em relação aos dados obtidos do mundo real. Desta forma, a etapa de calibração é parte fundamental do processo de modelagem.

A calibração normalmente é realizada a partir da coleta de dados em um período de tempo pré-determinado e tomando as medidas necessárias para conciliar o modelo com os dados do mundo real. Para garantir uma calibração correta, é aconselhável verificar o modelo comparando os resultados a um conjunto de dados independentes, o que não é uma tarefa simples.

De acordo com Araujo (2003), entre os fatores que contribuem para este fato é importante salientar: (i) a necessidade de um grande volume de dados, (ii) a difícil apropriação dos parâmetros que descrevem o comportamento do condutor, (iii) a falta de uma metodologia própria consolidada para a calibração de simuladores. Em decorrência dessas dificuldades, a calibração de simuladores é frequentemente realizada por tentativa e erro, onde o êxito do processo é dependente da experiência do usuário.

De acordo com Ayala (2013), os parâmetros básicos dos programas computacionais apresentam valores derivados das características de tráfego próprias do local onde esses programas foram desenvolvidos ou que representam condições genéricas definidas pelos programadores (são os chamados valores *defaults*). Esses valores dificilmente representam cada uma das realidades a ser estudada com os programas. Isto é, os modelos computacionais oferecem valores *default* para seus parâmetros, e aos analistas compete identificar quais os parâmetros que devem ser calibrados para produzir resultados apropriados à realidade. Esta calibração implica um determinado ajuste dos valores dos diferentes parâmetros que influenciam diretamente nos resultados da simulação. Por isso, é importante identificar os parâmetros em cada modelo com maior impacto sobre o resultado da simulação. Se for possível identificar um conjunto limitado de parâmetros para a calibração, este processo será mais eficaz e eficiente.

É importante enfatizar que no Legion, alguns dados sobre o evento (tempo de *headway*, tempo de atendimento das catracas e guichês e taxa de chegada de passageiros) são provenientes do cadastramento desses dados no template, conforme Seção 2.5.1, com o objetivo de concatenar as informações coletadas, produzir as variáveis sobre o sistema e, por fim, serem importados para o Legion, de forma a auxiliar na modelagem por simulação.

### **3.3. 3ª Etapa – Identificação dos Indicadores de Risco**

Esta etapa visa à identificação do estado dos indicadores de risco, conforme tratado na Seção 2.1.3, que apontam a causa de uma possível superlotação em uma estação metroviária. Conforme mencionado anteriormente, esses indicadores são identificados em função dos níveis de serviço da estação, que por sua vez, são normalmente expressos pela formação de filas, atrasos e concentração de passageiros (Figura 3.2). Eles estão diretamente associados à adequação da oferta de serviços para

atender os passageiros, no que diz respeito à realização de suas atividades necessárias ao embarque e desembarque, na estação metroviária. Dessa forma, os indicadores precisam ser constantemente monitorados, a fim de se avaliar o risco da superlotação causada por possíveis desequilíbrios entre oferta e demanda.



Figura 3.2 – Concentração de passageiros em uma simulação

Fonte: Site CIOreview (2014)

Através desse monitoramento, caso seja identificada a necessidade de aplicação de uma estratégia para mitigar os efeitos de uma possível superlotação, se dará início da parte operacional do procedimento. Para isto, é preciso estabelecer a magnitude e a natureza do risco dessa possível superlotação, o que envolve o tamanho da fila e a concentração de passageiros, bem como o tipo e o local das atividades e entidades afetadas.

Como exemplo, o serviço de administração da estação metroviária pode identificar, através do sistema de CFTV, um acúmulo de passageiros na plataforma de embarque ou um acréscimo constante nas filas da catraca ou guichês. Dessa forma concluindo se há ou não a necessidade de tomar providências para que a situação seja contornada, considerando-se o risco de superlotação. Caso se identifique a necessidade de ação para este cenário, a 4ª Etapa será iniciada. A Figura 3.3 mostra uma simulação realizada em uma estação metroviária. Nela é possível identificar o princípio de superlotação através de indicadores. Neste caso, formação de filas nas catracas e escadas.



Figura 3.3 – Filas nas catracas e escadas rolantes

Fonte: Manual MassMotion (2013)

#### **3.4. 4ª Etapa – Análise e Aplicação das Estratégias Potencialmente Indicadas**

Esta etapa consiste em estabelecer fatores causais que indicarão as medidas a serem tomadas em função da natureza e magnitude do risco de superlotação caracterizado anteriormente. O relacionamento entre as atividades e estratégias será estabelecido em função do local e intensidade do risco de superlotação. A administração identificará em qual atividade está ocorrendo o indicador de risco, conforme demonstrado na 3ª Etapa, e, em seguida, após a identificação da necessidade de ação, será escolhida uma estratégia, ou grupo de estratégias, dentre as apresentadas na Seção 2.4 do referencial teórico, definidas em função das atividades. A verificação da necessidade de aplicação de estratégias provém dos resultados do modelo de simulação quanto ao atendimento dos níveis de serviço. Conforme visto no Capítulo 2, o nível de serviço é um indicador, normalmente expresso pela formação de filas, atrasos e concentração de passageiros, utilizado para representar o risco de superlotação.

O motivo da escolha do nível de serviço fundamenta-se na revisão bibliográfica tendo em vista a facilidade de uso e por sua relação com as demais medidas de desempenho que são utilizadas para representar os indicadores de risco de superlotação em uma estação.

Os dados dos resultados parciais do modelo de simulação são analisados com o objetivo de gerar e comparar o nível de serviço do sistema com o real, para o qual foi definido o cenário de simulação. Dessa forma é verificado se o nível de serviço obtido reflete se o fluxo e concentração de passageiros é menor (ou não) que a capacidade do sistema (para a LOS definida para o evento simulado), com a intenção de determinar se será necessária a aplicação de intervenções no sistema.

Verifica-se que a estação em estudo está em boas condições de operação para o cenário em que foi analisado, uma vez que o nível de serviço obtido reflete que a demanda de passageiros é menor que a capacidade do sistema (relativo ao LOS especificado para o evento simulado). Neste caso, não haverá a necessidade de intervenções no sistema.

Em contrapartida, são definidas situações projetando uma demanda maior ou uma oferta menor do que a real com o intuito de analisar algum momento em que estação metroviária estará operando na situação onde qualquer desequilíbrio entre a oferta e a demanda pode gerar uma superlotação. Nesses casos a estação estará em más condições de operação e serão necessárias estratégias para solucionar o problema, conforme visto na Seção 2.4.

### **3.5. 5ª Etapa – Análise dos Resultados e Feedback**

Através dos módulos Simulator e Analyzer do *software* Legion, vistos nas seções 2.5.2 e 2.5.3, é possível obter dados necessários para a posterior análise dos resultados dentro do modelo de simulação proposto. Esses dados podem ser expressos através de tabelas, mapas e gráficos que servirão para determinar a veracidade do modelo e como *feedback* para calibração do mesmo.

Quando se tratar dos eventos onde a intervenção através da aplicação de estratégias se faz necessária no sistema, deverão ser testadas todas as medidas potencialmente indicadas para a situação. Deste modo, verificam-se as estimativas de desempenho de cada uma delas, levando em consideração seu grau de eficiência em relação às outras, bem como da aferição do nível de serviço.

O resultado servirá para informar a administração da estação metroviária se a estratégia, ou grupo de estratégias, selecionadas e testadas foram suficientes para prevenir ou restringir a superlotação. Caso contrário, ou seja, a não solução do problema, o resultado servirá como *feedback* para que nova(s) estratégia(s) seja levada

em consideração. Como diferentes estratégias alternativas aplicadas ao sistema apresentam diferentes benefícios identificados via simulação da operação, ficará a cargo da administração da estação metroviária decidir quais delas devem ser selecionadas, seja em função da capacidade, dos custos associados, ou de algum outro critério estabelecido.

É importante salientar que a simulação não é um instrumento para prever o futuro, mas sim para prever o comportamento de um sistema (Chwif e Medina, 2014). Porém, entende-se que este procedimento é uma importante ferramenta de planejamento a qual possibilita operações mais eficientes aos gestores de transportes e a administração da estação nos cenários futuros.

O próximo capítulo dedica-se a apresentação de um exemplo de aplicação do procedimento metodológico proposto, com a intenção de reforçar o entendimento e a aceitação das etapas vistas neste capítulo bem como estimular o seu uso.

#### **4. UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO**

Conforme mencionado nos capítulos anteriores, foi criado um procedimento metodológico para auxiliar a administração das estações metroviárias, a fim de prevenir ou conter a superlotação, a partir da técnica de modelagem por simulação. Para isso, são aplicadas estratégias presentes na literatura no intuito de alcançar o objetivo principal. Neste capítulo, são tratados – por meio de um exemplo – os principais aspectos que se referem ao objeto de estudo, que busca caracterizar e identificar situações indesejadas em uma estação metroviária, através da aplicação de estratégias adequadas para sua prevenção. Para tanto, e em função dos múltiplos componentes, conceitos e técnicas contempladas, este exemplo se mostra recomendado para contribuir na melhor compreensão do procedimento, servindo de guia para futuras aplicações e incentivo a sua utilização em problemas práticos por parte das administrações de estações metroviárias.

O exemplo foi direcionado à Estação Cardeal Arcoverde, uma das estações do MetrôRio, empresa que, em dezembro de 2009, passou a fazer parte do grupo Invepar – Investimentos e Participações em Infraestrutura S.A, juntando-se à CART – Concessionária Auto Raposo Tavares (SP), LAMSA – Linha Amarela S.A (RJ) e CLN – Concessionária Litoral Norte (BA) (Site [www.metrorio.com.br](http://www.metrorio.com.br)). Deve-se ressaltar o apoio do MetrôRio no fornecimento de dados que foram importantes mas não suficientes para o uso pleno do procedimento, destacando-se a demanda de passageiros adotada, restrita ao fluxo de entrada. Apesar da utilização desta demanda nesse exemplo, reconhece-se que os resultados carregam um viés por simularem uma menor taxa de escoamento e solicitação dos espaços e serviços no interior da estação. O que tende a superestimar o nível de serviço, melhorar o desempenho dos indicadores e, conseqüentemente, minimizar a ocorrência de riscos de superlotação. Portanto, a amplitude, o detalhamento e a conexão com a realidade desta aplicação naturalmente ficaram limitadas aos dados obtidos.



Figura 4.1 – Estações do MetrôRio  
 Fonte: www.metrorio.com

Atualmente, o MetrôRio possui três linhas em atividade, 14 pontos de integração e mais de 2.500 funcionários, com sua sede localizada no Centro do Rio de Janeiro. A Estação Cardeal Arcoverde é uma das 41 estações (Figura 4.1) que fazem parte da empresa MetrôRio. Inaugurada em 02 de julho de 1998, a estação Cardeal Arcoverde está localizada na Praça Cardeal Arcoverde (por isso o nome) no bairro de Copacabana (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Praça Cardeal Arcoverde

Fonte: Elaboração Própria

Considerando então a estação Cardeal Arcoverde como ponto focal para o presente estudo de caso, é apresentada a aplicação do procedimento metodológico proposto, que consiste em uma série de etapas, representado por meio dos cinco passos do Capítulo 3, conforme as próximas seções, seguindo-se das considerações finais e conclusão.

#### **4.1. 1ª Etapa - Caracterização da Estação Metroviária e Definição do Evento a ser Simulado**

##### **4.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO METROVIÁRIA**

A estação Cardeal Arcoverde é uma estação de forma longitudinal, com apenas uma rota possível entre a plataforma e a saída. A estação é composta de quatro níveis conectados por um conjunto de escadas e escadas rolantes (Figura 4.3): o nível da rua com os guichês de compra de bilhete, uma única fileira de catracas e duas saídas, dois níveis intermediários sendo longos corredores e o nível da plataforma.

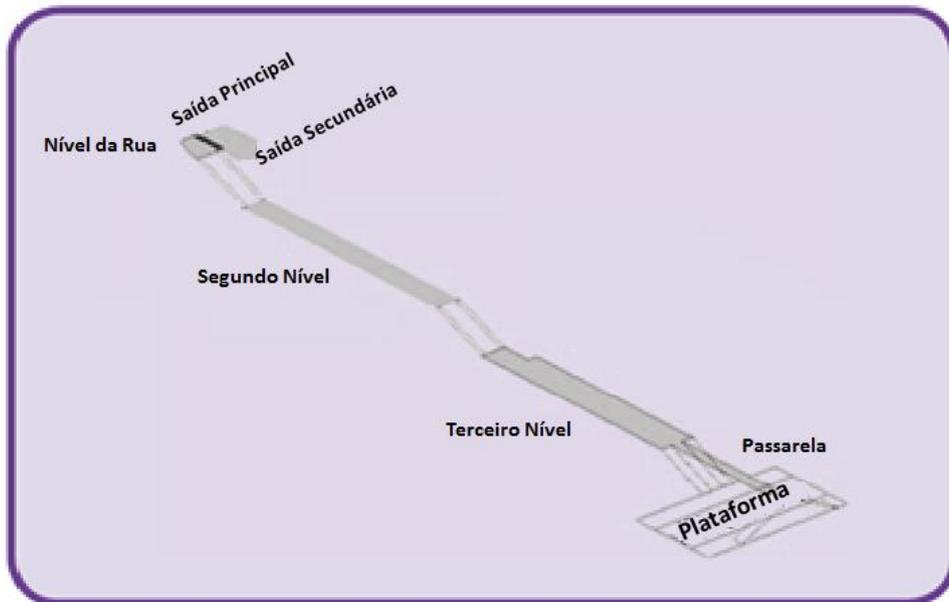


Figura 4.3 – Layout da estação Cardeal Arcoverde  
 Fonte: Campanella *et al.* (2015)

O nível da plataforma é composto por duas plataformas laterais divididas pelas pistas. O corredor do terceiro nível inicia como uma passarela com vista para a plataforma. A passarela recebe passageiros das escadas e escadas rolantes, e é a parte mais estreita de todos os corredores com 3,85 m de largura, o que poderia ser perigoso em uma situação de superlotação (Figura 4.4).



Figura 4.4 – Vista inferior da passarela  
 Fonte: Elaboração própria

A Estação Cardeal Arcoverde possui uma profundidade máxima de aproximadamente 53 m (em relação à superfície) e uma distância de aproximadamente 300 metros, da porta de acesso até a plataforma de embarque. Essa distância é basicamente linear, formada por longos corredores estreitos e com apenas uma opção de direção, como pode ser visto na Figura 4.5.

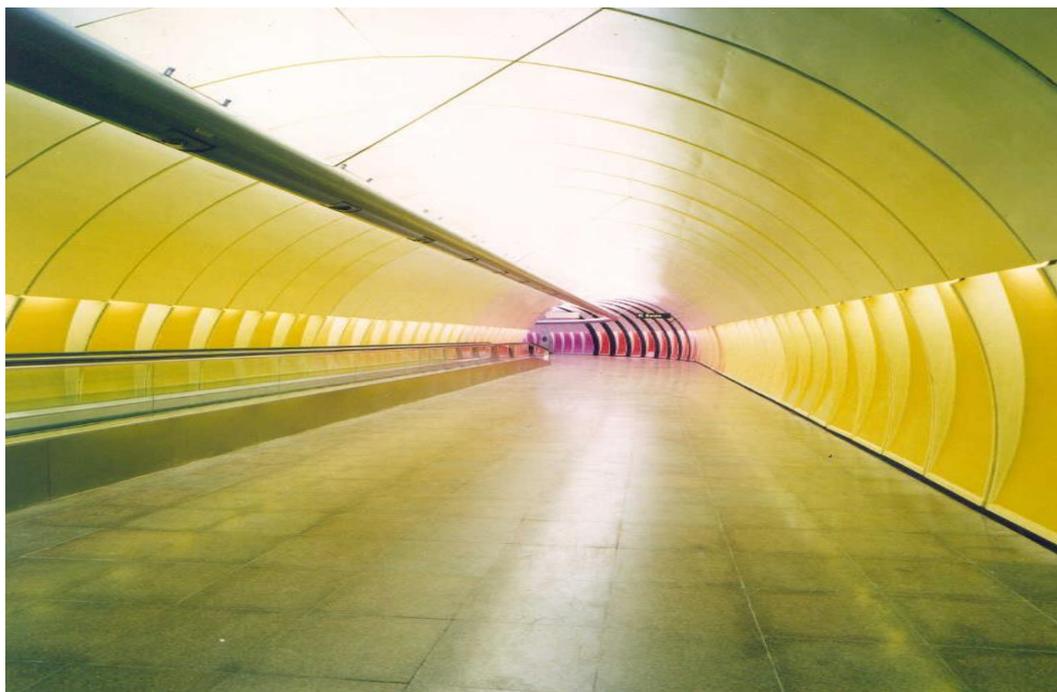


Figura 4.5 – Corredor da estação Cardeal Arcoverde

Fonte: Site Andrade Gutierrez (2005)

De acordo com Campanella *et al.* (2015), o tempo necessário para andar da entrada da estação até a plataforma, em LOS A (ou seja, liberdade total de movimentação), é de aproximadamente 5 minutos. Cada nível é conectado por um conjunto de escadas e escadas rolantes, e o nível de plataforma é composto por duas plataformas laterais, perpendiculares aos outros níveis e uma passarela com vista para a plataforma.

O layout da estação é muito simples. É uma rede linear com quatro níveis e três *links*, percorrida por fluxos bidirecionais, com a ressalva de que isso influencia negativamente na ocorrência de superlotação. Levando em consideração a estrutura simples e de fácil reprodução (Figura 4.3), esses foram alguns dos critérios de decisão adotados para a escolha dessa estação como estudo de caso.

De modo a verificar a evolução do sistema, foram utilizadas informações fornecidas pela administração do MetrôRio e retiradas do referencial bibliográfico relativas aos dados das estações da linha 1, em ambos os sentidos de tráfego, sendo estes sentidos Praça General Osório em Ipanema e sentido Uruguai, na Tijuca.

O esquema representativo da Estação Cardeal Arcoverde, fornecido pela administração do MetrôRio, onde podem ser identificadas todas suas entidades, conexões e complexidades, contendo indicações do fluxo de entrada (saída) de passageiros pode ser visto no Apêndice A – Layout Estação Cardeal Arcoverde.

#### 4.1.2. DEFINIÇÃO DO EVENTO A SER SIMULADO

Conforme apresentado na Seção 3.1.2, a segunda parte da primeira etapa do procedimento metodológico proposto consta da definição do evento a ser simulado. Esses podem ser: dentro ou fora do horário de pico em condições normais de operação, ou um evento extraordinário, como é o caso do Carnaval e Réveillon, por exemplo. Para o presente estudo de caso, considerou-se a situação em que, em condições normais de operação em dias úteis, a demanda é a maior. Ou seja, optou-se pela simulação durante o horário de pico da estação Cardeal Arcoverde. Em dias úteis esse horário ocorre entre os intervalos de 7h e 10h da manhã e de 16h e 19h da tarde. Nesses intervalos, a estação costuma funcionar com uma taxa de chegada de passageiros mais alta, quando em comparação ao resto do dia. Isso se dá pelo fato de os usuários estarem se dirigindo a seus afazeres no intervalo da manhã e retornando para casa no intervalo da tarde. A Tabela 4.1, fornecida pela administração do MetrôRio, mostra a quantidade média de passageiros que entram na estação Cardeal Arcoverde, em função da hora do dia, durante o mês de maio de 2018. Entretanto, como já citado, os dados sobre o fluxo de saída de passageiros não foram fornecidos, o que levou a considerar a demanda pelo fluxo de passageiros no sentido de entrada (embarque).

Tabela 4.1 – Taxa de chegada de passageiros

Estação	05-06h	06-07h	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h	18-19h	19-20h	20-21h	21-22h	22-23h	23-00h	TOTAL
CAV	103	423	903	1.188	1.046	748	638	738	787	867	1.099	1.424	1.646	1.519	964	635	413	334	212	15.687

Fonte: MetrôRio (2018)

Em situações normais, a estação está apta a produzir uma oferta de serviço capaz de suportar a demanda de passageiros, tanto fora, quanto dentro do horário de pico.

Porém, certas situações possíveis serão introduzidas com o intuito de levar o sistema ao limite, e dessa forma identificar pontos onde a superlotação pode vir a ocorrer. Essas situações podem tanto ser relacionadas ao aumento da demanda através do aumento da taxa de chegada de passageiros, quanto à diminuição da oferta devido a uma falha mecânica por exemplo.

#### **4.2. 2ª Etapa – Levantamento de Dados, Construção e Calibração do Modelo**

##### **4.2.1. LEVANTAMENTO DE DADOS**

Para a composição do banco de dados, foram agregadas informações de diversas fontes de dados. A lista a seguir contém as principais informações utilizadas e suas respectivas fontes:

- Visita em campo à Estação Cardeal Arcoverde;
- Pesquisa na internet;
- Informações fornecidas pelo MetrôRio, empresa administradora da estação Cardeal Arcoverde, incluindo:
  - Dados da taxa de chegada de passageiros da estação em função do horário (maio de 2018);
  - Dados do cronograma de saída das composições em função do tempo (maio 2018);
  - Layout da Estação Cardeal Arcoverde com algumas das dimensões em planta;
- Informações complementares obtidas no Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000); e
- Artigos referentes ao assunto pesquisados na bibliografia.

##### **4.2.2. TABULAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

Os dados coletados na etapa anterior foram tratados, com o objetivo de se obter as variáveis da estação metroviária, destacando-se: taxa de chegadas de passageiros, tempo médio de atendimento dos guichês (normais e eletrônicos), tempo médio de atendimento

das catracas, *headway* do material rodante, entre outros, a fim de calibrar o modelo de simulação. Essas variáveis sobre o sistema devem estar atreladas com sua entidade específica. Essas entidades foram detalhadas na Seção 2.3. Conforme visto, essas entidades são responsáveis por fornecer a oferta necessária para que os passageiros realizem suas atividades (Seção 2.2) até o embarque. As próximas seções apresentam a tabulação e análise dos dados de cada uma das variáveis associadas às entidades.

#### 4.2.2.1. Taxa de Chegada de Passageiros

Para o cálculo da variável da taxa de chegada dos passageiros na entrada do sistema, foram utilizados os dados disponibilizados pelo MetrôRio referentes ao mês de maio de 2018, conforme Gráfico 4.1. O gráfico ilustra a taxa de chegada dos passageiros média, em dias úteis, na Estação Cardeal Arcoverde, ressaltando em vermelho os horários com as maiores demandas no dia.

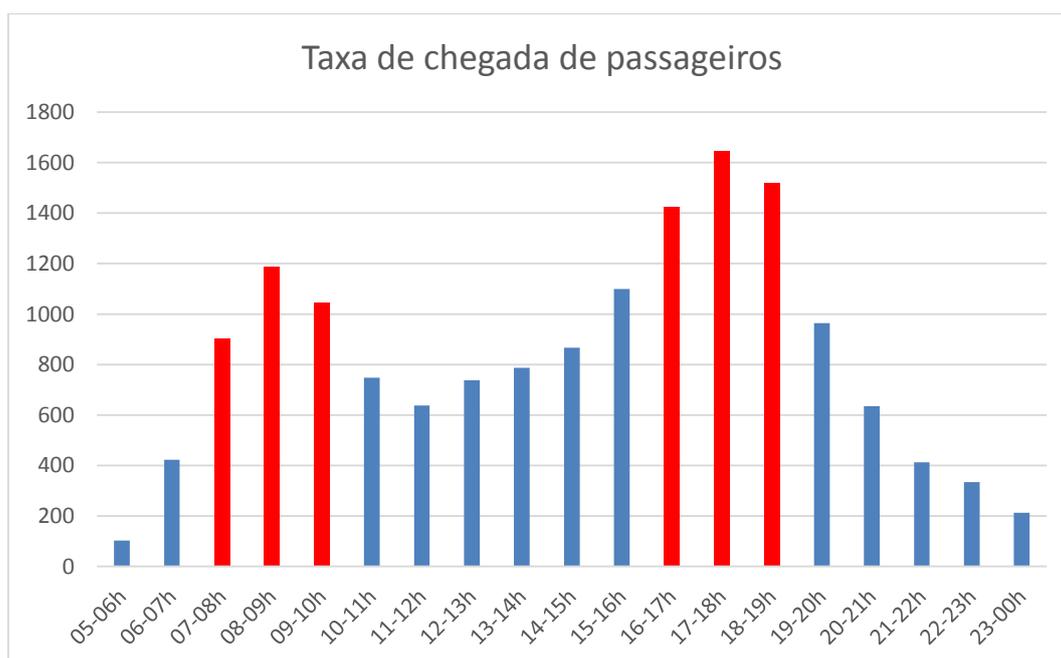


Gráfico 4.1 – Taxa de chegada de passageiros

Fonte: MetrôRio (2018)

O Gráfico 4.2 ilustra os volumes mensais (de janeiro a agosto) das linhas 1 e 2 do MetrôRio para o ano de 2017.

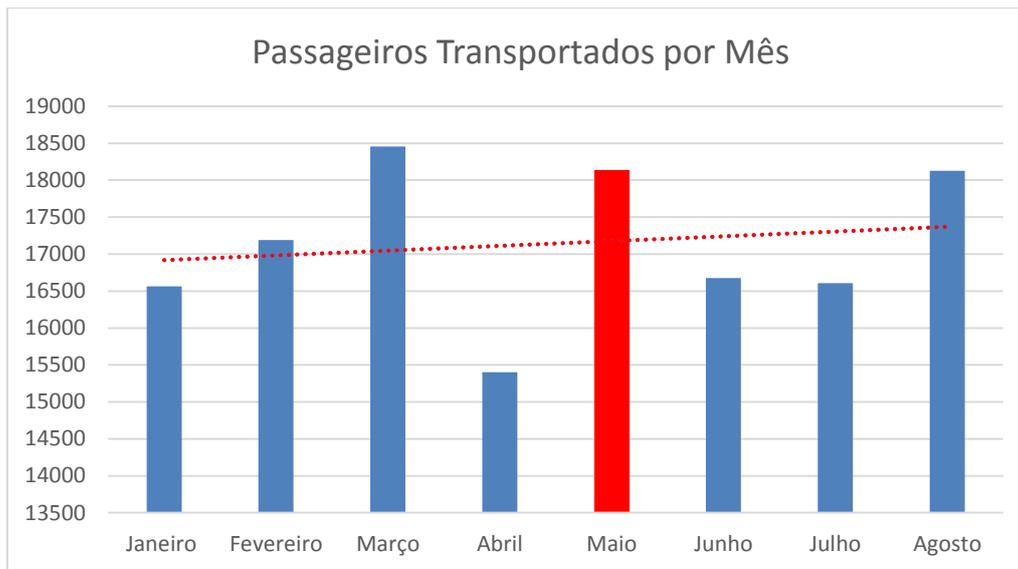


Gráfico 4.2 – Passageiros Transportados por Mês (2017)

Fonte: Relatório Mensal de Atividades CATRA (2017)

Conforme já foi mencionado, os estudos de simulação geralmente são feitos em um período limitado de tempo ou em um conjunto de períodos idênticos (Oliveira, 2013). Do Gráfico 4.2 é possível identificar que a quantidade de passageiros transportados no mês de maio (mês utilizado para o estudo de caso) está um pouco acima da média em relação aos outros meses com dados disponíveis. Como o procedimento busca analisar a estação em sua capacidade, e devido à dificuldade de obtenção de mais dados do sistema, assumiu-se como padrão a taxa de chegada de passageiros fornecida pelo MetrôRio (Tabela 4.1), sendo utilizada como *input* na simulação.

É importante ressaltar que, para o estudo de caso, considerou-se também um padrão para o perfil dos passageiros. Esse padrão provem do banco de dados do *software*, onde a empresa Legion executou uma extensa pesquisa em campo para estabelecer os padrões de perfil de usuários em estações metroviárias de países da Europa e Ásia, considerando sua velocidade, raio corporal, percentual de passageiros carregando bagagem ou carrinhos de mão, relação entre homens e mulheres, preferencias (entre escadas normais e escadas rolantes, por exemplo), etc.

#### 4.2.2.2. Tempo de Atendimento dos Guichês

Para o cálculo da variável do tempo de atendimento médio dos guichês normais (Figura 4.6), foram utilizados os dados medidos em campo na estação Cardeal Arcoverde, através de filmagem entre 8h e 9h da manhã, do dia 16 de abril de 2019.



Figura 4.6 – Guichês normais  
Fonte: Elaboração Própria

A estação conta com quatro unidades de guichês normais e duas unidades de guichês eletrônicos, sendo que, normalmente os 4 guichês normais só estão totalmente em operação durante o horário de pico ou sob grande demanda. Apesar de serem medidos os tempos em todos os guichês, foram utilizados para cadastro no *input* do modelo apenas um guichê normal e um eletrônico. Utilizou-se de um cronômetro simples para cadastrar os tempos medidos em uma planilha Excel com o objetivo de concatenar as informações coletadas e gerar a variável de tempo médio de atendimento. Esses dados são apresentados no Apêndice B – Tempo de Atendimento, tendo em vista que foram excluídos da amostra os pontos discrepantes. Esses pontos, por exemplo, ocorreram devido a uma falha no sistema ou dificuldade do atendente dos guichês em dar informações para um grupo de turistas, gerando dessa forma tempos de atendimento muito maiores que o padrão. É importante ressaltar que, para facilitar a análise, o tempo entre a saída de um passageiro do guichê, e a chegada de outro, foi considerado como sendo tempo de atendimento do segundo passageiro, ou seja, o intervalo entre um atendimento e outro foi adicionado ao tempo de atendimento do passageiro seguinte.

A Tabela 4.2 apresenta os resultados obtidos para a variável de tempo de atendimento médio dos guichês normais.

Tabela 4.2 – Tempo médio de atendimento dos guichês normais

	Tempo médio de atendimento (s)	Nº de Passageiros atendidos por hora
Guichê 1	16,33	220
Guichê 2	17,97	200
Guichê 3	20,25	178
Guichê 4	21,57	165

Fonte: Elaboração própria

Os resultados apontados na Tabela 4.2 diferem dos dados da Tabela 2.2 pelo fato de, no momento da medição, a estação estar operando com um nível de serviço confortável, o que faz com que os passageiros naturalmente tenham movimentos mais lentos. Esse fato implica que os guichês não estavam trabalhando com sua capacidade no momento da coleta de dados.

Foi utilizado o *software* Input Analyzer, aplicativo do *software* de simulação Arena, capaz de absorver os dados fornecidos para uma variável e enquadrá-los no melhor esquema de distribuição de probabilidade disponível. Para essa análise, utilizou-se do modelo de distribuição gama, conforme pode ser comprovada sua aderência através do Gráfico 4.3, representando o comportamento do Guichê 1.

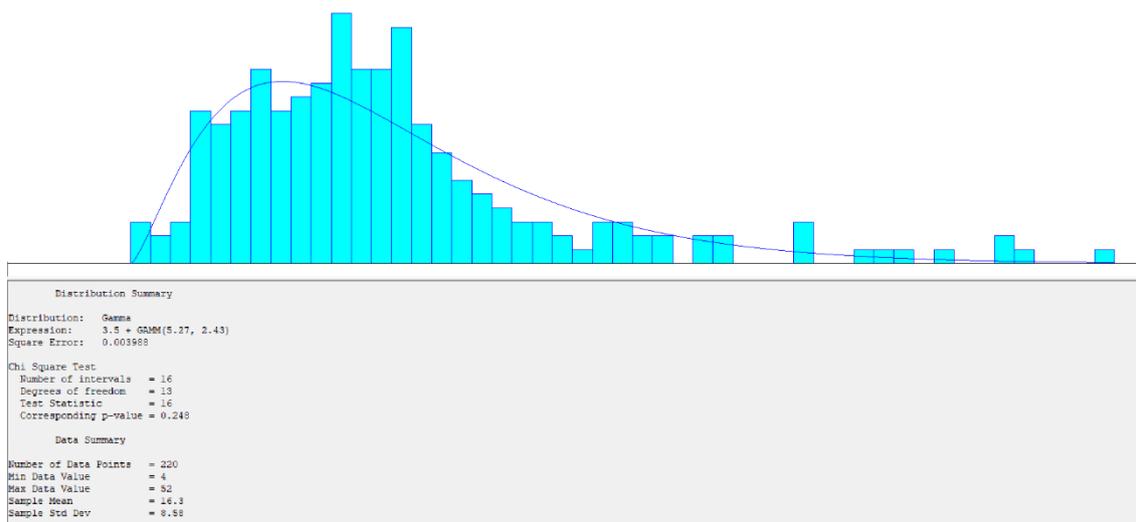


Gráfico 4.3 – Tempo médio de atendimento dos guichês normais

Fonte: Elaboração própria

O aplicativo Input Analyzer exibe o histograma dos dados e a curva teórica Gama. O teste qui-quadrado foi usado, a um nível de significância de 5%, com as seguintes hipóteses:

- H0: Gama é um modelo apropriado; e
- H1: Gama não é um modelo apropriado.

Os resultados do Input Analyzer apresentam 16 graus de liberdade e a estatística teste igual a  $X^2 = 16$ . O valor crítico é de  $X^2_{0,05;16} = 26,296$ .

Dessa forma, o resultado do teste de aderência mostra que não se rejeita a hipótese nula (H0) e a distribuição de probabilidade do tempo de atendimento pode ser apresentada pela expressão  $3,5 + G\text{AMM}(5,27, 2,43)$ .

Com o Legion, é possível importar diretamente as distribuições de atendimento através do template, conforme Seção 2.5.1, e vinculá-las a cada grupo de variáveis específicas.

Para os guichês eletrônicos (Figura 4.7), foi aplicado o mesmo tipo de análise. Foram utilizados os dados medidos em campo na estação Cardeal Arcoverde, através de filmagem entre 9h e 10h da manhã, do dia 16 de abril de 2019.



Figura 4.7 – Guichê eletrônico  
Fonte: Elaboração Própria

Os tempos de atendimento foram medidos através de cronômetro simples, a fim de cadastrar os mesmos em uma planilha Excel, com o objetivo de concatenar as informações coletadas e gerar a variável de tempo médio de atendimento dos guichês eletrônicos. Esses dados são apresentados no Apêndice B – Tempo de Atendimento, tendo em vista que foram excluídos da amostra os pontos discrepantes.

A Tabela 4.3 apresenta os resultados obtidos para a variável de tempo de atendimento dos guichês eletrônicos.

Tabela 4.3 – Tempo médio de atendimento dos guichês eletrônicos

	Tempo médio de atendimento (s)	Nº de Passageiros atendidos
Guichê 1	41,36	86
Guichê 2	47,70	76

Fonte: Elaboração própria

O tempo médio de atendimento dos guichês eletrônicos no presente estudo de caso foi obtido por meio da divisão de 3600 segundos pelo número de passageiros atendidos no período da medição (em uma hora). Conforme os resultados da Tabela 4.3, concluiu-se que os valores encontrados estão abaixo da capacidade da entidade prevista na Tabela 2.2. Da mesma forma como no guichê normal, utilizou-se do modelo de distribuição Weibull, conforme pode ser comprovada sua aderência no Gráfico 4.4.

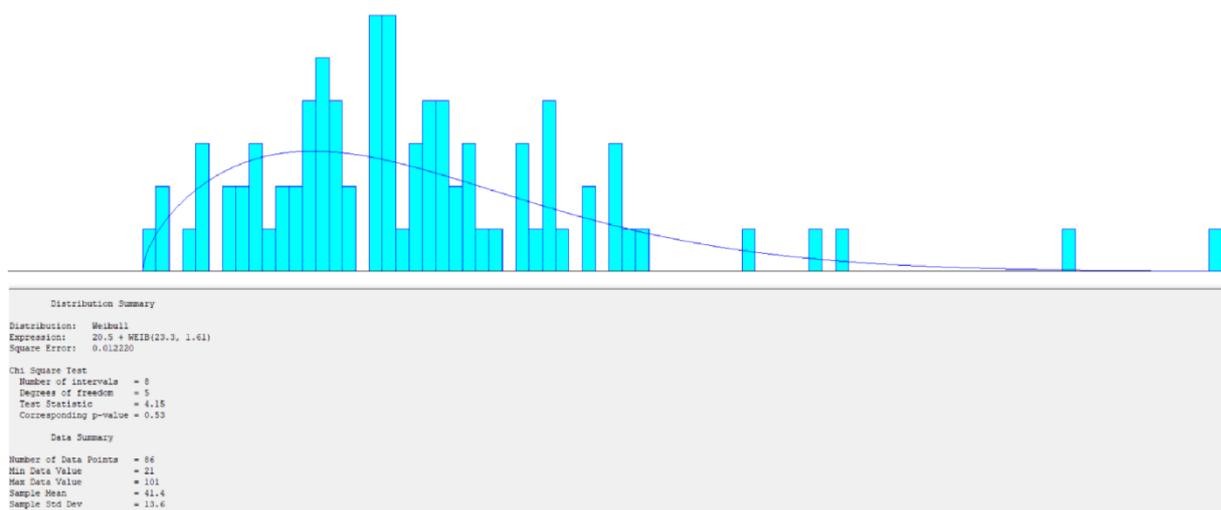


Gráfico 4.4 – Tempo médio de atendimento dos guichês eletrônicos

Fonte: Elaboração própria

O aplicativo Input Analyzer exibe o histograma dos dados e a curva teórica de Weibull. Os resultados do Input Analyzer apresentam 5 graus de liberdade e a estatística teste igual a  $X^2 = 4.15$ . O valor crítico é de  $X^2_{0,05;5} = 11,070$ .

Dessa forma, o resultado do teste de aderência mostra que não se rejeita a hipótese nula ( $H_0$ ) e a distribuição de probabilidade do tempo de atendimento pode ser apresentada pela expressão  $20.5 + WEIB(23.3, 1.61)$ .

#### 4.2.2.3. Taxa de Atendimento das Catracas

Da mesma forma como no tempo de atendimento para os guichês normais e eletrônicos, para o cálculo da variável do tempo de atendimento médio das catracas, foram utilizados os dados das análises de campo na estação Cardeal Arcoverde, entre 8h e 9h do dia 17 de abril de 2019. Durante a análise de campo, a estação contava com 13 catracas, sendo 8 delas para entrada na estação, 4 para saída e 1 estava em manutenção (Figura 4.8).



Figura 4.8 - Catracas  
Fonte: Elaboração Própria

Para aferição desses dados, utilizou-se de gravação realizada no intervalo de tempo determinado e tabulação dos mesmos em planilha Excel, conforme Apêndice B – Tempo de Atendimento. Assim como para os guichês, algumas considerações foram levadas em conta para facilitar a análise e *input* dos dados ao *software*. Foi desconsiderado na análise o tempo dos passageiros que tentavam entrar na catraca com o bilhete eletrônico incorreto ou sem saldo. A Tabela 4.4 apresenta os resultados obtidos para a variável de tempo de atendimento das catracas:

Tabela 4.4 – Tempo de atendimento das catracas

Intervalo de Atendimento (s)		Valores observados	
Mínimo	Máximo	Absoluto	Porcentagem
-	1,30	11	0,9%
1,30	1,50	23	2,0%
1,50	1,70	32	2,8%
1,70	1,90	44	3,9%
1,90	2,10	70	6,2%
2,10	2,30	86	7,7%
2,30	2,50	105	9,3%
2,50	2,70	122	10,8%
2,70	2,90	128	11,4%
2,90	3,10	120	10,6%
3,10	3,30	108	9,6%
3,30	3,50	91	8,1%
3,50	3,70	71	6,3%
3,70	3,90	46	4,1%
3,90	4,10	29	2,6%
4,10	4,30	19	1,7%
4,30	4,50	15	1,4%
4,50	+	5	0,4%
Total		1125	100%

Fonte: Elaboração própria

Para uma melhor análise, tanto do tempo de atendimento das catracas, mas também para a taxa de chegada de passageiros, o ideal seria contar com os dados do sistema de bilhetagem eletrônica, porém esses não foram liberados pela administração da estação.

Bilhetagem eletrônica é um conceito usado nos transportes públicos de algumas cidades do mundo que consiste basicamente no pagamento do valor das passagens de forma eletrônica, utilizando dispositivos especiais, como o cartão inteligente ou similar. Desde a implementação da bilhetagem eletrônica, o tempo de atendimento dos guichês e catracas, tornou-se relativamente menor. Não utilização de dinheiro no pagamento das passagens e melhor gerência da rede de transporte são algumas das vantagens da utilização desse sistema.

Da mesma forma, utilizou-se do modelo de distribuição normal, conforme pode ser comprovada sua aderência no Gráfico 4.4 para gerar o *input* necessário para o *software* Legion.

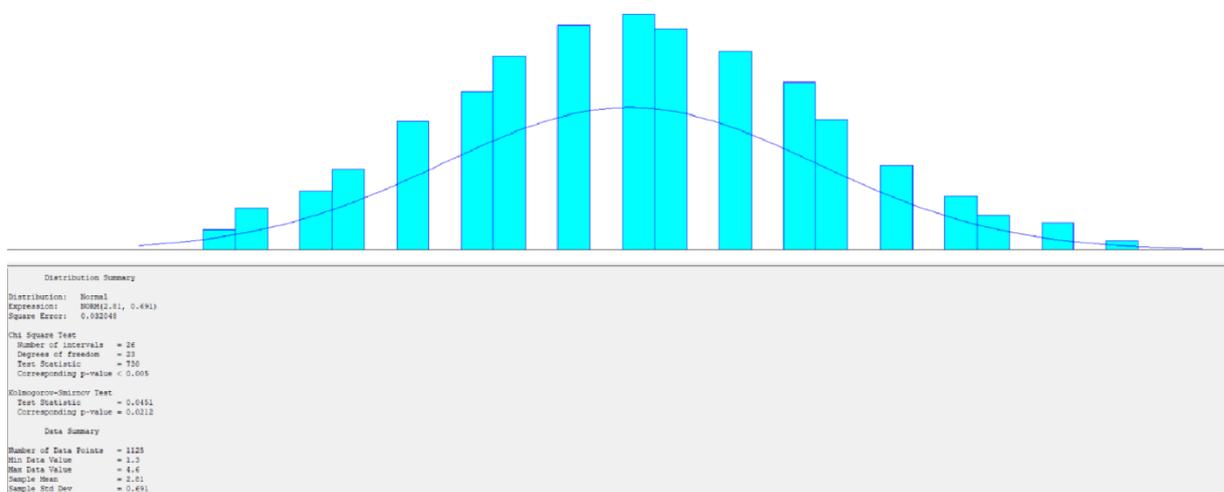


Gráfico 4.5 – Distribuição Atendimento nas Catracas  
 Fonte: Elaboração própria

O aplicativo Input Analyzer exibe o histograma dos dados e a curva teórica Normal. Os resultados do Input Analyzer apresentam 23 graus de liberdade e a estatística teste igual a  $X^2 = 730$ . O valor crítico é de  $X^2_{0,05;5} = 35,172$ .

Dessa forma, o resultado do teste de aderência mostra que não se rejeita a hipótese nula ( $H_0$ ) e a distribuição de probabilidade do tempo de atendimento pode ser apresentada pela expressão NORM(2.81, 0.691).

Conforme pode ser visto na Tabela 2.2, os valores das capacidades das catracas são de 1500 pass./h para entrada e 2000 pass./h para saída. Já os dados levantados têm-se 1333 pass/h, o que mostra que esses valores estão abaixo da capacidade da entidade.

#### 4.2.2.4. Headway do Material Rodante

Para o *input* do *Headway* do material rodante, foram utilizados os dados fornecidos pelo MetrôRio. Foram fornecidos os horários de saída das composições das estações iniciais em ambos os sentidos, sendo esses Uruguai/Jardim Oceânico e vice-versa. Através do horário de saída de cada composição, subtraindo o tempo para a saída da próxima, é possível calcular o *headway* do sistema em função do tempo.

As Tabelas 4.5 e 4.6 mostram o *headway* do sistema em função do intervalo de tempo de um dia útil.

Tabela 4.5 – *Headway* sentido Jardim Oceânico

Sentido Uruguai -> Jardim Oceânico			
Hora início	Hora fim	Nº partidas	<i>Headway</i>
05:00:00	05:59:59	6	00:10:00
06:00:00	06:49:59	11	00:04:33
06:50:00	09:14:59	32	00:04:32
09:15:00	11:29:59	22	00:06:08
11:30:00	13:59:59	22	00:06:49
14:00:00	16:29:59	23	00:06:31
16:30:00	19:29:59	40	00:04:30
19:30:00	20:59:59	14	00:06:26
21:00:00	22:59:59	13	00:09:14
23:00:00	23:59:59	6	00:10:00

Fonte: MetrôRio

Tabela 4.6 – *Headway* sentido Uruguai

Sentido Jardim Oceânico -> Uruguai			
Hora início	Hora fim	Nº partidas	<i>Headway</i>
05:00:00	05:59:59	6	00:10:00
06:00:00	06:49:59	10	00:05:00
06:50:00	09:14:59	32	00:04:32
09:15:00	11:29:59	20	00:06:45
11:30:00	13:59:59	22	00:06:49
14:00:00	16:29:59	24	00:06:15
16:30:00	19:29:59	39	00:04:37
19:30:00	20:59:59	16	00:05:37
21:00:00	22:59:59	12	00:10:00
23:00:00	23:59:59	6	00:10:00

Fonte: MetrôRio

É importante ressaltar que os dados fornecidos contemplam apenas as composições pertencentes à Linha 2. Algumas estações da Linha 2 recebem também composições da Linha 1, o que não é o caso da Estação Cardeal Arcoverde.

Os dados da Estação Cardeal Arcoverde foram tratados com o propósito de se obter o *input* necessário para o *software* Legion. Conforme mencionado na Seção 2.5.1., esses dados serviram para alimentar a planilha template, responsável por adereçar os dados às suas respectivas variáveis.

#### 4.2.3. CONSTRUÇÃO DO MODELO

Para construção do modelo, é necessário primeiro estipular a capacidade de cada componente da estação. Cabe realçar, como já citado, que os resultados desta e outras etapas do procedimento apresentam um viés por considerar apenas o fluxo de entrada na estação, minimizando a demanda no interior da estação, o efeito na taxa de escoamento e na lotação de seus componentes.

##### 4.2.3.1. Gargalos e Capacidade da Estação

Nesta seção, serão avaliadas as capacidades de cada nível da estação no que diz respeito a receber a demanda de passageiros, ou seja, a concentração máxima permitida por componente. A capacidade da estação é determinada pela entidade com a menor capacidade individual, onde para cada nível, será determinada a capacidade de acordo com cada entidade. As capacidades das entidades da estação Cardeal Arcoverde são calculadas usando os seguintes valores básicos, retirados de Campanella *et al.* (2015):

- Escadas normais: 49 passageiros por metro por minuto ou 0,82 passageiros/m/s;
- Escadas rolantes: A capacidade teórica de escadas rolantes duplas é de 8.000 passageiros por hora, levando em consideração um passageiro por degrau. Os fabricantes recomendam um fator de redução de 0,8 para as capacidades reais, reduzindo a capacidade para 6.800 passageiros/hora ou 1,8 passageiros/s;
- Catraca: velocidade média de atendimento durante a saída é de 1,0 passageiro/s. Já a velocidade média de entrada, devido ao tempo de passagem do bilhete, sobe para 4s. Porém, o valor para o tempo médio de atendimento das catracas será utilizado conforme Seção 4.2.2.3, pelo fato de ter sido medido em campo mais recentemente; e

- Corredores e portas: Nesta seção considera-se toda a área de passagem da estação em questão. A capacidade de acordo com o manual é de 75 passageiros/metro/minuto ou 1,25 passageiros/m/s).

É importante ressaltar que os dados fornecidos na Tabela 2.2 são teóricos e gerais, enquanto que os dados apontados nesta seção foram específicos da estação Cardeal Arcoverde.

Os valores base das capacidades são multiplicados pelas larguras e quantidades dos componentes. As resultantes das capacidades de cada entidade são apresentadas na Tabela. 4.7.

Tabela 4.7 – Capacidades das entidades

<b>Nível</b>	<b>Entidades</b>	<b>Capacidade Passageiros/s</b>	<b>Capacidade Total Passageiros/s</b>
Plataforma	Escadas	2,9	6,5
	Escadas Rolantes	3,6	
Segundo Nível	Escadas	2,4	6
	Escadas Rolantes	3,6	
	Passarela	4,8	4,8
Terceiro Nível	Escadas	2,4	6
	Escadas Rolantes	3,6	
Nível da Rua	Saída Principal	8,5	13,5
	Saída Secundária	5	
	Catracas	13	13

Fonte: Campanella *et al.* (2015)

Para todas as capacidades consideradas neste capítulo e utilizadas como *input* para a simulação no estudo de caso, considerou-se que elas ocorrem em LOS E conforme Tabela 4.8. Para valores além dessa capacidade estabelecida se tornaria quase impossível a movimentação dos passageiros no interior da estação.

Tabela 4.8 – Níveis de serviço

<b>DENSIDADE (Passageiro/m<sup>2</sup>)</b>						
	<b>LOS A</b>	<b>LOS B</b>	<b>LOS C</b>	<b>LOS D</b>	<b>LOS E</b>	<b>LOS F</b>
Parado	<0,8	1,1	1,7	3,3	5	>5,0
Andando	<0,2	0,3	0,5	0,7	1,3	>1,3

Fonte: Campanella *et al.* (2015)

Em função da Tabela 4.8, é possível calcular a capacidade de fluxo que cada entidade pode receber dentro do período de uma hora, conforme Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Capacidade de fluxo que cada entidade

<b>Nível</b>	<b>Entidades</b>	<b>Capacidade Total Passageiros/h</b>
Plataforma	Escadas	23.400
	Escadas Rolantes	
Segundo Nível	Escadas	21.600
	Escadas Rolantes	
	Passarela	17.280
Terceiro Nível	Escadas	21.600
	Escadas Rolantes	
Nível da Rua	Saída Principal	48.600
	Saída Secundária	
	Catracas	46.800

Fonte: Campanella *et al.* (2015)

A Tabela 4.9 considera as características e a localização de cada entidade, suas dimensões e especificidades. Dessa forma, observa-se que a passarela possui a menor capacidade dentre todos os outros componentes. Isso se dá pelo fato de existir um estrangulamento na largura da junção entre o corredor do segundo nível e a passarela (Figuras 4.9 e 4.10). Isso gera uma aglomeração e dificulta a passagem dos passageiros em caso de grandes fluxos.



Figura 4.9 – Vista superior da passarela

Fonte: Elaboração Própria

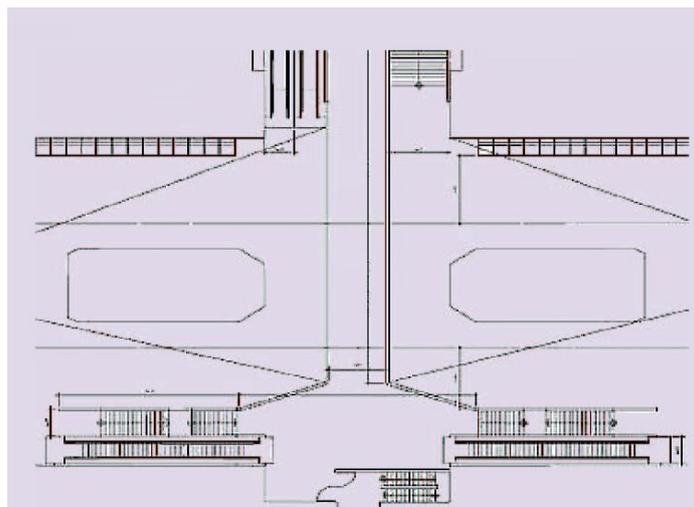


Figura 4.10 – Estrangulamento da passarela

Fonte: MetrôRio

Isso leva à conclusão de que a capacidade da estação é determinada pela passarela, tornando a mesma o gargalo da estação em termos de fluidez. Entretanto, é preciso também considerar a capacidade de concentração de cada entidade, que permite acomodar os passageiros que chegam, fato que será tratado na Seção 4.2.3.2.

Esta conclusão é válida apenas quando as escadas rolantes estão funcionando corretamente. Quando paradas, elas possuem uma capacidade que é ligeiramente menor que a capacidade das escadas normais. Para o caso em que as escadas rolantes estejam

paradas, sua capacidade diminui de 3,6 passageiros/s para 1,6 passageiros/s. Isso faz com que as capacidades combinadas das escadas normais e escadas rolantes para o segundo e terceiro nível se tornem 4,0 passageiros/s. Isso é significativamente menor que a capacidade da passarela. Portanto, apesar dessa situação não ser considerada para o presente estudo de caso, muita atenção deve ser dada ao funcionamento das escadas rolantes.

#### 4.2.3.2. Áreas de Concentração de Passageiros (Amortecimento)

De acordo com Campanella *et al.* (2015), o sistema da Cardeal Arcoverde é uma rede linear com apenas um nível de entrada e uma saída (plataforma), na qual o acúmulo de passageiros pode crescer como em um efeito dominó. Dessa maneira, cada nível deve funcionar como uma área de amortecimento que deve acomodar os passageiros de um gargalo a jusante. A Tabela 4.10 mostra que os corredores dos níveis 2 e 3 podem receber a quantidade de pedestres em LOS E equivalente a um trem lotado (conforme Seção 4.2.3.2). Isso faz com que esses corredores possam ser considerados como área de amortecimento em caso de um acúmulo na concentração de passageiros na plataforma.

Tabela 4.10 – Ocupação Máxima das entidades

		Ocupação Máxima (Passageiros)			
		LOS D		LOS E	
Nível	Entidades	Andando	Parado	Andando	Parado
Plataforma	Plataforma	393	1.833	733	2.750
	Escadas	58	58	42	42
Segundo Nível	Passarela	118	553	221	829
	Corredor	495	2.310	924	3.465
	Escadas	79	79	111	111
Terceiro Nível	Corredor	383	1.787	715	2.680
	Escadas	79	79	111	111
Nível da Rua	Antes da catraca	23	107	43	160
	Depois da catraca	95	442	117	663
Total		1.723	7.248	3.007	10.811

Fonte: Campanella *et al.* (2015)

Da Tabela 4.10, é possível identificar que a plataforma pode receber um pouco mais que a quantidade de passageiros presentes em um trem lotado, conforme será visto na Seção 4.2.3.3. Como é o último nível (e o mais crítico), não pode ser considerado como área de amortecimento para um trem. Isso indica que deve ser dada uma atenção especial à chegada dos trens em situações em que a plataforma não esteja completamente vazia. Em LOS D, o tempo necessário para ocupar a área da plataforma, assumindo que não está passando trem no horário de pico, seria de aproximadamente uma hora e meia.

#### 4.2.3.3. Capacidade do Material Rodante

Em 1979, foram adquiridos pelo MetrôRio 138 carros da série Mafersa, de origem brasileira. Em 1986, a empresa ampliou sua frota com 44 carros da francesa Alston. Apesar de serem produzidos por fabricantes diferentes, os carros existentes possuem layout e capacidade bastante semelhante. Essas características são apresentadas nas Figuras 4.11, 4.12 e 4.13.

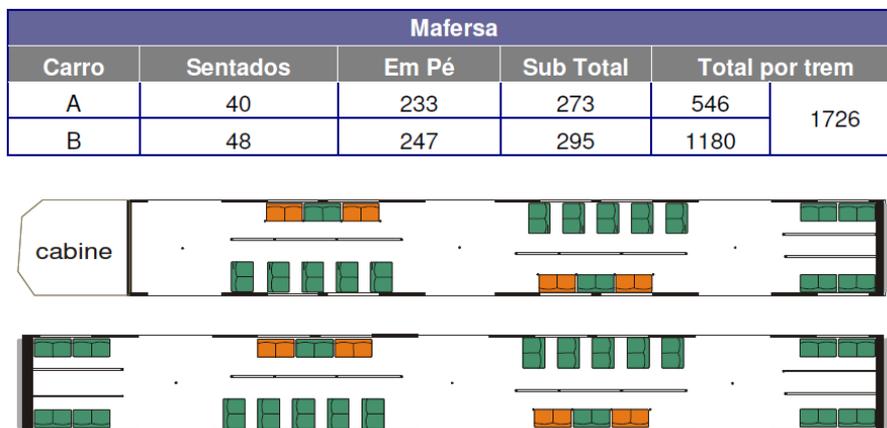


Figura 4.11 – Layout vagão Mafersa

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

Alstom					
Carro	Sentados	Em Pé	Sub Total	Total por trem	
A	36	234	270	540	1732
B	44	254	298	1192	

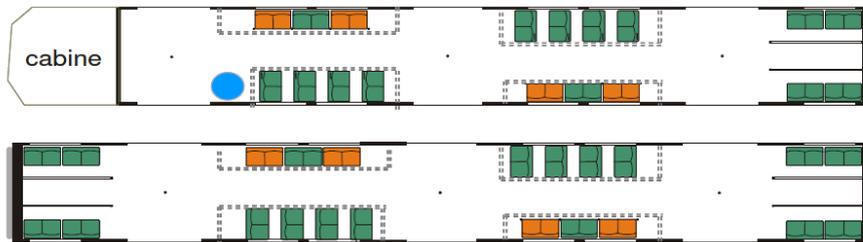


Figura 4.12 – Layout vagão Alstom

Fonte: Fundação Getúlio Vargas



Figura 4.13 – Layout Mafersa x Alstom

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

Um terceiro lote, este de trens chineses, foi adquirido em 2012 com base em três propósitos: aumentar o conforto, renovar a frota e expandir o serviço. Os 15 novos trens, produzidos pela companhia chinesa Chanchung Railway Vehicles, foram incorporados ao sistema para a operação em conjunto com a Linha 4 (Figura 4.14). Os novos trens são compostos por 6 vagões cada, com uma capacidade total de até 2240 passageiros. Essa capacidade dos novos trens foi adotada como *input* para a simulação.



Figura 4.14 – Novo trem do MetrôRio

Fonte: Google imagens

#### 4.2.3.4. Matriz Origem Destino

Para se obter uma simulação semelhante à realidade, é necessário o conhecimento da direção tomada pelos passageiros dentro da estação, seja ela destino zona norte ou zona sul. Para a matriz origem destino do sistema, que alimentará o Template, utilizou-se do estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas. Os dados foram disponibilizados pelo próprio MetrôRio e podem ser vistos na íntegra, no Apêndice C – Matriz Origem Destino. O MetrôRio informou a demanda por linha dos meses de maio de 2010 a abril de 2011. Em termos de *input*, por se tratarem de dados antigos, utilizou-se apenas a percentagem de passageiros que se deslocam para a zona sul e zona norte. Essa separação é necessária, pois a plataforma da Estação Cardeal Arcoverde é dupla, ou seja, os passageiros que possuem como objetivo o embarque para a zona sul, não se misturam com os passageiros com destino à zona norte.

Esses valores foram utilizados apenas como referência para obtenção do percentual de escolha de direção dos passageiros dentro da estação Cardeal Arcoverde. Esse percentual serviu de multiplicação à taxa de chegada de passageiros fornecida pelo MetrôRio conforme Tabela 4.1, por serem considerados valores mais atuais.

Dessa forma a Tabela 4.11 apresenta os percentuais entre os passageiros com destino a zona norte ou zona sul.

Tabela 4.11 – Divisão destino zona sul e zona norte

Destino	Pico da manhã	Pico da Tarde	Somatório
Zona norte	99%	96%	96%
Zona sul	1%	4%	4%

Fonte: Elaboração própria

É importante ressaltar que, na época em que foi realizado o estudo de Origem-Destino, ainda não existia a Linha 4, o que aumenta a disparidade entre os destinos para zona norte e zona sul.

#### 4.2.4. CALIBRAÇÃO DO MODELO

Devido à variedade de parâmetros e à dificuldade de se adotar valores que se enquadram em diversas situações do modelo proposto, verifica-se a complexidade em encontrar um método eficaz de calibração do sistema.

Conforme visto na seção 3.2.3, a calibração é um procedimento que visa determinar os valores dos parâmetros dos modelos contemplados pelo simulador para que as diferenças entre os resultados da simulação e os dados coletados em campo sejam minimizadas.

De acordo com Bethonico (2016), a qualidade da calibração é regida basicamente pela comparação entre a saída do simulador e os diversos dados obtidos em campo. Essa comparação é feita através dos indicadores, neste caso, concentração de passageiros, atrasos e formação de fila, onde a validação deve ser feita a partir de um conjunto de dados diferente do que foi utilizado para realizar a calibração.

Devido à dificuldade na obtenção de dados concretos referentes aos indicadores da estação escolhida como estudo de casos e o sistema de metrô, não foi possível afirmar a validação da calibração do modelo proposto.

#### 4.2.5. FLUXOGRAMA MODELO

Estando todas as etapas precedentes concluídas, foi possível a construção do fluxograma do modelo, similar ao modelo teórico da Figura 2.4, detalhando as atividades realizadas pelos passageiros dentro da estação até a realização do embarque. Esse fluxograma é fundamental para a compreensão e representação do processo de

modelagem dentro do Legion do funcionamento do sistema da estação Cardeal Arcoverde e é apresentado na Figura 4.15.

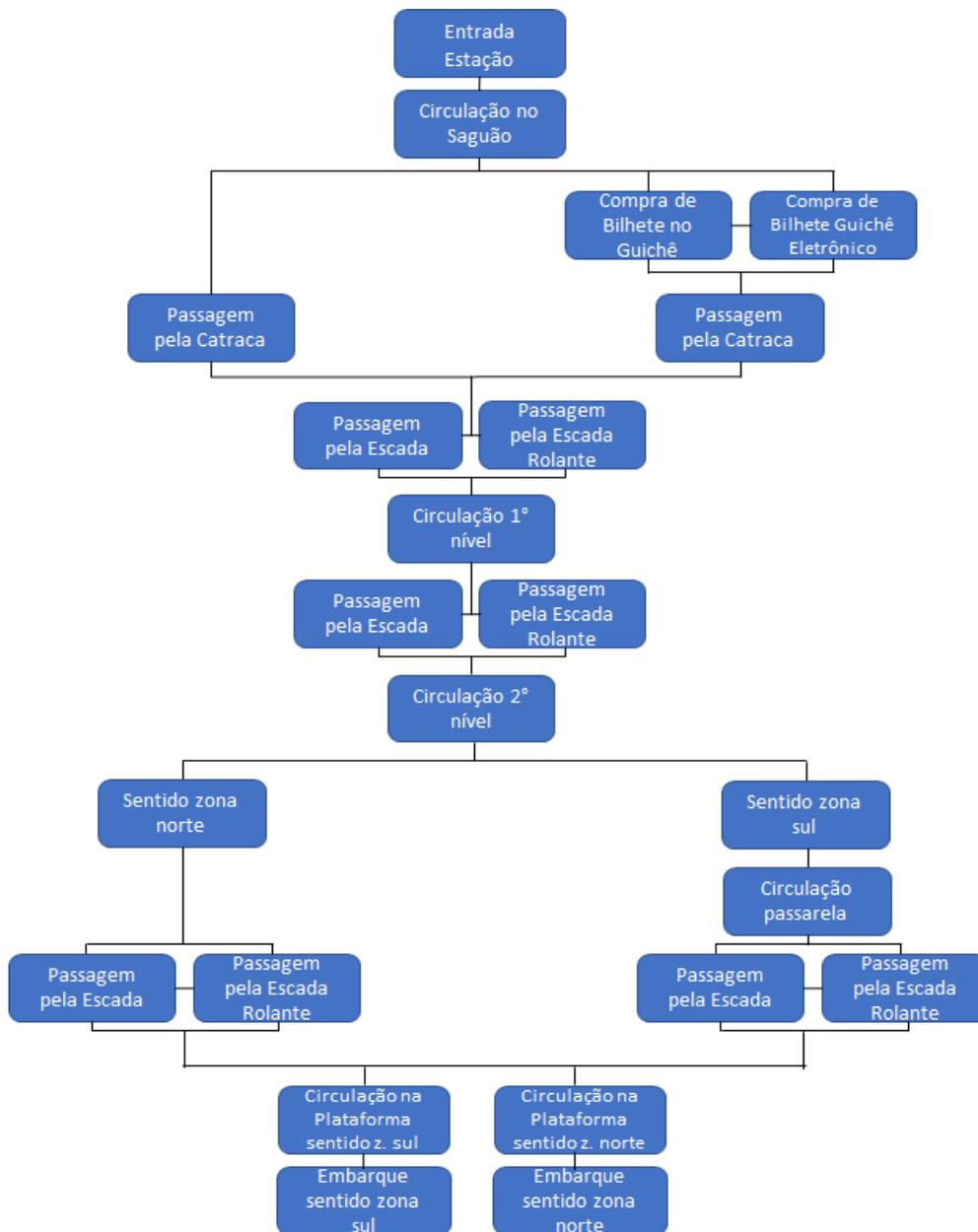


Figura 4.15 – Fluxograma da modelagem estação Cardeal Arcoverde

Fonte: Elaboração própria

Ao modelo de simulação construído, foram anexados os dados levantados nesta seção, sobre o sistema da estação Cardeal Arcoverde. De posse dos dados e do modelo lógico-matemático, tem-se a representação do sistema no computador. A Figura 4.16 mostra, através do módulo Simulator, um dos instantes da simulação para o evento atual da estação Cardeal Arcoverde, onde os passageiros cruzam a área das catracas, no

horário de pico da manhã. Neste instante, é possível identificar a formação de filas na área das catracas, o que dependendo da interpretação, poderia ser considerado como um indicador de uma possível superlotação.

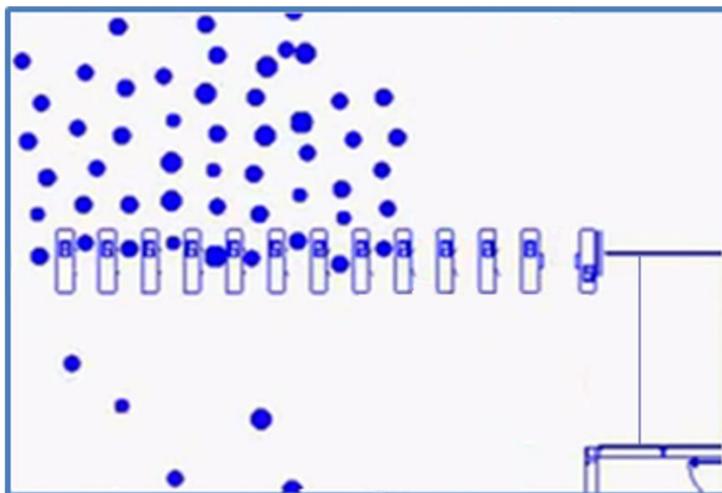


Figura 4.16 – Simulação no Legion

Fonte: Elaboração própria

Conforme mencionado, todos os dados desta seção foram coletados com o intuito de construir e calibrar o modelo de simulação o mais fidedigno possível da realidade. As próximas sessões servem para analisar os resultados da simulação no estudo de caso e, caso necessário, aplicar estratégias com o intuito de evitar ou mitigar a superlotação na estação.

### **4.3. 3ª Etapa – Identificação dos Indicadores de Risco**

#### **4.3.1. Simulação da Situação Atual**

Os resultados da simulação da estação Cardeal Arcoverde, para o evento selecionado, podem ser conferidos no Apêndice D – Simulação Horário de Pico.

Os dados coletados na simulação provem, além de análise visual, principalmente do módulo Analyzer (Seção 2.5.3). Esses dados podem ser vistos na forma de tabela ou gráficos, como mostrado a diante.

Conforme mencionado na Seção 2.1.3, os indicadores de risco, expressos normalmente pela concentração de passageiro, atrasos e filas, podem ser

correlacionados com os níveis de serviço da estação. A Figura 4.17, ilustra o mapa chamado “Max Density Map”, ou mapa de densidade máxima.

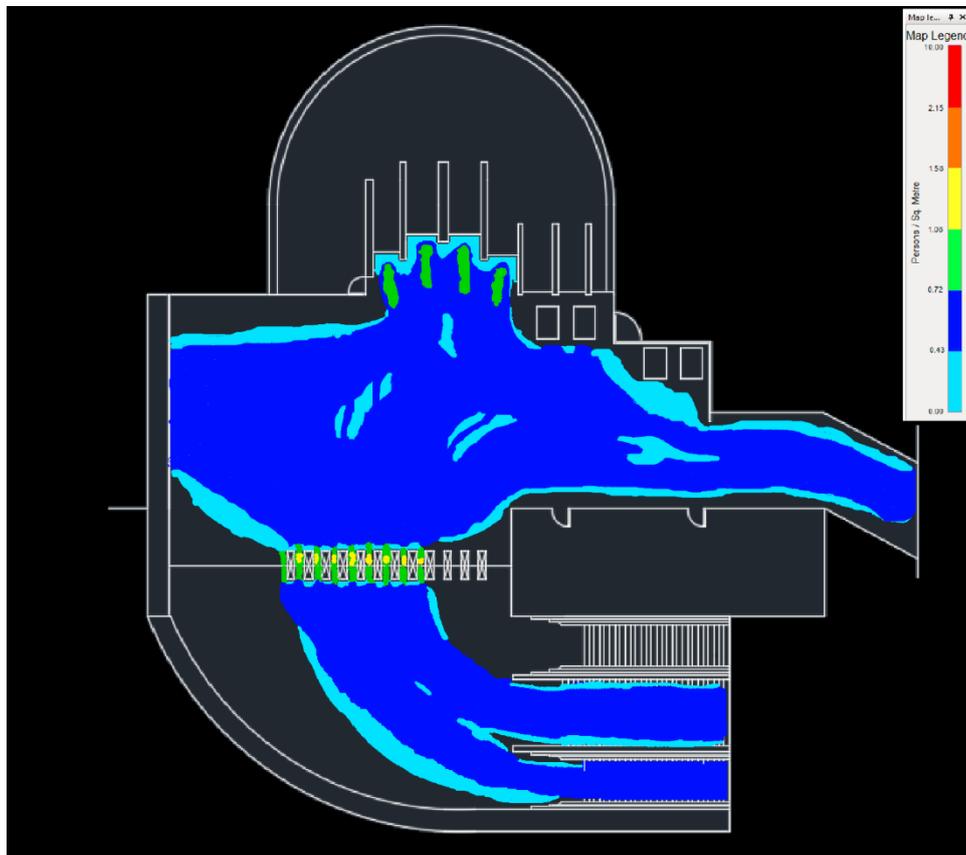


Figura 4.17 – Max density map 1º nível  
Fonte: Elaboração própria

Para o evento analisado, foi visto que a estação Cardeal Arcoverde se encontra em boas condições de operação, pois o pior nível de serviço encontrado foi “C”, refletindo que a demanda de passageiros é menor que a capacidade de oferta calculada para o sistema (relativo ao LOS “E”). Tal situação se deu na área do primeiro nível, mais especificamente em frente às catracas, conforme pode ser visto na Figura 4.17. O nível de conforto foi alto para o intervalo de simulação. Em nenhum momento a capacidade de qualquer nível e entidades esteve perto de ser alcançada, como pode ser comprovado na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Ocupação máxima simulação real

		Ocupação Máxima (Passageiros)	
Nível	Entidades	LOS E	Simulação Real
Plataforma	Plataforma	2.750	92
	Escadas	42	12
Segundo Nível	Passarela	829	4
	Corredor	3.465	48
	Escadas	111	11
Terceiro Nível	Corredor	2.680	45
	Escadas	111	10
Nível da Rua	Antes da catraca	160	14
	Depois da catraca	663	29

Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 4.6, extraído do módulo analyzer, mostra o número de embarques dos passageiros em função do tempo.

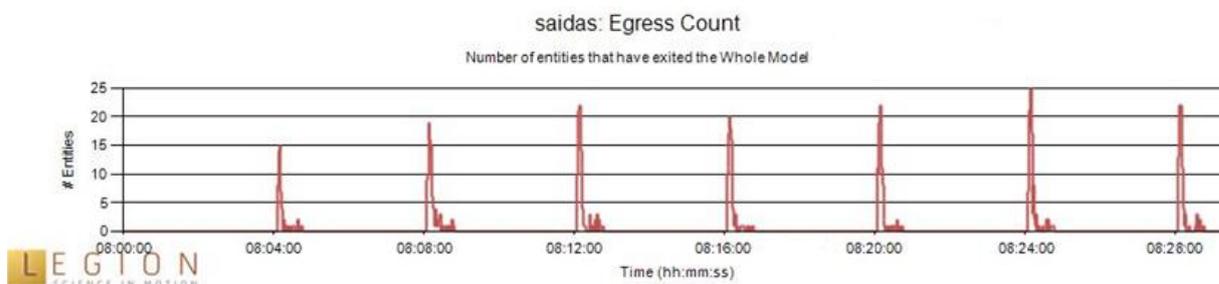


Gráfico 4.6 – Número de embarques

Fonte: Elaboração própria

Nele é possível verificar que a quantidade de passageiros que embarcam é aproximadamente a mesma em função do tempo. Isto é um importante indicador de que não houve acúmulo de passageiros no nível da plataforma, ou seja, todos conseguiram embarcar.

Conforme Tabelas 4.1, 4.5 e 4.6, os dados utilizados para taxa de chegada de passageiros e *headway* do material rodante foram respectivamente 1188 passageiros e 4:30 minutos de *headway*. Conforme pode ser verificado na Tabela 4.12, essas variáveis estão abaixo da capacidade do sistema. A passarela, considerada uma entidade crítica quanto à fluidez, obteve uma ocupação máxima de 4 passageiros no decorrer da

simulação. Isso se dá pelo fato de que o trajeto da plataforma é utilizado apenas para os passageiros com destino a zona sul. Conforme Tabela 4.11, é possível verificar que, no período da manhã, o percentual de passageiros com destino a zona sul é apenas 1% do total de passageiros embarcando.

De modo geral, levando em consideração a demanda relativamente baixa de passageiros e a oferta do sistema, não houve necessidade de implantação imediata de estratégias alternativas ao sistema, pois a estação encontrava-se em boas condições de operação. Isso já era de se esperar, tendo em vista que a estação Cardeal Arcoverde não pode ser considerada como uma estação movimentada em relação a estações como Carioca ou Botafogo.

Por um lado, através da simulação foi possível comprovar que a estação Cardeal Arcoverde está operando em condições desejadas para atender a demanda de passageiros para casos normais. Por outro lado, como já foi mencionado, o intuito desse estudo é desenvolver um procedimento metodológico a fim de analisar estratégias que auxiliam a administração da estação a conter os casos de superlotação. O desejável seria gerar projeções futuras tendo como padrão o aumento anual de passageiros no sistema da Cardeal Arcoverde. Como estes dados não estão disponíveis, optou-se neste estudo de caso por aumentar a demanda do sistema até atingir sua capacidade, reconhecendo-se que outras variáveis também são passíveis de serem alteradas como, por exemplo, a oferta de serviços da estação.

#### 4.3.2. Simulação de Um Novo Cenário

Neste novo cenário a ser simulado optou-se por aumentar a demanda de passageiros até a identificação do princípio de superlotação, mantendo-se a mesma oferta de serviços com vistas a se identificar taxas de chegada que proporcionam condições de saturação e riscos de superlotação.

A Tabela 4.13 mostra a comparação entre a demanda real e a projetada para o novo sistema da simulação alterada.

Tabela 4.13 – Projeção da demanda

	Nº de passageiros p/hora	% de aumento
Atual	1.188	-
1º Incremento	2.376	100%
2º Incremento	3.564	200%
3º Incremento	4.752	300%
4º Incremento	5.940	400%
5º Incremento	7.128	500%
6º Incremento	8.316	600%
7º Incremento	9.504	700%
8º Incremento	10.692	800%
9º Incremento	11.880	900%
10º Incremento	13.068	1000%
11º Incremento	14.256	1100%
12º Incremento	15.444	1200%
13º Incremento	16.632	1300%
14º Incremento	17.820	1400%

Fonte: Elaboração própria

Com esse aumento da taxa de chegada de passageiros, pode-se extrair a densidade máxima alcançada nos diversos níveis e entidades da estação. Verificou-se que apenas com o 12º incremento na demanda começaram a aparecer os indicadores de risco de superlotação. A Tabela 4.14 faz uma comparação entre a capacidade do sistema e as ocupações medidas na simulação do novo cenário em LOS E.

Tabela 4.14 – Ocupação máxima simulação alterada

		<b>Ocupação Máxima (Passageiros)</b>	
<b>Nível</b>	<b>Entidades</b>	<b>LOS E</b>	<b>Simulação Real</b>
Plataforma	Plataforma	2.750	2.145
	Escadas	42	39
Segundo Nível	Passarela	829	52
	Corredor	3.465	1.145
	Escadas	111	72
Terceiro Nível	Corredor	2.680	1.028
	Escadas	111	85
Nível da Rua	Antes da catraca	160	66
	Depois da catraca	663	468

Fonte: Elaboração própria

Da Tabela 4.14 é possível identificar que o sistema se aproxima de atingir sua capacidade na área da plataforma antes de qualquer outro ponto. Apesar de, conforme Seção 4.2.3.1, ser esperado que a passarela fosse a primeira a atingir sua capacidade, a simulação não levou em conta os passageiros que desembarcam na estação, ou seja, só foi considerada a taxa de chegada de passageiros que acessam a estação. Além do fato de que a direção da plataforma que utiliza a passarela como forma de acesso, é sentido zona sul, e por isso possui uma taxa de utilização consideravelmente menor.

A Figura 4.18 mostra o instante em que segundos após a chegada de uma composição a plataforma encontra-se com um nível de serviço “E”. Isso se dá pelo fato de ocorrer uma aglomeração de passageiros em frente às portas dos trens, quando os mesmos aguardam a chegada de uma nova composição.

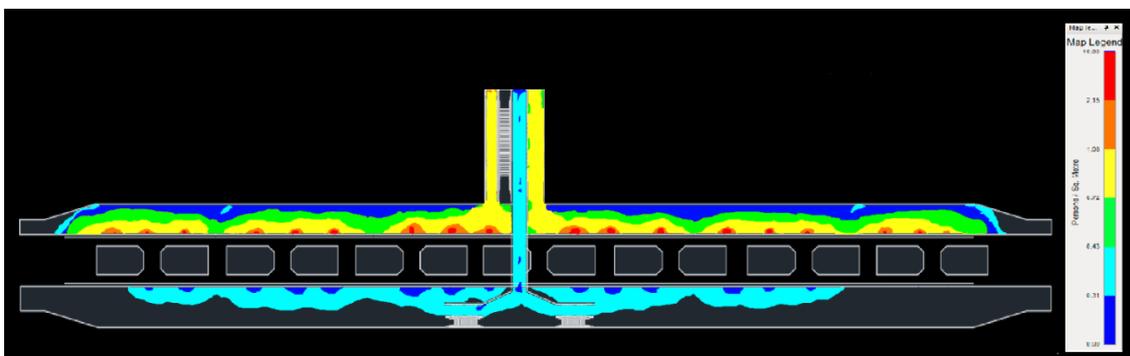


Figura 4.18 – Max density map nível da plataforma

Fonte: Elaboração própria

É possível identificar também que o acúmulo de passageiros na plataforma começa a se propagar para as escadas e corredor do segundo nível, que seria supostamente uma área de amortecimento, conforme Seção 4.2.3.3.

Com isso, atingiu-se o objetivo da Etapa 4.3.2, que era projetar um evento onde a estação não possuísse a oferta necessária para atender a nova demanda mais alta de passageiros.

#### **4.4. 4ª Etapa - Análise e Aplicação das Estratégias Potencialmente Indicadas**

- *Headway* variável em função do horário de pico;
- Aumento do número de composições circulando ;

- Restrição de movimentação para controle (direcional) do fluxo; e
- Retenção da entrada de passageiros até que a plataforma seja liberada.

Conforme visto na seção anterior, a estação está quase no limite de sua oferta de serviços necessária para atender a demanda de passageiros projetada para a Seção 4.3.2. O desequilíbrio entre a oferta e demanda gera um acúmulo de passageiros que apontam para uma possível superlotação na área da plataforma.

A Figura 4.19 ilustra uma situação real onde, no evento do Réveillon de Copacabana, a plataforma estava cheia momentos antes da chegada de uma nova composição.



Figura 4.19 – Plataforma cheia no evento do Réveillon  
Fonte: Campanella *et al.* (2015)

Essa situação é perigosa, pois caso uma nova composição chegue carregada de passageiros, os mesmos não terão como desembarcar devido a aglomeração presente na plataforma. Dessa forma, cabe a administração da estação executar alguma estratégia capaz de mitigar os efeitos desse desequilíbrio a tempo de evitar uma superlotação do sistema.

Algumas das estratégias pesquisadas e possíveis de serem simuladas encontram-se na Seção 2.4 e foram utilizadas nas simulações seguintes. Os resultados das simulações com utilização de estratégias é expresso nas próximas seções no formato de gráficos provenientes do módulo Analyzer.

O fluxograma de atividades utilizado para representar o processo de modelagem por simulação, considerando a aplicação de estratégias para mitigar os efeitos da superlotação na estação Cardeal Arcoverde, foi o mesmo apresentado na etapa inicial (Figura 4.11).

Ao modelo foram anexados dados sobre o sistema da estação Cardeal Arcoverde. Vale ressaltar que os devidos ajustes foram feitos na variável taxa de chegada de passageiros de modo a representar a taxa projetada na Tabela 4.14.

Para a superlotação na plataforma, duas estratégias são comumente aplicadas conforme o referencial bibliográfico. A diminuição do *headway* seja pelo aumento do número do material rodante ou simplesmente pulando alguma(s) estações a montante, e bloqueio na catraca de entrada de mais passageiros até a normalização do sistema.

#### 4.4.1. Diminuição do *Headway*

A diminuição do *headway* do material rodante é uma das estratégias mais utilizadas pelas estações das grandes metrópoles em todo o mundo devido a seu conceito simples e eficaz.

Com o aumento da demanda, o sistema necessita diminuir o tempo de chegada da próxima composição, para então escoar a estação e diminuir qualquer risco de superlotação. Conforme mencionado na Seção 2.4, esta é uma estratégia pontual, voltada para atender os passageiros da plataforma. O principal modo de se diminuir o *headway* é aumentando a quantidade de trens em circulação, conseqüentemente a oferta da estação, levando assim a chegada da próxima composição em um espaço de tempo menor.

O Gráfico 4.7, extraído do módulo analyzer, mostra o embarque de cada passageiro em função do tempo.

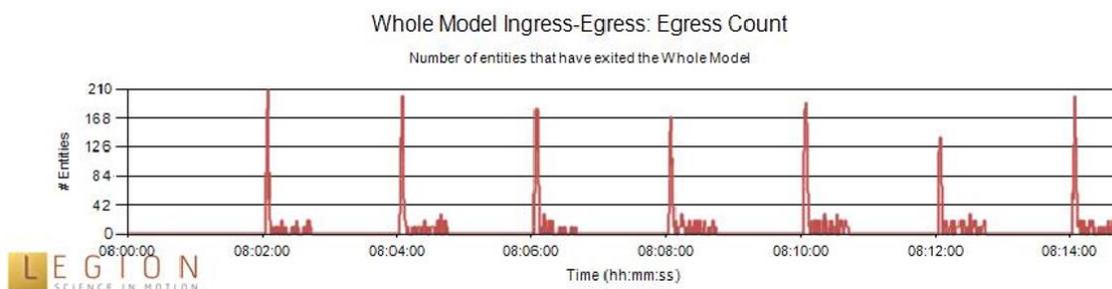


Gráfico 4.7 – Número de embarques

Fonte: Elaboração própria

Do Gráfico 4.7, é possível observar que, ao diminuir o *headway* para 2 minutos, a quantidade de passageiros desembarcados na estação se manteve constante durante a simulação, sinalizando que o sistema permaneceu estável, sem risco de superlotação.

#### 4.4.2. Bloqueio de Entrada de Passageiros nas Catracas

Após a percepção do princípio de superlotação através dos indicadores de risco, outra solução para a administração da estação seria o bloqueio da entrada de mais passageiros no sistema até que a plataforma seja liberada e o sistema retorne a normalidade. Esse bloqueio pode ocorrer tanto nas catracas, quanto nas portas de acesso da estação, sendo mais comum na primeira opção.

Essa estratégia tende a ser a mais eficiente em casos críticos de alta concentração de passageiros na plataforma, tendo em vista que a demanda de entrada de novos passageiros será levada a zero, até que a oferta da estação possa atender os passageiros dentro da mesma, com normalidade.

O Gráfico 4.8, extraído do módulo analyzer, mostra o embarque de cada passageiro em função do tempo.

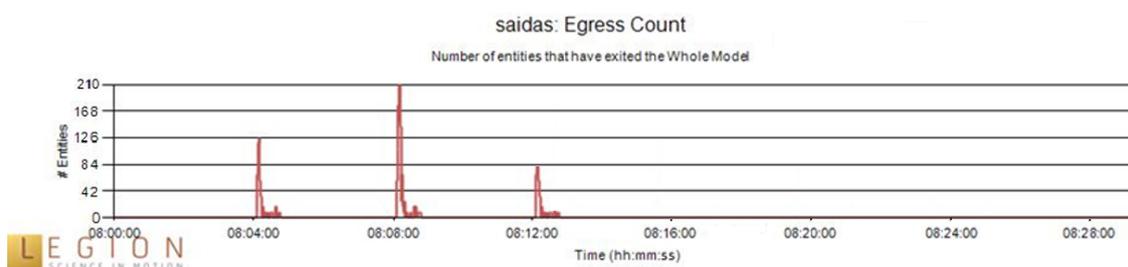


Gráfico 4.8 – Número de embarques

Fonte: Elaboração própria

Do Gráfico 4.8, é possível observar que, ao bloquear a entrada de passageiros no sistema, mantendo o *headway* padrão do horário de pico de até 4 minutos, a quantidade de passageiros embarcados foi reduzindo até zerar, conforme esperado. Para a completa liberação da plataforma, foram necessárias a chegada de duas composições (assumindo que as mesmas estivessem completamente vazias). Dessa forma, foi possível concluir que, após o início da aplicação da estratégia, o sistema retornou a operar em condições seguras e de normalidade dentro de um intervalo de menos de 10 minutos.

É importante ressaltar que essas duas estratégias simuladas foram as escolhidas pelo fato de serem as mais utilizadas na bibliografia pesquisada ou pela impossibilidade de simulação de outras estratégias pela indisponibilidade de dados. Porém cabe aqui mencionar que outras estratégias são passíveis de serem simuladas e testadas em futuros estudos de caso como, por exemplo, o controle direcional do fluxo de passageiros e bilhetes com horários marcados .

#### **4.5. 5ª Etapa - Análise dos Resultados e Feedback**

No evento real (horário de pico), foi comprovado que a estação Cardeal Arcoverde encontrava-se em boas condições de operação, tendo em vista que, em momento algum da simulação, nenhum dos níveis ou entidades atingiram as suas capacidades, refletindo que a demanda de passageiros é menor que a capacidade ofertada pelo sistema (relativo ao LOS “E”). Dessa forma, não houve necessidade de implantação de estratégias alternativas no sistema.

Por outro lado, foi definida uma projeção com um aumento da taxa de chegada de passageiros com o objetivo de gerar um desequilíbrio entre a oferta e a demanda e, dessa forma, originar a necessidade de aplicação de estratégias mitigadoras de superlotação, com o intuito de dar continuidade ao procedimento metodológico proposto. Nessa projeção, representada pelo aumento da taxa de chegada de passageiros, é observado que o sistema operacional da estação Cardeal Arcoverde esteja subdimensionado, tendo em vista que a concentração de passageiros na plataforma esteve a ponto de atingir sua capacidade, refletindo que a taxa de chegada de passageiros foi maior que a capacidade do sistema (relativo ao LOS “E”).

Os piores níveis de serviço encontrados para a estação Cardeal Arcoverde, para os eventos no horário de pico e horário de pico alterado são, respectivamente, “B” e “E”, sendo estes no primeiro nível e nível da plataforma, respectivamente. Sendo assim, a estação analisada no estudo de caso encontra-se em boas condições de operação considerando um horário de pico normal, onde não há a necessidade de implantação de estratégias no sistema, pois os níveis de serviço encontrados, que incorporam métodos de outras medidas de desempenho (por exemplo, concentração de passageiros e quantidade de passageiros embarcados), refletem que a demanda de passageiros é menor que a capacidade do sistema (relativo ao LOS “E”). Porém, a administração da estação deve estar atenta a essa taxa de chegada de passageiros, tendo em vista que esse número

não ultrapasse a quantidade apontada nesse estudo, podendo esse caso ocorrer em algum evento atípico como uma greve de ônibus, carnaval, réveillon, etc.

Conforme foi visto na seção 4.2.4, não foi possível a validação da calibração do modelo de simulação do estudo de caso. Desta forma, o estudo de caso serviu para apresentar as funcionalidades do software de simulação de pedestres, onde os resultados obtidos não podem ser tomados como verdadeiros, ficando a cargo de trabalhos futuros a validação do modelo.

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Este capítulo apresenta as conclusões desta dissertação, seguindo-se das recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

### **5.1. Conclusões**

Com o aumento da população urbana brasileira, principalmente a partir dos anos de 1960, a infraestrutura de transporte nas grandes metrópoles carece de melhorias no que diz respeito à segurança e conforto dos usuários.

No Brasil, o transporte público vem sendo motivo de insatisfação por parte da população. Entre as principais reclamações dos brasileiros, destacam-se a ineficiência na administração, a baixa qualidade dos serviços prestados, superlotação, dentre outras. Essa insatisfação se deve, em parte, pela falta de investimento e administração nas redes de transporte de média e alta capacidade.

O sistema metroviário, considerando sua eficiência e confiabilidade, para atender ao grande fluxo diário de passageiros nas grandes cidades, é meio de transporte de alta capacidade ideal. Apesar da grande quantidade de passageiros que esse modo é capaz de transportar diariamente, em algumas situações há um desequilíbrio entre a demanda de passageiros e a oferta que a estação é capaz de proporcionar. Esse desequilíbrio pode vir a gerar a superlotação no sistema.

As estações metroviárias envolvem componentes numerosos que incluem: guichês de compra de bilhete, funcionários, escadas convencionais e colantes, catracas, corredores, trens, etc. Essa quantidade de componentes faz da estação metroviária um sistema complexo, onde a projeção de cenários a fim de prever seu desempenho em projeto e uma possível situação de superlotação é uma tarefa desafiadora.

Dessa forma, foi proposta a criação de um procedimento metodológico para identificar o princípio da superlotação em uma estação metroviária através de indicadores de risco expressos por formações de filas e alta concentração de passageiros. Tal procedimento auxiliará a administração da estação na decisão de aplicação (ou não) de estratégias alternativas no sistema para conter ou mitigar a superlotação.

O procedimento proposto é baseado em uma série de etapas e utiliza a técnica de modelagem por simulação e da comparação dos resultados do modelo de simulação, com indicadores de risco de superlotação em uma estação metroviária presentes na literatura, sobretudo o nível de serviço.

Todo o referencial teórico foi utilizado como embasamento para a criação do procedimento metodológico proposto com a finalidade de se atingir os objetivos desta dissertação. Tal procedimento tem suas potencialidades, na medida em que possui a capacidade de ser aplicável no contexto das estações metroviárias e pode ser utilizado como um guia prático para as administrações no que se refere à avaliação de desempenho operacional das estações metroviárias sob suas operações. As eventuais limitações e pontos a serem aprimorados são apresentados na Seção 5.2, referente às recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

De modo geral, o procedimento contempla as seguintes etapas: caracterização da estação metroviária e definição do evento; levantamento e tabulação/construção e calibração do modelo; identificação dos indicadores de risco; análise e aplicação das estratégias potencialmente indicadas; e análise dos resultados e *feedback*. Ao final, almeja-se que os resultados encontrados possam ser utilizados como instrumentos de gestão por parte da administração das estações com a intenção de avaliar o risco da superlotação do sistema e a implantação (ou não) das estratégias alternativas no sistema.

Para tanto, foi feita a aplicação do procedimento metodológico proposto em um estudo de caso, com a intenção de verificar sua aplicabilidade em um caso real. O estudo de caso utilizou como local a estação Cardeal Arcoverde, em Copacabana/RJ, uma das 41 (quarenta e uma) estações que fazem parte do MetrôRio. A escolha da estação Cardeal Arcoverde foi devido a sua estrutura simples e de fácil reprodução.

Os resultados encontrados mostram que, para o cenário de demanda atual (fornecido pelo MetrôRio), a estação Cardeal Arcoverde encontrava-se com sua estrutura de operação superdimensionada, tendo em vista que o pior nível de serviço encontrado foi “B”, refletindo uma demanda de passageiros menor que a capacidade do sistema (relativo ao LOS “E”). Dessa forma, não houve necessidade de aplicação imediata de estratégias alternativas no sistema. Para dar continuidade na aplicação do procedimento, foram definidas projeções com aumento da demanda de passageiros até o ponto de saturação do sistema.

A partir de certo ponto, mais precisamente considerando uma taxa de chegada de passageiros 12 vezes maior que a real, fornecida pelo MetrôRio, verificou-se que a área da plataforma começou a gerar um acúmulo de passageiros. Isso reflete que a demanda de passageiros projetada começou a atingir a capacidade de oferta da estação (relativa ao LOS “E”).

Em seguida, com o propósito de dar continuidade ao procedimento metodológico proposto, foram escolhidas algumas estratégias com o intuito de conter o princípio da superlotação. Dentre as estratégias possíveis, foram escolhidas a diminuição do *headway*, através do aumento do número de material rodante, e o bloqueio na catraca de entrada de mais passageiros no sistema.

Os resultados mostram que ambas as estratégias foram bem sucedidas no que diz respeito a trazer o sistema de volta à normalidade. Dessa forma, a utilização do procedimento metodológico proposto se apresenta como uma forma mais eficiente do ponto de vista operacional, para auxiliar a administração das estações metroviárias no que diz respeito à prevenção contra a ocorrência da superlotação.

## **5.2. Recomendações**

Face às possibilidades de aprimoramento desta dissertação e a necessidade crescente de se realizar estudos em estações metroviárias, faz-se a seguir uma série de recomendações e sugestões para trabalhos futuros:

- Implementar o modelo de simulação com a utilização de outros *softwares* similares, com o intuito de verificação e comparação dos resultados;
- Aplicar o procedimento metodológico proposto para avaliar o desempenho de outras estações metroviárias, com o propósito de comparar os resultados;
- Comparar os resultados obtidos no estudo de caso com os dados reais obtidos através da administração do MetrôRio;
- Implementar na simulação a taxa de chegada de passageiros vindo dos trens, e não apenas das entradas da estação;
- Realizar um estudo com os diferentes custos-benefícios das diversas estratégias alternativas no sistema ressaltando a função da capacidade, dos custos associados ou de algum outro critério estabelecido; e

- Realizar um estudo considerando um sistema integrado com outras estações, e não apenas uma estação independente.
- Estabelecer uma relação entre o tipo e intensidade do risco (ou seja, se é em uma ou em várias atividades, quais atividades e a magnitude do risco) com as estratégias a serem tomadas, assumindo-se que determinados riscos requerem estratégias mais pontuais e severas que gradativamente vão se intensificando.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. J. S., MOTA, S. M., 2014, “*Gestão de Multidão: Metodos e Procedimentos*”, **Secretaria Extraordinária de Grandes Eventos-MJ para a Copa das Confederações 2013**.

ARAUJO, D. R. C., JACONDINO, G. B., CYBIS, H. B. B., 2003, “Método de calibração de modelos de micro-simulação de tráfego através de otimização multivariada”, **Transportes** V.XII (2004) 5–12.

AYALA, R.J.L.; Jacques, M.A.P. (2013) Procedimento para identificação dos principais parâmetros dos microssimuladores a serem considerados no processo de calibração. XXVII Anpet. Belem. PA.

Barceló, J., (2010). “Fundamentals of Traffic Simulation” New York, NY: springer. (pp. 1–62).

Bazani, A. *OMS relaciona transporte coletivo à saúde no planeta*. Diário do Transporte, 2013. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2013/05/05/oms-relaciona-transporte-coletivo-a-saude-no-planeta/>. Acesso em: 28 Abril de 2018, 19:45.

BETHONICO F. C., 2016, *Calibração de Simuladores Microscópicos de tráfego Através de Medidas Macroscópicas*. Tese de M.Sc., USP, São Paulo, Brasil.

CAMPANELLA, M., HALLIDAY, R., HOOGENDOORN, S., DAAMEN, W., 2015, “Managing Large Flows in Metro Stations: The New Year Celebration in Copacabana”, **IEEE Intelligent transportation systems magazine** (2015) 103-113.

CARVALHO, A. R., ALVES, F., NETO, H. X. R., BENDER, J., 2017, “Relação do Tempo de Ocupação das Estações com o *Headway* em Sistemas Metroviários usando Simulação Computacional – Aplicação no Sistema Metroviário do Rio de Janeiro”, **Engineering and Science**, Volume 2, Edição 6.

Chwif, L., e Medina, A. C. (2014) “Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações”, **Elsevier Brasil**, 4a edição. São Paulo, SP.

CONGLING, S., MAOHUA, Z., XINGZHONG, N., LI, H., JIEHONG, S., GUOGUAN, F., 2012, “Modeling and safety strategy of passenger evacuation in a metro station in China”, **Safety Science** 50 (2012) 1319–1332.

DICKIE, J. F., 1995, “Major Crowd Catastrophes”, **Safety Science**, 18, 309-320.

GAO, Y., KROON, L., SCHMIDT, M., YANG, L., 2016, “Rescheduling A Metro Line In An Over-Crowded Situation After Disruptions”, **Transportation Research Part B** V.93 (2016) 425–449

GILL, J. R., LANDI, K., 2004,” Traumatic Asphyxial Deaths Due to an Uncontrolled Crowd”, **Am J Forensic Med Pathol** 2004;25: 358 –361.

GUAZZELLI, C. S., 2011, *Contribuição ao Dimensionamento e à Avaliação Operacional de Terminais Urbanos de Passageiros Metroviários e Ferroviários*. Tese de M.Sc., USP, São Paulo, Brasil.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000, Highway Capacity Manual. HCM2000, TRB.

HELBING, D., 2005, “Self-organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulation and Design Solutions.”, **Transportation Science**, v. 39, n. 1, p. 1-24, 2005.

KADOKURA, H., SEKIZAWA, A., TAKAHASHI, W., 2012, “Study on Availability and Issues of Evacuation Using Stopped Escalators in a Subway Station”, **Fire Mater** (2012) V.36 416–428

LAW, A. M. (2014) *Simulation modeling and analysis*. 5° ed McGraw-Hill Education.

MARQUES, R., 2016, *Nova publicação analisa investimentos em sistemas de transportes no Brasil*. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/transportenobrasil/>. Acesso em 15 de abril de 2018.

MUNIZ, J. J. N., 2014, *Os Atributos da Qualidade de Serviço para Pedestres no Contexto de Megaeventos Esportivos: O Caso do Estádio do Maracanã*. Tese de M.Sc., UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

Oliveira, F. C. (2013) *Simulação de Projetos com utilização do software ARENA*. Juiz de Fora, MG.

PENA, Rodolfo F. Alves. *Problemas no transporte público*; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/problemas-no-transporte-publico.htm>. Acesso em 21 de abril de 2018.

Reynol, F. *Gestão ambiental e teritorial*. Site oficial EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28840923/mais-de-80-da-populacao-brasileira-habita-063-do-territorio-nacional>. Acesso em: 22 Março de 2018, 18:20.

SOUZA, J. C., “Controle de Multidões em Situações de Emergência - Contribuições dos Princípios de Logística”. XIX Congresso PANAM, 368- 381, Cidade do México, México, 28 a 30 de setembro 2016.

STILL, G. K., 2000, *Crowd Dynamics*. Ph.D. dissertation, University of Warwick, Coventry, United Kingdom.

SUH, W. *et al.*, 2013, “Modelling Pedestrian Crossing Activities in an Urban Environment Using Microscopic Traffic Simulation.”, **Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International**, 0(0), pp. 1-12

SUN, L., JIN, J. G., LEE, D. H., AXHAUSEN, K. W., ERATH, A., 2014, “Demand-Driven Timetable Design for Metro Services”, **Transportation Research Part C V.46** (2014) 284–299.

WANG, J., ZHANG, L., SHI, Q., YANG, P., HU, X., 2015, “Modeling and Simulating for Congestion Pedestrian Evacuation with Panic”, **Physica A** 428 (2015) 396–409.

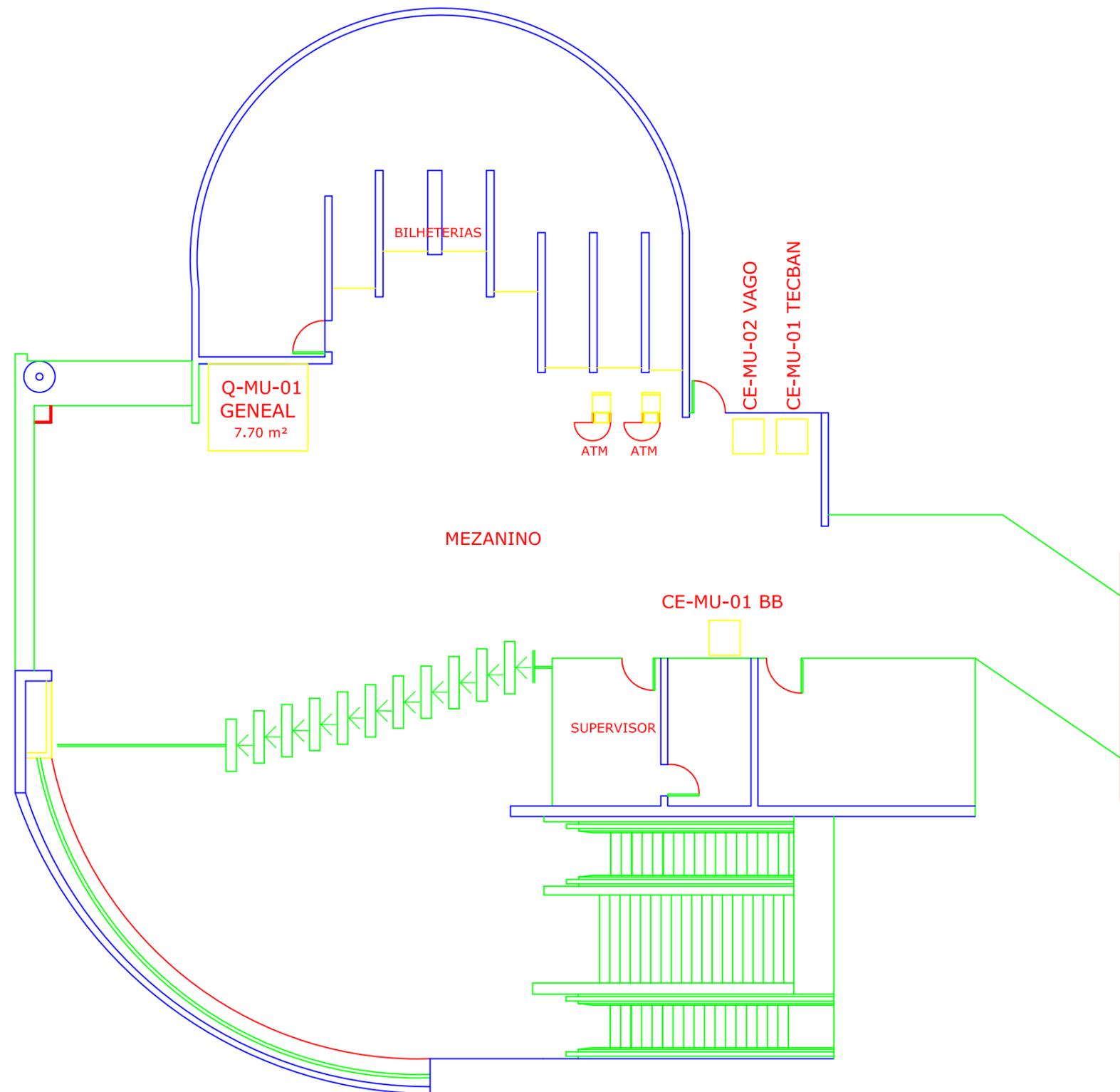
## Apêndice A – Layout Estação Cardeal Arcoverde

Plantas da Estação Cardeal Arcoverde fornecidas pela administração do MetrôRio.





CÓPIA CONTROLADA



1 Planta Baixa - Mezzanino  
Escala: 1/100

REVISÃO	MODIFICAÇÃO	DESENHO	APROVAÇÃO	DATA
04	ATUALIZAÇÃO	JDUTRA	EFIGUEIREDO	16/09/2016
03	ATUALIZAÇÃO	JDUTRA	EFIGUEIREDO	29/08/2016
02	ATUALIZAÇÃO	JDUTRA	EFIGUEIREDO	15/10/2015
01	ATUALIZAÇÃO	JDUTRA	EFIGUEIREDO	03/07/2014
00	EMISSÃO INICIAL	JDUTRA	EFIGUEIREDO	10/12/2013

QUADRO DE REVISÕES



LOCAL:	ESTAÇÃO CARDEAL ARCOVERDE	Nº CONTRATO:	N/A	
SISTEMA:	OBRAS CIVIS	Nº ESTOQUE:	N/A	
DESENHO:	PLANTA BAIXA – OCUPAÇÃO DE ÁREAS	DES. REFERÊNCIA:	N/A	
		ESCALA:	UNIDADE:	FORMATO:
		N/A	N/A	A2

ESTE DOCUMENTO POSSUI INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Projeto:	EDUARDO FIGUEIREDO	Nº FORNECEDOR:	N/A	
Desenho:	JULIANA DUTRA	Nº METRÔRIO:	04-LY-CAV-SOC-RIO-00001	FOLHA:
Verificação:	EDUARDO FIGUEIREDO			1/01
Resp.Técnico/CREA:	N/A			



## Apêndice B – Tempo de Atendimento

Este apêndice contém as tabelas com os tempos de atendimentos medidos em campo dos guichês normais e eletrônicos e das catracas.

Guichê Normal			
n	Intervalo	Horário	Guichê
1		08:00:00	1
2	14	08:00:14	1
3	8	08:00:22	1
4	7	08:00:29	1
5	13	08:00:42	1
6	12	08:00:54	1
7	10	08:01:04	1
8	41	08:01:45	1
9	12	08:01:57	1
10	14	08:02:11	1
11	13	08:02:24	1
12	14	08:02:38	1
13	11	08:02:49	1
14	11	08:03:00	1
15	21	08:03:21	1
16	10	08:03:31	1
17	21	08:03:52	1
18	32	08:04:24	1
19	6	08:04:30	1
20	16	08:04:46	1
21	14	08:05:00	1
22	20	08:05:20	1
23	11	08:05:31	1
24	10	08:05:41	1
25	17	08:05:58	1
26	17	08:06:15	1
27	42	08:06:57	1
28	17	08:07:14	1
29	7	08:07:21	1
30	10	08:07:31	1
31	10	08:07:41	1
32	9	08:07:50	1
33	15	08:08:05	1
34	15	08:08:20	1
35	17	08:08:37	1
36	4	08:08:41	1
37	7	08:08:48	1
38	7	08:08:55	1
39	9	08:09:04	1

40	23	08:09:27	1
41	12	08:09:39	1
42	16	08:09:55	1
43	30	08:10:25	1
44	10	08:10:35	1
45	17	08:10:52	1
46	18	08:11:10	1
47	25	08:11:35	1
48	4	08:11:39	1
49	12	08:11:51	1
50	17	08:12:08	1
51	10	08:12:18	1
52	18	08:12:36	1
53	12	08:12:48	1
54	15	08:13:03	1
55	14	08:13:17	1
56	12	08:13:29	1
57	19	08:13:48	1
58	15	08:14:03	1
59	44	08:14:47	1
60	11	08:14:58	1
61	4	08:15:02	1
62	12	08:15:14	1
63	33	08:15:47	1
64	37	08:16:24	1
65	24	08:16:48	1
66	11	08:16:59	1
67	9	08:17:08	1
68	14	08:17:22	1
69	8	08:17:30	1
70	16	08:17:46	1
71	8	08:17:54	1
72	8	08:18:02	1
73	27	08:18:29	1
74	29	08:18:58	1
75	22	08:19:20	1
76	37	08:19:57	1
77	6	08:20:03	1
78	16	08:20:19	1
79	11	08:20:30	1
80	14	08:20:44	1

81	14	08:20:58	1
82	7	08:21:05	1
83	18	08:21:23	1
84	14	08:21:37	1
85	19	08:21:56	1
86	12	08:22:08	1
87	22	08:22:30	1
88	33	08:23:03	1
89	19	08:23:22	1
90	17	08:23:39	1
91	17	08:23:56	1
92	18	08:24:14	1
93	18	08:24:32	1
94	23	08:24:55	1
95	40	08:25:35	1
96	30	08:26:05	1
97	16	08:26:21	1
98	9	08:26:30	1
99	13	08:26:43	1
100	10	08:26:53	1
101	10	08:27:03	1
102	7	08:27:10	1
103	14	08:27:24	1
104	29	08:27:53	1
105	17	08:28:10	1
106	28	08:28:38	1
107	18	08:28:56	1
108	5	08:29:01	1
109	15	08:29:16	1
110	15	08:29:31	1
111	7	08:29:38	1
112	20	08:29:58	1
113	8	08:30:06	1
114	19	08:30:25	1
115	11	08:30:36	1
116	18	08:30:54	1
117	27	08:31:21	1
118	15	08:31:36	1
119	8	08:31:44	1
120	13	08:31:57	1

121	17	08:32:14	1
122	20	08:32:34	1
123	12	08:32:46	1
124	21	08:33:07	1
125	5	08:33:12	1
126	9	08:33:21	1
127	14	08:33:35	1
128	17	08:33:52	1
129	17	08:34:09	1
130	9	08:34:18	1
131	26	08:34:44	1
132	16	08:35:00	1
133	20	08:35:20	1
134	21	08:35:41	1
135	13	08:35:54	1
136	12	08:36:06	1
137	27	08:36:33	1
138	16	08:36:49	1
139	32	08:37:21	1
140	16	08:37:37	1
141	13	08:37:50	1
142	15	08:38:05	1
143	25	08:38:30	1
144	7	08:38:37	1
145	19	08:38:56	1
146	11	08:39:07	1
147	8	08:39:15	1
148	22	08:39:37	1
149	18	08:39:55	1
150	13	08:40:08	1
151	37	08:40:45	1
152	15	08:41:00	1
153	10	08:41:10	1
154	12	08:41:22	1
155	47	08:42:09	1
156	10	08:42:19	1
157	10	08:42:29	1
158	6	08:42:35	1
159	9	08:42:44	1
160	16	08:43:00	1

161	19	08:43:19	1
162	10	08:43:29	1
163	19	08:43:48	1
164	22	08:44:10	1
165	14	08:44:24	1
166	14	08:44:38	1
167	13	08:44:51	1
168	9	08:45:00	1
169	17	08:45:17	1
170	17	08:45:34	1
171	21	08:45:55	1
172	9	08:46:04	1
173	16	08:46:20	1
174	17	08:46:37	1
175	14	08:46:51	1
176	24	08:47:15	1
177	8	08:47:23	1
178	13	08:47:36	1
179	14	08:47:50	1
180	16	08:48:06	1
181	18	08:48:24	1
182	20	08:48:44	1
183	13	08:48:57	1
184	14	08:49:11	1
185	16	08:49:27	1
186	16	08:49:43	1
187	15	08:49:58	1
188	24	08:50:22	1
189	13	08:50:35	1
190	11	08:50:46	1
191	11	08:50:57	1
192	17	08:51:14	1
193	11	08:51:25	1
194	15	08:51:40	1
195	13	08:51:53	1
196	14	08:52:07	1
197	15	08:52:22	1
198	10	08:52:32	1
199	17	08:52:49	1
200	28	08:53:17	1
201	9	08:53:26	1

202	7	08:53:33	1
203	52	08:54:25	1
204	18	08:54:43	1
205	7	08:54:50	1
206	48	08:55:38	1
207	15	08:55:53	1
208	23	08:56:16	1
209	14	08:56:30	1
210	19	08:56:49	1
211	9	08:56:58	1
212	16	08:57:14	1
213	20	08:57:34	1
214	13	08:57:47	1
215	12	08:57:59	1
216	47	08:58:46	1
217	8	08:58:54	1
218	15	08:59:09	1
219	8	08:59:17	1
220	7	08:59:24	1
221	28	08:59:52	1
222		08:00:00	2
223	21	08:00:21	2
224	18	08:00:39	2
225	23	08:01:02	2
226	20	08:01:22	2
227	7	08:01:29	2
228	18	08:01:47	2
229	12	08:01:59	2
230	35	08:02:34	2
231	16	08:02:50	2
232	23	08:03:13	2
233	16	08:03:29	2
234	21	08:03:50	2
235	20	08:04:10	2
236	15	08:04:25	2
237	17	08:04:42	2
238	20	08:05:02	2
239	18	08:05:20	2
240	14	08:05:34	2
241	13	08:05:47	2
242	33	08:06:20	2

243	15	08:06:35	2
244	22	08:06:57	2
245	32	08:07:29	2
246	12	08:07:41	2
247	22	08:08:03	2
248	18	08:08:21	2
249	23	08:08:44	2
250	20	08:09:04	2
251	18	08:09:22	2
252	12	08:09:34	2
253	15	08:09:49	2
254	23	08:10:12	2
255	28	08:10:40	2
256	11	08:10:51	2
257	12	08:11:03	2
258	29	08:11:32	2
259	49	08:12:21	2
260	15	08:12:36	2
261	17	08:12:53	2
262	15	08:13:08	2
263	23	08:13:31	2
264	26	08:13:57	2
265	18	08:14:15	2
266	17	08:14:32	2
267	19	08:14:51	2
268	29	08:15:20	2
269	10	08:15:30	2
270	17	08:15:47	2
271	21	08:16:08	2
272	18	08:16:26	2
273	15	08:16:41	2
274	7	08:16:48	2
275	48	08:17:36	2
276	14	08:17:50	2
277	8	08:17:58	2
278	19	08:18:17	2
279	14	08:18:31	2
280	16	08:18:47	2
281	19	08:19:06	2
282	14	08:19:20	2
283	14	08:19:34	2

284	8	08:19:42	2
285	13	08:19:55	2
286	8	08:20:03	2
287	12	08:20:15	2
288	10	08:20:25	2
289	15	08:20:40	2
290	25	08:21:05	2
291	12	08:21:17	2
292	12	08:21:29	2
293	13	08:21:42	2
294	14	08:21:56	2
295	8	08:22:04	2
296	19	08:22:23	2
297	10	08:22:33	2
298	11	08:22:44	2
299	13	08:22:57	2
300	16	08:23:13	2
301	11	08:23:24	2
302	22	08:23:46	2
303	10	08:23:56	2
304	30	08:24:26	2
305	14	08:24:40	2
306	19	08:24:59	2
307	11	08:25:10	2
308	8	08:25:18	2
309	11	08:25:29	2
310	16	08:25:45	2
311	48	08:26:33	2
312	37	08:27:10	2
313	10	08:27:20	2
314	16	08:27:36	2
315	16	08:27:52	2
316	21	08:28:13	2
317	6	08:28:19	2
318	14	08:28:33	2
319	22	08:28:55	2
320	12	08:29:07	2
321	16	08:29:23	2
322	23	08:29:46	2
323	18	08:30:04	2
324	20	08:30:24	2

325	9	08:30:33	2
326	19	08:30:52	2
327	5	08:30:57	2
328	19	08:31:16	2
329	10	08:31:26	2
330	10	08:31:36	2
331	12	08:31:48	2
332	27	08:32:15	2
333	16	08:32:31	2
334	11	08:32:42	2
335	25	08:33:07	2
336	9	08:33:16	2
337	19	08:33:35	2
338	10	08:33:45	2
339	10	08:33:55	2
340	4	08:33:59	2
341	22	08:34:21	2
342	12	08:34:33	2
343	15	08:34:48	2
344	11	08:34:59	2
345	8	08:35:07	2
346	17	08:35:24	2
347	20	08:35:44	2
348	14	08:35:58	2
349	22	08:36:20	2
350	27	08:36:47	2
351	21	08:37:08	2
352	18	08:37:26	2
353	20	08:37:46	2
354	7	08:37:53	2
355	27	08:38:20	2
356	4	08:38:24	2
357	41	08:39:05	2
358	17	08:39:22	2
359	16	08:39:38	2
360	20	08:39:58	2
361	11	08:40:09	2
362	37	08:40:46	2
363	10	08:40:56	2
364	21	08:41:17	2
365	20	08:41:37	2

366	25	08:42:02	2
367	13	08:42:15	2
368	12	08:42:27	2
369	26	08:42:53	2
370	14	08:43:07	2
371	21	08:43:28	2
372	24	08:43:52	2
373	17	08:44:09	2
374	19	08:44:28	2
375	11	08:44:39	2
376	17	08:44:56	2
377	50	08:45:46	2
378	10	08:45:56	2
379	15	08:46:11	2
380	10	08:46:21	2
381	13	08:46:34	2
382	32	08:47:06	2
383	26	08:47:32	2
384	8	08:47:40	2
385	11	08:47:51	2
386	15	08:48:06	2
387	16	08:48:22	2
388	11	08:48:33	2
389	12	08:48:45	2
390	17	08:49:02	2
391	12	08:49:14	2
392	48	08:50:02	2
393	7	08:50:09	2
394	51	08:51:00	2
395	23	08:51:23	2
396	7	08:51:30	2
397	13	08:51:43	2
398	14	08:51:57	2
399	19	08:52:16	2
400	33	08:52:49	2
401	17	08:53:06	2
402	17	08:53:23	2
403	12	08:53:35	2
404	16	08:53:51	2
405	18	08:54:09	2
406	13	08:54:22	2

407	38	08:55:00	2
408	19	08:55:19	2
409	13	08:55:32	2
410	13	08:55:45	2
411	31	08:56:16	2
412	14	08:56:30	2
413	13	08:56:43	2
414	15	08:56:58	2
415	15	08:57:13	2
416	8	08:57:21	2
417	15	08:57:36	2
418	10	08:57:46	2
419	34	08:58:20	2
420	11	08:58:31	2
421	21	08:58:52	2
422	62	08:59:54	2
423	13	08:00:00	3
424	13	08:00:13	3
425	14	08:00:27	3
426	22	08:00:49	3
427	33	08:01:22	3
428	12	08:01:34	3
429	26	08:02:00	3
430	17	08:02:17	3
431	16	08:02:33	3
432	32	08:03:05	3
433	35	08:03:40	3
434	33	08:04:13	3
435	50	08:05:03	3
436	41	08:05:44	3
437	23	08:06:07	3
438	18	08:06:25	3
439	19	08:06:44	3
440	33	08:07:17	3
441	60	08:08:17	3
442	8	08:08:25	3
443	21	08:08:46	3
444	11	08:08:57	3
445	16	08:09:13	3
446	9	08:09:22	3
447	39	08:10:01	3

448	42	08:10:43	3
449	15	08:10:58	3
450	11	08:11:09	3
451	10	08:11:19	3
452	17	08:11:36	3
453	4	08:11:40	3
454	20	08:12:00	3
455	28	08:12:28	3
456	19	08:12:47	3
457	35	08:13:22	3
458	17	08:13:39	3
459	24	08:14:03	3
460	16	08:14:19	3
461	26	08:14:45	3
462	41	08:15:26	3
463	17	08:15:43	3
464	14	08:15:57	3
465	24	08:16:21	3
466	22	08:16:43	3
467	5	08:16:48	3
468	25	08:17:13	3
469	28	08:17:41	3
470	26	08:18:07	3
471	8	08:18:15	3
472	12	08:18:27	3
473	11	08:18:38	3
474	46	08:19:24	3
475	23	08:19:47	3
476	14	08:20:01	3
477	17	08:20:18	3
478	14	08:20:32	3
479	8	08:20:40	3
480	11	08:20:51	3
481	12	08:21:03	3
482	48	08:21:51	3
483	33	08:22:24	3
484	32	08:22:56	3
485	16	08:23:12	3
486	15	08:23:27	3
487	20	08:23:47	3
488	65	08:24:52	3

489	8	08:25:00	3
490	12	08:25:12	3
491	7	08:25:19	3
492	10	08:25:29	3
493	13	08:25:42	3
494	29	08:26:11	3
495	14	08:26:25	3
496	14	08:26:39	3
497	23	08:27:02	3
498	9	08:27:11	3
499	14	08:27:25	3
500	11	08:27:36	3
501	12	08:27:48	3
502	18	08:28:06	3
503	11	08:28:17	3
504	16	08:28:33	3
505	20	08:28:53	3
506	10	08:29:03	3
507	10	08:29:13	3
508	13	08:29:26	3
509	24	08:29:50	3
510	49	08:30:39	3
511	16	08:30:55	3
512	15	08:31:10	3
513	14	08:31:24	3
514	19	08:31:43	3
515	11	08:31:54	3
516	12	08:32:06	3
517	53	08:32:59	3
518	15	08:33:14	3
519	12	08:33:26	3
520	22	08:33:48	3
521	17	08:34:05	3
522	16	08:34:21	3
523	22	08:34:43	3
524	24	08:35:07	3
525	5	08:35:12	3
526	21	08:35:33	3
527	13	08:35:46	3
528	12	08:35:58	3
529	13	08:36:11	3

530	7	08:36:18	3
531	24	08:36:42	3
532	9	08:36:51	3
533	16	08:37:07	3
534	11	08:37:18	3
535	6	08:37:24	3
536	10	08:37:34	3
537	9	08:37:43	3
538	13	08:37:56	3
539	12	08:38:08	3
540	30	08:38:38	3
541	3	08:38:41	3
542	14	08:38:55	3
543	14	08:39:09	3
544	6	08:39:15	3
545	15	08:39:30	3
546	20	08:39:50	3
547	21	08:40:11	3
548	11	08:40:22	3
549	40	08:41:02	3
550	5	08:41:07	3
551	36	08:41:43	3
552	15	08:41:58	3
553	37	08:42:35	3
554	9	08:42:44	3
555	15	08:42:59	3
556	13	08:43:12	3
557	16	08:43:28	3
558	32	08:44:00	3
559	26	08:44:26	3
560	10	08:44:36	3
561	12	08:44:48	3
562	40	08:45:28	3
563	16	08:45:44	3
564	25	08:46:09	3
565	15	08:46:24	3
566	15	08:46:39	3
567	13	08:46:52	3
568	27	08:47:19	3
569	22	08:47:41	3
570	18	08:47:59	3

571	11	08:48:10	3
572	79	08:49:29	3
573	86	08:50:55	3
574	53	08:51:48	3
575	24	08:52:12	3
576	4	08:52:16	3
577	35	08:52:51	3
578	2	08:52:53	3
579	8	08:53:01	3
580	17	08:53:18	3
581	26	08:53:44	3
582	13	08:53:57	3
583	11	08:54:08	3
584	66	08:55:14	3
585	11	08:55:25	3
586	14	08:55:39	3
587	7	08:55:46	3
588	15	08:56:01	3
589	62	08:57:03	3
590	14	08:57:17	3
591	8	08:57:25	3
592	4	08:57:29	3
593	14	08:57:43	3
594	18	08:58:01	3
595	35	08:58:36	3
596	14	08:58:50	3
597	15	08:59:05	3
598	14	08:59:19	3
599	12	08:59:31	3
600	20	08:59:51	3
601		08:00:00	4
602	22	08:00:22	4
603	7	08:00:29	4
604	28	08:00:57	4
605	15	08:01:12	4
606	13	08:01:25	4
607	35	08:02:00	4
608	8	08:02:08	4
609	18	08:02:26	4
610	10	08:02:36	4
611	11	08:02:47	4

612	17	08:03:04	4
613	17	08:03:21	4
614	12	08:03:33	4
615	10	08:03:43	4
616	13	08:03:56	4
617	21	08:04:17	4
618	13	08:04:30	4
619	15	08:04:45	4
620	12	08:04:57	4
621	15	08:05:12	4
622	13	08:05:25	4
623	29	08:05:54	4
624	32	08:06:26	4
625	25	08:06:51	4
626	15	08:07:06	4
627	43	08:07:49	4
628	22	08:08:11	4
629	9	08:08:20	4
630	11	08:08:31	4
631	21	08:08:52	4
632	15	08:09:07	4
633	14	08:09:21	4
634	26	08:09:47	4
635	10	08:09:57	4
636	30	08:10:27	4
637	44	08:11:11	4
638	20	08:11:31	4
639	10	08:11:41	4
640	11	08:11:52	4
641	18	08:12:10	4
642	16	08:12:26	4
643	15	08:12:41	4
644	15	08:12:56	4
645	12	08:13:08	4
646	23	08:13:31	4
647	12	08:13:43	4
648	11	08:13:54	4
649	45	08:14:39	4
650	16	08:14:55	4
651	24	08:15:19	4
652	10	08:15:29	4

653	9	08:15:38	4
654	11	08:15:49	4
655	26	08:16:15	4
656	8	08:16:23	4
657	19	08:16:42	4
658	21	08:17:03	4
659	37	08:17:40	4
660	14	08:17:54	4
661	29	08:18:23	4
662	23	08:18:46	4
663	23	08:19:09	4
664	8	08:19:17	4
665	3	08:19:20	4
666	20	08:19:40	4
667	15	08:19:55	4
668	15	08:20:10	4
669	11	08:20:21	4
670	6	08:20:27	4
671	29	08:20:56	4
672	16	08:21:12	4
673	65	08:22:17	4
674	24	08:22:41	4
675	17	08:22:58	4
676	10	08:23:08	4
677	21	08:23:29	4
678	19	08:23:48	4
679	18	08:24:06	4
680	13	08:24:19	4
681	58	08:25:17	4
682	28	08:25:45	4
683	34	08:26:19	4
684	11	08:26:30	4
685	8	08:26:38	4
686	14	08:26:52	4
687	29	08:27:21	4
688	14	08:27:35	4
689	6	08:27:41	4
690	6	08:27:47	4
691	30	08:28:17	4
692	29	08:28:46	4
693	27	08:29:13	4

694	21	08:29:34	4
695	25	08:29:59	4
696	15	08:30:14	4
697	7	08:30:21	4
698	21	08:30:42	4
699	50	08:31:32	4
700	66	08:32:38	4
701	11	08:32:49	4
702	14	08:33:03	4
703	7	08:33:10	4
704	15	08:33:25	4
705	62	08:34:27	4
706	14	08:34:41	4
707	8	08:34:49	4
708	69	08:35:58	4
709	14	08:36:12	4
710	18	08:36:30	4
711	35	08:37:05	4
712	10	08:37:15	4
713	21	08:37:36	4
714	32	08:38:08	4
715	6	08:38:14	4
716	16	08:38:30	4
717	14	08:38:44	4
718	20	08:39:04	4
719	11	08:39:15	4
720	10	08:39:25	4
721	17	08:39:42	4
722	17	08:39:59	4
723	42	08:40:41	4
724	17	08:40:58	4
725	7	08:41:05	4
726	10	08:41:15	4
727	10	08:41:25	4
728	9	08:41:34	4
729	15	08:41:49	4
730	52	08:42:41	4
731	11	08:42:52	4
732	48	08:43:40	4
733	22	08:44:02	4
734	18	08:44:20	4

735	13	08:44:33	4
736	37	08:45:10	4
737	15	08:45:25	4
738	60	08:46:25	4
739	12	08:46:37	4
740	47	08:47:24	4
741	10	08:47:34	4
742	10	08:47:44	4
743	75	08:48:59	4
744	9	08:49:08	4
745	16	08:49:24	4
746	19	08:49:43	4
747	10	08:49:53	4
748	19	08:50:12	4
749	22	08:50:34	4
750	14	08:50:48	4
751	18	08:51:06	4
752	13	08:51:19	4
753	37	08:51:56	4
754	15	08:52:11	4
755	60	08:53:11	4
756	45	08:53:56	4
757	75	08:55:11	4
758	18	08:55:29	4
759	25	08:55:54	4
760	23	08:56:17	4
761	45	08:57:02	4
762	68	08:58:10	4
763	12	08:58:22	4
764	22	08:58:44	4
765	10	08:58:54	4
766	25	08:59:19	4
		08:59:19	4

## Apêndice C – Matriz Origem Destino

Este apêndice contém as Matrizes Origem Destino, por linha, dos meses de maio de 2010 a abril de 2011. Em termos de input, utilizou-se apenas a porcentagem de passageiros que se deslocam para a zona sul e norte. As matrizes foram fruto do estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas, através de dados disponibilizados pelo próprio MetrôRio. A Tabela 1 fornece as siglas da estação na Matriz origem destino.

Tabela 1 – Siglas das estações

Estações	Siglas
Ipanema/General Osório	IGO
Cantagalo	CTG
Siqueira Campos	SCP
Cardeal Arcoverde	CAV
Botafogo	BTF
Flamengo	FLA
Largo do Machado	LMC
Catete	CTT
Glória	GLR
Cinelândia	CNL
Carioca	CRC
Uruguaiana	URG
Presidente Vargas	PVG
Central	CTR
Praça Onze	POZ
Estácio	ESA
Afonso Pena	AFP
São Francisco Xavier	SFX
Saens Peña	SPN
Cidade Nova	CNV
São Cristóvão	SCR
Maracanã	MRC
Triagem	TRG
Maria da Graça	MGR
N. América/Del Castilho	DCT
Inhaúma	INH
Engenho da Rainha	ERN
Thomaz Coelho	TCL
Vicente de Carvalho	VCV
Colégio	CLG
Coelho Neto	CNT
Acari/Faz. Botafogo	AFB
Eng. Rubens Paiva	ERP
Pavuna	PVN

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

Dessa forma, são apresentadas as matrizes Origem destino referentes aos horários de Pico da Manhã e da tarde nas tabelas 2 e 3:

Tabela 2 – Matriz O-D pico da manhã

SPN	SFX	APP	ESA	POZ	CTR	PVG	URG	ORC	CNL	GLR	CIT	LMC	FLA	BIT	CAV	SOP	CTG	IGO	CNV	SCR	MFC	TRG	MGR	DCT	NH	ERN	TCL	VCV	IRJ	CLG	CNT	AFB	ERP	PVN			
SPN	0	42	73	91	91	1000	543	2065	2987	1374	182	185	327	240	1145	179	367	169	426	30	15	13	20	20	32	9	3	3	55	42	30	10	13	0	141		
SFX	54	0	4	79	17	243	171	528	1046	526	25	38	145	95	268	31	124	59	92	4	0	0	10	5	35	0	4	7	26	0	33	0	7	36	3672		
APP	129	0	0	129	0	387	65	301	258	430	86	65	86	65	43	86	65	108	0	0	0	0	0	22	43	0	22	0	65	65	22	22	0	0	108		
ESA	68	16	13	0	3	73	22	119	138	84	10	14	29	15	63	11	33	11	41	0	5	4	4	4	13	8	1	2	15	20	3	2	2	1	38	885	
POZ	99	21	41	16	0	54	16	108	138	64	27	22	63	51	119	25	24	7	65	2	1	2	1	3	1	0	2	0	0	3	0	3	0	1	26	1003	
CTR	3072	465	198	380	317	0	81	803	3514	2518	406	859	1509	1084	5169	1200	1439	1491	2085	84	53	38	32	67	140	18	42	16	87	75	35	16	51	16	171	27532	
PVG	75	20	9	19	24	9	0	0	66	85	25	31	40	26	69	7	31	17	70	4	3	5	1	3	2	5	0	7	5	3	5	3	0	3	14	685	
URG	227	38	41	85	77	125	32	0	65	105	144	98	224	84	433	66	139	52	143	15	20	11	6	24	59	9	16	1	12	20	9	5	14	1	63	2476	
ORC	203	32	40	79	86	147	20	25	0	22	136	66	158	130	459	29	129	57	219	22	55	28	13	19	45	7	4	1	27	41	12	10	2	7	88	2416	
CNL	84	30	35	35	3	164	43	147	18	0	86	87	91	74	175	56	51	66	348	21	51	7	28	9	43	3	2	1	36	10	8	15	1	12	74	1912	
GLR	141	23	39	47	13	163	61	307	474	169	0	7	50	29	38	54	25	101	27	41	25	7	9	23	2	0	6	7	5	3	12	0	3	49	2019		
CIT	149	56	79	79	119	173	78	210	200	208	46	0	48	69	173	69	102	118	110	37	91	55	23	45	35	11	0	14	22	17	6	18	0	0	88	2548	
LMC	165	15	38	28	65	664	217	813	1213	439	64	18	0	27	173	17	61	8	5	5	53	39	3	0	53	2	5	0	27	35	0	82	6	0	93	4433	
FLA	182	18	43	58	45	449	115	485	749	429	37	30	43	0	138	44	77	65	130	29	48	38	11	14	26	1	0	1	9	9	3	6	1	0	46	3380	
BIT	271	53	97	115	132	612	283	1013	2209	778	101	68	208	52	0	102	167	113	390	8	70	43	42	32	46	8	31	8	30	68	33	44	0	0	318	7544	
CAV	60	116	10	19	17	584	41	387	963	149	19	0	100	12	268	0	11	0	7	0	12	7	5	0	7	1	0	1	15	0	0	0	0	2	19	2282	
SOP	100	41	22	60	135	460	82	416	703	249	27	39	483	368	483	10	0	12	143	2	55	10	8	8	7	6	4	2	6	50	54	18	3	0	83	4147	
CTG	72	38	8	7	35	284	65	538	346	294	17	9	91	47	473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	2686	
IGO	222	47	58	77	120	444	115	499	1042	683	132	138	271	223	407	17	178	47	0	33	61	34	0	31	5	7	0	4	13	9	5	4	5	0	120	5053	
CNV	19	2	5	0	0	25	15	58	104	64	25	24	45	20	81	5	27	13	27	0	16	15	31	16	50	21	4	3	22	20	5	27	2	8	82	880	
SCR	22	16	3	20	9	39	27	126	266	208	49	54	98	110	304	19	56	21	64	46	0	7	60	35	120	19	17	10	56	22	29	12	17	7	152	2120	
MRC	2	0	0	0	0	26	16	71	85	36	11	10	20	4	68	5	2	4	19	0	6	0	12	13	113	7	13	8	27	20	7	25	7	16	119	773	
TRG	6	0	6	2	2	19	16	112	130	82	16	17	53	27	133	11	53	10	40	7	11	0	0	0	16	48	6	3	0	13	27	6	13	15	2	81	983
MGR	34	3	3	3	10	622	96	437	343	70	0	10	67	45	376	64	6	11	51	19	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	2485
DCT	61	16	12	21	17	185	92	396	548	335	46	43	120	40	375	36	75	29	86	62	156	25	23	1	0	11	15	3	35	27	13	57	11	0	108	3078	
NH	37	0	20	3	5	187	74	378	487	303	10	13	25	0	295	11	98	9	39	61	42	59	17	0	73	0	11	0	20	0	0	27	0	0	5	2289	
ERN	80	6	13	14	3	177	41	197	328	230	29	23	52	30	312	29	67	24	118	87	106	45	46	13	28	0	0	13	15	17	11	33	18	0	73	2279	
TCL	10	0	0	10	0	173	95	87	89	103	0	10	12	20	117	0	12	34	103	34	20	10	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	997
VCV	115	23	19	45	42	571	134	622	795	315	38	51	120	122	531	66	244	161	186	312	383	111	101	32	332	4	4	2	0	16	22	61	2	23	109	5727	
IRJ	311	39	39	155	0	233	116	544	815	388	39	0	272	39	505	78	116	39	155	116	155	78	39	78	155	116	0	0	78	0	0	78	0	0	116	4883	
CLG	100	0	17	5	0	1055	77	387	423	373	7	5	58	57	636	19	16	4	59	42	68	14	9	16	33	4	8	0	11	2	0	0	20	10	1	25	3681
CNT	167	25	69	42	4	465	84	481	564	319	15	85	109	120	940	42	85	86	93	196	359	183	148	85	243	61	39	12	81	0	0	0	3	0	91	5296	
AFB	67	34	9	9	5	230	86	287	229	130	18	24	59	53	276	18	92	34	71	85	175	69	54	28	132	9	6	0	24	9	15	0	0	0	0	2285	
ERP	0	40	19	40	9	430	103	325	216	201	61	16	82	62	519	49	117	38	177	77	154	79	40	90	104	5	5	9	31	0	5	11	4	0	69	3187	
PVN	629	98	38	129	130	1978	316	2239	2083	1318	129	235	800	406	3236	200	502	193	740	360	910	463	466	283	711	161	237	0	468	127	8	30	44	19	0	19710	
	7032	1373	1121	1892	1534	12448	3360	15481	23048	13080	2060	2392	5958	3816	18853	2538	4561	3092	6506	1828	3266	1517	1261	1026	2840	532	500	129	1337	782	349	699	237	129	2821	149466	

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

Tabela 3 – Matriz O-D pico da tarde

SPN	SFX	APP	ESA	POZ	CTR	PVG	URG	CRC	CNL	GLR	CIT	LMC	FLA	BIF	CAV	SCP	CTG	IGO	CNV	SCR	MRC	TRG	MGR	DCT	INH	ERN	TOL	VCV	IRJ	CLG	CNT	AFB	ERP	PVN		
SPN	0	42	73	91	91	1000	543	2085	2987	1374	182	185	327	240	1145	179	367	169	426	30	15	13	20	20	32	9	3	3	55	42	30	10	13	0	141	11890
SFX	54	0	4	79	17	243	171	528	1046	526	25	38	145	55	268	31	124	59	92	4	0	10	5	35	0	4	7	26	0	33	0	7	36	3672		
APP	129	0	0	128	0	387	65	301	258	430	86	65	86	65	86	43	86	65	108	0	0	0	22	43	0	22	0	65	65	22	22	0	0	108	2752	
ESA	68	16	13	0	3	73	22	119	138	84	10	14	29	53	119	25	24	7	65	2	1	2	1	3	1	0	2	15	20	3	2	2	1	38	885	
POZ	99	21	41	16	0	54	16	108	138	64	27	22	63	51	119	25	24	7	65	2	1	2	1	3	1	0	2	0	3	0	3	0	1	26	1003	
CTR	3072	465	198	390	317	0	81	803	3514	2518	406	859	1084	5169	1200	1439	1491	2085	84	53	38	32	67	140	18	42	16	87	75	35	16	51	16	171	27532	
PVG	75	20	9	19	24	9	0	0	66	85	25	31	40	26	69	7	31	17	70	4	3	5	1	3	2	5	0	7	5	3	5	3	0	3	14	685
URG	227	38	41	85	77	125	32	0	65	105	144	98	224	94	433	66	139	52	143	15	20	11	6	24	59	9	16	1	12	20	9	5	14	1	63	2476
CRC	203	32	40	79	86	147	20	25	0	22	136	66	158	130	459	29	129	57	219	22	55	28	13	19	45	7	4	1	27	41	12	10	2	7	88	2416
CNL	84	30	35	35	3	164	43	147	18	0	86	87	91	74	175	56	51	66	348	21	51	7	28	9	43	3	2	1	36	10	8	15	1	12	74	1912
GLR	141	23	39	47	13	163	61	307	474	169	0	7	50	29	50	38	54	25	101	27	41	25	7	9	23	2	0	6	7	5	3	12	0	3	49	2009
CIT	149	56	79	79	119	173	78	210	200	208	46	0	48	69	173	69	102	118	110	37	91	55	23	45	35	11	0	14	22	17	6	18	0	0	88	2548
LMC	165	15	38	28	65	664	217	813	1213	439	64	18	0	27	173	17	61	8	5	5	53	39	3	0	53	2	5	0	27	35	0	82	6	0	93	4433
FLA	182	18	43	58	45	449	115	485	749	429	37	30	43	0	138	44	77	65	130	29	48	38	11	14	26	1	0	1	9	9	3	6	1	0	46	3880
BIF	271	53	97	115	132	612	283	1013	2209	778	101	68	208	52	0	102	167	113	390	8	70	43	42	32	46	8	31	8	30	68	33	44	0	0	318	7544
CAV	60	116	10	19	17	584	41	387	363	149	19	0	100	12	288	0	11	0	7	0	12	7	5	0	7	1	0	1	15	0	0	0	2	19	2282	
SCP	100	41	22	60	135	460	82	416	703	249	27	39	483	368	483	10	0	12	143	2	55	10	8	8	7	6	4	2	6	50	54	18	3	0	83	4147
CTG	72	38	8	7	35	284	65	538	346	294	17	9	91	47	473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	4	0	27	2666	
IGO	222	47	58	77	120	444	115	499	1042	683	132	138	271	223	407	17	178	47	0	33	61	34	0	31	5	7	0	4	13	9	5	4	5	0	120	5053
CNV	19	2	5	0	0	25	15	58	104	64	25	24	45	20	81	5	27	13	27	0	16	15	31	16	50	21	4	3	22	20	5	27	2	8	82	880
SCR	22	16	3	20	9	39	27	126	266	208	49	54	98	110	304	19	56	21	64	46	0	7	60	35	120	19	17	10	56	22	29	12	17	7	152	2120
MRC	2	0	0	0	26	16	71	85	36	11	10	20	4	68	5	2	4	19	0	6	0	12	13	113	7	13	8	27	20	7	25	7	16	119	773	
TRG	6	0	6	2	2	19	16	112	130	82	16	17	53	27	133	11	53	10	40	7	11	0	0	16	48	6	3	0	13	27	6	13	15	2	81	983
MGR	34	3	3	3	10	622	56	437	343	70	0	10	67	45	376	64	6	11	51	19	62	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	5	3	0	177	2485
DCT	61	16	12	21	17	185	92	396	548	335	46	43	120	40	375	36	75	29	86	62	156	25	23	1	0	11	15	3	35	27	13	57	11	0	108	3078
INH	37	0	20	3	5	187	74	378	487	303	10	13	25	0	285	11	58	9	39	61	42	59	17	0	73	0	11	0	20	0	0	27	0	0	5	2269
ERN	80	6	13	14	3	177	41	197	328	230	29	23	52	30	312	29	67	24	118	87	106	45	46	13	28	0	0	13	15	17	11	33	18	0	73	2279
TOL	10	0	0	10	0	173	55	87	89	103	0	10	12	20	117	0	12	34	103	34	20	10	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	997
VCV	115	23	19	45	42	571	134	622	795	315	38	51	120	122	331	66	244	161	166	312	383	111	101	32	332	4	4	2	0	16	22	61	2	23	109	5727
IRJ	311	39	39	155	0	233	116	544	815	388	39	0	272	39	505	78	116	39	155	116	155	78	39	78	155	116	0	0	78	0	0	78	0	0	116	4883
CLG	100	0	17	5	0	1055	77	387	423	373	7	5	58	57	686	19	16	4	59	42	68	14	9	16	33	4	8	0	11	2	0	20	10	1	25	3561
CNT	167	25	69	42	4	465	84	481	564	319	15	85	109	120	940	42	85	86	93	196	359	183	148	85	243	61	39	12	81	0	0	0	3	0	91	5296
AFB	67	34	9	9	5	230	86	287	229	130	18	24	59	53	276	18	52	34	71	85	175	89	54	28	132	9	6	0	24	9	15	0	0	0	2285	
ERP	0	40	19	40	9	430	103	325	216	201	61	16	82	62	519	49	117	38	177	77	154	79	40	90	104	5	5	9	31	0	5	11	4	0	69	3187
PVN	629	98	38	129	130	1978	316	2229	2083	1318	129	235	800	406	3236	200	502	193	740	360	910	463	466	283	711	161	237	0	486	127	8	30	44	19	0	19710
7032	1373	1121	1893	1534	12448	3360	15481	23048	13080	2060	2392	5858	3816	18853	2598	4561	3092	6506	1828	3266	1517	1261	1026	2840	532	500	129	1337	782	348	689	237	129	2821	149466	

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

## Apêndice D – Simulação Horário De Pico

Este apêndice é o resultado da simulação durante o horário de pico. É possível identificar o horário de entrada e saída de cada passageiro na simulação

Entity ID	Final Entity Type	Entity Origin	Entity Final Destination	Time Entered Model	Time Left Model	Total Journey Time
1	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:00:02	08:06:48	00:06:46
2	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:02	08:08:58	00:08:56
3	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:03	08:08:41	00:08:38
4	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:05	08:07:34	00:07:29
5	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:05	08:08:52	00:08:47
6	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:09	08:06:38	00:06:29
7	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:15	08:07:36	00:07:21
8	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:00:20	08:05:48	00:05:28
9	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:20	08:08:24	00:08:04
10	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:20	08:06:23	00:06:03
11	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:20	08:06:06	00:05:46
12	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:23	08:06:17	00:05:54
13	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:24	08:08:54	00:08:30
14	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:25	08:05:53	00:05:28
15	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:33	08:05:53	00:05:20
16	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:00:33	08:06:45	00:06:12
17	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:33	08:07:02	00:06:29
18	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:33	08:05:53	00:05:20
19	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:33	08:08:28	00:07:55
20	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:37	08:09:24	00:08:47
21	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:38	08:07:07	00:06:29
22	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:45	08:07:57	00:07:12
23	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:48	08:06:25	00:05:37
24	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:48	08:08:52	00:08:04
25	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:55	08:06:23	00:05:28
26	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:00:56	08:09:26	00:08:30
27	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:00	08:09:04	00:08:04
28	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:01	08:07:38	00:06:37
29	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:04	08:06:58	00:05:54
30	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:04	08:08:33	00:07:29
31	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:09	08:06:29	00:05:20
32	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:13	08:09:00	00:07:47
33	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:13	08:09:00	00:07:47
34	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:15	08:08:44	00:07:29
35	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:23	08:10:19	00:08:56
36	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:27	08:09:57	00:08:30
37	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:27	08:06:55	00:05:28

38	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:29	08:08:24	00:06:55
39	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:31	08:08:17	00:06:46
40	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:36	08:09:48	00:08:12
41	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:38	08:07:06	00:05:28
42	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:46	08:07:14	00:05:28
43	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:46	08:09:33	00:07:47
44	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:46	08:07:14	00:05:28
45	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:46	08:09:58	00:08:12
46	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:54	08:09:15	00:07:21
47	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:55	08:08:58	00:07:03
48	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:55	08:10:16	00:08:21
49	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:01:58	08:10:28	00:08:30
50	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:01	08:09:56	00:07:55
51	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:01	08:08:13	00:06:12
52	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:09	08:07:37	00:05:28
53	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:13	08:08:59	00:06:46
54	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:20	08:10:58	00:08:38
55	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:22	08:09:51	00:07:29
56	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:22	08:08:42	00:06:20
57	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:23	08:08:09	00:05:46
58	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:23	08:10:01	00:07:38
59	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:24	08:09:27	00:07:03
60	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:27	08:09:13	00:06:46
61	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:34	08:07:54	00:05:20
62	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:41	08:09:36	00:06:55
63	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:46	08:08:23	00:05:37
64	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:47	08:08:33	00:05:46
65	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:52	08:09:55	00:07:03
66	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:52	08:08:20	00:05:28
67	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:02:57	08:08:51	00:05:54
68	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:02:57	08:10:18	00:07:21
69	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:01	08:08:21	00:05:20
70	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:03:01	08:10:48	00:07:47
71	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:03:05	08:11:52	00:08:47
72	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:06	08:10:44	00:07:38
73	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:06	08:09:26	00:06:20
74	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:07	08:09:19	00:06:12
75	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:13	08:08:59	00:05:46
76	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:18	08:12:14	00:08:56
77	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:21	08:11:33	00:08:12
78	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:21	08:09:41	00:06:20
79	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:21	08:10:07	00:06:46
80	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:21	08:09:41	00:06:20
81	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:24	08:09:53	00:06:29
82	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:24	08:11:36	00:08:12

83	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:24	08:09:27	00:06:03
84	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:26	08:09:20	00:05:54
85	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:29	08:09:32	00:06:03
86	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:29	08:09:15	00:05:46
87	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:03:38	08:10:33	00:06:55
88	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:38	08:10:07	00:06:29
89	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:46	08:10:58	00:07:12
90	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:03:48	08:11:52	00:08:04
91	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:48	08:11:52	00:08:04
92	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:48	08:09:34	00:05:46
93	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:49	08:11:44	00:07:55
94	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:54	08:11:23	00:07:29
95	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:54	08:09:57	00:06:03
96	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:03:58	08:10:53	00:06:55
97	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:02	08:11:14	00:07:12
98	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:02	08:10:57	00:06:55
99	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:02	08:12:49	00:08:47
100	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:04:10	08:11:05	00:06:55
101	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:15	08:09:52	00:05:37
102	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:04:23	08:12:18	00:07:55
103	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:30	08:11:51	00:07:21
104	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:31	08:11:52	00:07:21
105	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:31	08:10:34	00:06:03
106	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:31	08:12:00	00:07:29
107	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:04:33	08:10:27	00:05:54
108	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:41	08:12:45	00:08:04
109	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:04:41	08:11:36	00:06:55
110	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:48	08:11:43	00:06:55
111	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:48	08:10:16	00:05:28
112	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:51	08:11:11	00:06:20
113	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:51	08:11:11	00:06:20
114	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:51	08:12:46	00:07:55
115	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:53	08:12:31	00:07:38
116	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:04:55	08:13:33	00:08:38
117	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:04	08:12:59	00:07:55
118	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:04	08:13:08	00:08:04
119	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:05	08:13:17	00:08:12
120	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:14	08:11:26	00:06:12
121	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:14	08:13:44	00:08:30
122	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:24	08:12:53	00:07:29
123	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:29	08:13:59	00:08:30
124	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:29	08:13:07	00:07:38
125	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:29	08:11:49	00:06:20
126	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:32	08:11:44	00:06:12
127	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:39	08:12:08	00:06:29

128	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:44	08:13:05	00:07:21
129	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:50	08:11:53	00:06:03
130	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:56	08:12:51	00:06:55
131	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:56	08:12:59	00:07:03
132	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:05:56	08:12:51	00:06:55
133	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:00	08:12:37	00:06:37
134	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:07	08:13:45	00:07:38
135	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:07	08:13:45	00:07:38
136	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:07	08:11:35	00:05:28
137	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:10	08:11:56	00:05:46
138	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:10	08:14:14	00:08:04
139	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:20	08:14:58	00:08:38
140	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:23	08:15:10	00:08:47
141	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:30	08:12:07	00:05:37
142	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:35	08:13:38	00:07:03
143	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:36	08:12:48	00:06:12
144	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:43	08:13:12	00:06:29
145	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:43	08:12:20	00:05:37
146	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:45	08:14:23	00:07:38
147	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:45	08:12:31	00:05:46
148	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:55	08:15:42	00:08:47
149	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:06:55	08:14:33	00:07:38
150	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:00	08:15:12	00:08:12
151	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:05	08:12:25	00:05:20
152	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:05	08:14:08	00:07:03
153	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:15	08:16:11	00:08:56
154	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:19	08:15:14	00:07:55
155	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:21	08:14:33	00:07:12
156	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:24	08:14:53	00:07:29
157	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:24	08:15:19	00:07:55
158	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:24	08:15:02	00:07:38
159	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:28	08:13:05	00:05:37
160	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:35	08:14:30	00:06:55
161	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:40	08:16:27	00:08:47
162	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:41	08:13:01	00:05:20
163	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:46	08:13:32	00:05:46
164	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:47	08:13:50	00:06:03
165	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:52	08:13:12	00:05:20
166	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:07:56	08:16:00	00:08:04
167	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:05	08:15:00	00:06:55
168	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:05	08:13:59	00:05:54
169	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:05	08:13:33	00:05:28
170	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:05	08:16:00	00:07:55
171	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:12	08:16:33	00:08:21
172	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:18	08:15:47	00:07:29

173	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:26	08:16:13	00:07:47
174	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:32	08:15:44	00:07:12
175	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:36	08:16:14	00:07:38
176	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:41	08:15:18	00:06:37
177	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:46	08:15:23	00:06:37
178	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:47	08:15:16	00:06:29
179	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:47	08:15:59	00:07:12
180	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:08:48	08:17:35	00:08:47
181	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:48	08:16:09	00:07:21
182	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:48	08:15:43	00:06:55
183	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:55	08:14:23	00:05:28
184	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:55	08:14:41	00:05:46
185	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:56	08:15:59	00:07:03
186	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:08:58	08:14:52	00:05:54
187	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:00	08:16:47	00:07:47
188	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:02	08:15:31	00:06:29
189	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:07	08:17:19	00:08:12
190	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:10	08:14:38	00:05:28
191	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:10	08:15:13	00:06:03
192	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:16	08:16:54	00:07:38
193	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:16	08:16:19	00:07:03
194	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:20	08:16:58	00:07:38
195	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:24	08:17:54	00:08:30
196	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:30	08:17:08	00:07:38
197	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:39	08:16:34	00:06:55
198	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:48	08:16:08	00:06:20
199	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:54	08:17:58	00:08:04
200	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:59	08:15:45	00:05:46
201	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:09:59	08:16:45	00:06:46
202	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:07	08:18:28	00:08:21
203	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:07	08:15:53	00:05:46
204	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:10:10	08:15:56	00:05:46
205	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:10	08:17:39	00:07:29
206	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:10	08:18:05	00:07:55
207	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:10:14	08:19:10	00:08:56
208	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:20	08:18:07	00:07:47
209	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:21	08:18:59	00:08:38
210	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:25	08:16:28	00:06:03
211	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:33	08:18:11	00:07:38
212	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:33	08:18:45	00:08:12
213	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:10:37	08:15:57	00:05:20
214	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:41	08:18:36	00:07:55
215	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:48	08:17:00	00:06:12
216	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:50	08:17:45	00:06:55
217	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:54	08:18:49	00:07:55

218	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:54	08:18:15	00:07:21
219	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:10:57	08:18:00	00:07:03
220	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:03	08:18:32	00:07:29
221	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:03	08:16:49	00:05:46
222	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:04	08:18:07	00:07:03
223	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:05	08:18:26	00:07:21
224	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:05	08:18:34	00:07:29
225	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:09	08:19:30	00:08:21
226	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:12	08:16:32	00:05:20
227	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:12	08:19:59	00:08:47
228	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:12	08:18:07	00:06:55
229	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:18	08:20:14	00:08:56
230	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:19	08:18:40	00:07:21
231	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:19	08:19:57	00:08:38
232	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:11:24	08:18:53	00:07:29
233	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:33	08:18:45	00:07:12
234	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:33	08:20:29	00:08:56
235	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:43	08:20:30	00:08:47
236	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:43	08:17:29	00:05:46
237	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:43	08:17:29	00:05:46
238	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:44	08:17:38	00:05:54
239	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:49	08:19:36	00:07:47
240	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:50	08:17:18	00:05:28
241	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:56	08:20:26	00:08:30
242	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:11:56	08:19:17	00:07:21
243	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:03	08:19:58	00:07:55
244	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:09	08:19:38	00:07:29
245	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:16	08:21:12	00:08:56
246	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:25	08:17:45	00:05:20
247	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:35	08:19:47	00:07:12
248	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:35	08:19:12	00:06:37
249	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:12:35	08:20:30	00:07:55
250	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:38	08:20:50	00:08:12
251	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:43	08:20:38	00:07:55
252	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:53	08:19:05	00:06:12
253	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:12:58	08:18:35	00:05:37
254	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:05	08:20:34	00:07:29
255	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:05	08:21:09	00:08:04
256	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:08	08:19:54	00:06:46
257	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:08	08:21:29	00:08:21
258	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:12	08:21:33	00:08:21
259	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:14	08:21:26	00:08:12
260	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:14	08:19:43	00:06:29
261	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:18	08:21:39	00:08:21
262	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:24	08:22:20	00:08:56

263	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:25	08:21:29	00:08:04
264	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:31	08:19:43	00:06:12
265	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:33	08:20:28	00:06:55
266	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:38	08:22:25	00:08:47
267	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:38	08:21:59	00:08:21
268	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:40	08:21:44	00:08:04
269	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:41	08:20:36	00:06:55
270	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:44	08:19:21	00:05:37
271	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:54	08:22:06	00:08:12
272	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:54	08:22:41	00:08:47
273	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:54	08:21:41	00:07:47
274	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:13:57	08:21:44	00:07:47
275	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:06	08:22:36	00:08:30
276	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:06	08:22:44	00:08:38
277	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:14:08	08:20:28	00:06:20
278	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:10	08:19:47	00:05:37
279	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:18	08:22:13	00:07:55
280	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:23	08:20:17	00:05:54
281	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:14:23	08:23:10	00:08:47
282	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:28	08:20:31	00:06:03
283	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:33	08:23:20	00:08:47
284	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:34	08:23:30	00:08:56
285	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:37	08:19:57	00:05:20
286	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:38	08:23:08	00:08:30
287	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:38	08:22:25	00:07:47
288	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:48	08:20:42	00:05:54
289	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:56	08:23:52	00:08:56
290	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:14:57	08:22:35	00:07:38
291	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:02	08:22:31	00:07:29
292	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:09	08:24:05	00:08:56
293	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:09	08:21:03	00:05:54
294	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:09	08:22:38	00:07:29
295	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:13	08:21:42	00:06:29
296	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:13	08:23:08	00:07:55
297	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:13	08:21:16	00:06:03
298	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:15	08:20:52	00:05:37
299	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:15	08:23:36	00:08:21
300	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:21	08:21:58	00:06:37
301	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:22	08:20:50	00:05:28
302	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:22	08:21:59	00:06:37
303	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:25	08:24:12	00:08:47
304	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:25	08:23:37	00:08:12
305	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:25	08:21:54	00:06:29
306	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:26	08:21:46	00:06:20
307	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:29	08:21:49	00:06:20

308	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:30	08:22:25	00:06:55
309	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:38	08:23:50	00:08:12
310	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:39	08:23:08	00:07:29
311	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:39	08:23:43	00:08:04
312	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:39	08:24:26	00:08:47
313	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:49	08:23:53	00:08:04
314	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:15:57	08:22:17	00:06:20
315	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:04	08:21:58	00:05:54
316	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:04	08:22:50	00:06:46
317	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:09	08:25:05	00:08:56
318	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:15	08:21:43	00:05:28
319	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:21	08:23:07	00:06:46
320	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:30	08:22:33	00:06:03
321	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:30	08:21:58	00:05:28
322	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:32	08:22:09	00:05:37
323	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:32	08:24:53	00:08:21
324	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:34	08:23:11	00:06:37
325	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:41	08:23:18	00:06:37
326	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:41	08:22:44	00:06:03
327	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:16:50	08:22:27	00:05:37
328	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:00	08:22:46	00:05:46
329	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:17:04	08:24:07	00:07:03
330	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:04	08:22:41	00:05:37
331	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:04	08:25:08	00:08:04
332	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:11	08:25:23	00:08:12
333	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:17:14	08:25:52	00:08:38
334	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:14	08:22:51	00:05:37
335	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:20	08:24:32	00:07:12
336	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:23	08:23:26	00:06:03
337	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:29	08:24:32	00:07:03
338	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:29	08:25:24	00:07:55
339	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:17:37	08:23:40	00:06:03
340	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:37	08:23:05	00:05:28
341	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:37	08:26:33	00:08:56
342	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:38	08:25:25	00:07:47
343	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:40	08:24:17	00:06:37
344	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:41	08:25:53	00:08:12
345	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:41	08:23:01	00:05:20
346	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:49	08:25:44	00:07:55
347	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:50	08:25:54	00:08:04
348	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:55	08:25:50	00:07:55
349	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:55	08:24:15	00:06:20
350	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:17:59	08:25:02	00:07:03
351	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:18:01	08:26:57	00:08:56
352	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:01	08:23:47	00:05:46

353	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:07	08:23:44	00:05:37
354	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:07	08:23:53	00:05:46
355	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:18:08	08:26:38	00:08:30
356	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:09	08:23:37	00:05:28
357	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:09	08:26:30	00:08:21
358	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:17	08:25:03	00:06:46
359	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:17	08:23:45	00:05:28
360	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:17	08:27:13	00:08:56
361	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:17	08:23:37	00:05:20
362	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:18:21	08:24:07	00:05:46
363	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:30	08:23:50	00:05:20
364	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:36	08:26:31	00:07:55
365	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:36	08:24:56	00:06:20
366	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:42	08:26:46	00:08:04
367	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:46	08:26:15	00:07:29
368	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:46	08:24:32	00:05:46
369	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:50	08:27:20	00:08:30
370	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:50	08:27:46	00:08:56
371	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:56	08:26:25	00:07:29
372	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:56	08:26:51	00:07:55
373	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:18:59	08:25:02	00:06:03
374	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:00	08:27:56	00:08:56
375	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:00	08:25:46	00:06:46
376	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:00	08:26:03	00:07:03
377	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:01	08:25:13	00:06:12
378	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:09	08:25:21	00:06:12
379	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:15	08:25:18	00:06:03
380	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:15	08:24:43	00:05:28
381	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:15	08:27:27	00:08:12
382	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:15	08:25:27	00:06:12
383	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:17	08:24:45	00:05:28
384	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:19:18	08:26:47	00:07:29
385	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:25	08:26:20	00:06:55
386	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:25	08:28:03	00:08:38
387	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:25	08:24:45	00:05:20
388	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:34	08:26:46	00:07:12
389	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:34	08:27:29	00:07:55
390	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:40	08:27:35	00:07:55
391	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:42	08:25:54	00:06:12
392	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:46	08:26:15	00:06:29
393	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:46	08:27:24	00:07:38
394	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:53	08:26:22	00:06:29
395	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:54	08:28:32	00:08:38
396	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:56	08:28:00	00:08:04
397	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:56	08:27:17	00:07:21

398	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:56	08:28:00	00:08:04
399	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:19:57	08:26:34	00:06:37
400	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:00	08:28:56	00:08:56
401	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:06	08:26:00	00:05:54
402	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:07	08:28:54	00:08:47
403	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:20:10	08:26:39	00:06:29
404	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:10	08:27:57	00:07:47
405	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:10	08:28:05	00:07:55
406	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:14	08:26:00	00:05:46
407	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:14	08:27:00	00:06:46
408	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:24	08:27:19	00:06:55
409	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:29	08:27:15	00:06:46
410	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:32	08:26:18	00:05:46
411	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:32	08:28:10	00:07:38
412	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:32	08:26:52	00:06:20
413	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:42	08:27:45	00:07:03
414	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:50	08:27:45	00:06:55
415	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:53	08:28:05	00:07:12
416	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:20:54	08:29:15	00:08:21
417	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:00	08:26:54	00:05:54
418	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:00	08:27:20	00:06:20
419	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:07	08:29:28	00:08:21
420	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:21:11	08:26:31	00:05:20
421	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:15	08:27:01	00:05:46
422	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:21	08:27:24	00:06:03
423	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:23	08:29:27	00:08:04
424	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:23	08:29:01	00:07:38
425	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:21:23	08:27:00	00:05:37
426	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:27	08:27:39	00:06:12
427	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:30	08:29:08	00:07:38
428	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:34	08:28:46	00:07:12
429	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:44	08:28:47	00:07:03
430	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:48	08:29:09	00:07:21
431	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:48	08:30:44	00:08:56
432	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:48	08:27:51	00:06:03
433	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:53	08:28:13	00:06:20
434	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:54	08:28:14	00:06:20
435	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:57	08:28:34	00:06:37
436	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:57	08:30:53	00:08:56
437	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:58	08:27:35	00:05:37
438	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:59	08:29:46	00:07:47
439	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:21:59	08:27:27	00:05:28
440	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:22:06	08:29:44	00:07:38
441	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:13	08:30:17	00:08:04
442	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:14	08:27:34	00:05:20

443	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:16	08:29:37	00:07:21
444	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:20	08:28:32	00:06:12
445	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:26	08:29:03	00:06:37
446	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:26	08:30:56	00:08:30
447	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:31	08:28:34	00:06:03
448	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:32	08:31:10	00:08:38
449	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:38	08:28:32	00:05:54
450	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:38	08:28:06	00:05:28
451	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:38	08:27:58	00:05:20
452	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:47	08:30:25	00:07:38
453	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:52	08:31:22	00:08:30
454	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:54	08:28:48	00:05:54
455	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:54	08:28:22	00:05:28
456	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:54	08:28:31	00:05:37
457	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:22:59	08:29:19	00:06:20
458	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:00	08:30:29	00:07:29
459	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:04	08:29:07	00:06:03
460	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:10	08:30:22	00:07:12
461	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:10	08:31:48	00:08:38
462	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:12	08:31:07	00:07:55
463	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:15	08:30:27	00:07:12
464	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:15	08:28:43	00:05:28
465	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:15	08:32:02	00:08:47
466	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:15	08:28:43	00:05:28
467	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:15	08:32:11	00:08:56
468	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:21	08:31:42	00:08:21
469	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:28	08:32:15	00:08:47
470	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:29	08:28:57	00:05:28
471	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:34	08:30:55	00:07:21
472	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:39	08:30:08	00:06:29
473	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:42	08:30:54	00:07:12
474	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:43	08:30:20	00:06:37
475	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:50	08:31:11	00:07:21
476	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:50	08:29:27	00:05:37
477	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:23:52	08:32:39	00:08:47
478	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:52	08:31:30	00:07:38
479	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:53	08:32:40	00:08:47
480	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:23:58	08:32:02	00:08:04
481	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:06	08:32:18	00:08:12
482	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:24:06	08:29:52	00:05:46
483	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:11	08:29:39	00:05:28
484	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:11	08:31:23	00:07:12
485	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:11	08:29:57	00:05:46
486	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:11	08:32:06	00:07:55
487	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:15	08:29:52	00:05:37

488	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:15	08:32:36	00:08:21
489	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:24:18	08:31:56	00:07:38
490	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:23	08:30:00	00:05:37
491	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:24	08:30:53	00:06:29
492	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:29	08:30:06	00:05:37
493	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:29	08:31:58	00:07:29
494	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:29	08:33:25	00:08:56
495	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:29	08:30:41	00:06:12
496	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:32	08:32:19	00:07:47
497	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:38	08:31:41	00:07:03
498	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:46	08:30:23	00:05:37
499	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:46	08:33:07	00:08:21
500	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:46	08:31:23	00:06:37
501	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:24:53	08:30:47	00:05:54
502	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:00	08:31:37	00:06:37
503	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:00	08:31:12	00:06:12
504	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:00	08:30:20	00:05:20
505	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:01	08:33:05	00:08:04
506	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:11	08:31:57	00:06:46
507	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:19	08:33:40	00:08:21
508	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:25:22	08:32:34	00:07:12
509	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:22	08:33:26	00:08:04
510	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:24	08:31:01	00:05:37
511	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:24	08:31:01	00:05:37
512	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:25	08:33:03	00:07:38
513	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:29	08:32:06	00:06:37
514	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:30	08:34:08	00:08:38
515	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:34	08:32:37	00:07:03
516	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:34	08:31:20	00:05:46
517	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:34	08:30:54	00:05:20
518	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:34	08:31:37	00:06:03
519	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:38	08:33:33	00:07:55
520	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:41	08:33:53	00:08:12
521	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:25:42	08:34:03	00:08:21
522	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:42	08:33:29	00:07:47
523	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:42	08:31:28	00:05:46
524	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:43	08:34:30	00:08:47
525	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:53	08:32:30	00:06:37
526	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:25:59	08:34:46	00:08:47
527	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:02	08:31:48	00:05:46
528	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:26:02	08:32:22	00:06:20
529	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:05	08:34:35	00:08:30
530	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:06	08:33:44	00:07:38
531	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:07	08:32:53	00:06:46
532	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:15	08:32:52	00:06:37

533	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:17	08:33:29	00:07:12
534	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:17	08:35:04	00:08:47
535	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:19	08:32:56	00:06:37
536	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:26:24	08:35:20	00:08:56
537	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:31	08:34:35	00:08:04
538	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:39	08:34:17	00:07:38
539	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:47	08:34:59	00:08:12
540	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:47	08:34:51	00:08:04
541	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:47	08:34:59	00:08:12
542	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:55	08:34:24	00:07:29
543	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:59	08:34:11	00:07:12
544	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:26:59	08:33:36	00:06:37
545	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:09	08:35:13	00:08:04
546	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:09	08:35:30	00:08:21
547	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:09	08:33:55	00:06:46
548	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:10	08:34:05	00:06:55
549	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:15	08:36:11	00:08:56
550	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:21	08:34:59	00:07:38
551	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:21	08:34:42	00:07:21
552	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:26	08:36:13	00:08:47
553	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:31	08:33:08	00:05:37
554	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:31	08:34:52	00:07:21
555	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:31	08:34:26	00:06:55
556	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:27:31	08:34:43	00:07:12
557	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:36	08:33:13	00:05:37
558	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:39	08:36:26	00:08:47
559	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:39	08:35:26	00:07:47
560	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:44	08:35:22	00:07:38
561	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:52	08:36:13	00:08:21
562	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:55	08:33:32	00:05:37
563	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:27:58	08:34:10	00:06:12
564	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:08	08:34:28	00:06:20
565	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:08	08:35:46	00:07:38
566	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:16	08:34:19	00:06:03
567	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:25	08:37:21	00:08:56
568	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:28:25	08:35:54	00:07:29
569	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:26	08:35:21	00:06:55
570	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:30	08:37:26	00:08:56
571	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:33	08:34:01	00:05:28
572	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:34	08:35:29	00:06:55
573	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:34	08:37:12	00:08:38
574	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:34	08:35:37	00:07:03
575	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:40	08:36:27	00:07:47
576	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:44	08:35:30	00:06:46
577	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:28:53	08:35:48	00:06:55

578	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:28:58	08:35:10	00:06:12
579	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:00	08:36:55	00:07:55
580	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:05	08:35:17	00:06:12
581	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:06	08:37:36	00:08:30
582	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:29:07	08:35:53	00:06:46
583	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:29:14	08:34:51	00:05:37
584	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:21	08:36:07	00:06:46
585	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:29:21	08:35:15	00:05:54
586	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:23	08:36:52	00:07:29
587	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:23	08:36:09	00:06:46
588	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:25	08:35:19	00:05:54
589	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:25	08:35:37	00:06:12
590	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:26	08:34:54	00:05:28
591	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:30	08:38:26	00:08:56
592	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:30	08:38:00	00:08:30
593	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:37	08:36:49	00:07:12
594	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:44	08:36:39	00:06:55
595	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:29:45	08:36:31	00:06:46
596	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:52	08:38:39	00:08:47
597	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:57	08:36:34	00:06:37
598	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:29:59	08:38:55	00:08:56
599	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:06	08:37:53	00:07:47
600	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:30:16	08:38:20	00:08:04
601	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:24	08:39:20	00:08:56
602	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:33	08:37:45	00:07:12
603	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:33	08:38:28	00:07:55
604	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:38	08:39:25	00:08:47
605	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:38	08:36:15	00:05:37
606	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:40	08:36:00	00:05:20
607	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:46	08:38:33	00:07:47
608	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:47	08:37:59	00:07:12
609	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:49	08:36:43	00:05:54
610	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:57	08:39:09	00:08:12
611	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:30:57	08:37:34	00:06:37
612	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:00	08:36:54	00:05:54
613	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:07	08:37:10	00:06:03
614	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:07	08:36:44	00:05:37
615	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:12	08:39:50	00:08:38
616	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:19	08:37:39	00:06:20
617	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:23	08:39:18	00:07:55
618	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:27	08:40:05	00:08:38
619	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:32	08:38:01	00:06:29
620	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:42	08:40:29	00:08:47
621	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:48	08:38:08	00:06:20
622	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:48	08:37:08	00:05:20

623	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:56	08:38:33	00:06:37
624	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:57	08:38:52	00:06:55
625	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:59	08:39:54	00:07:55
626	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:31:59	08:39:20	00:07:21
627	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:07	08:41:03	00:08:56
628	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:10	08:40:14	00:08:04
629	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:18	08:39:56	00:07:38
630	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:18	08:39:04	00:06:46
631	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:22	08:38:42	00:06:20
632	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:23	08:39:09	00:06:46
633	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:23	08:40:27	00:08:04
634	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:30	08:40:08	00:07:38
635	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:39	08:39:34	00:06:55
636	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:39	08:39:16	00:06:37
637	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:40	08:40:27	00:07:47
638	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:45	08:38:13	00:05:28
639	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:32:45	08:38:48	00:06:03
640	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:48	08:39:25	00:06:37
641	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:50	08:39:27	00:06:37
642	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:53	08:38:47	00:05:54
643	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:55	08:41:51	00:08:56
644	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:55	08:39:50	00:06:55
645	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:32:58	08:39:10	00:06:12
646	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:00	08:39:37	00:06:37
647	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:04	08:39:24	00:06:20
648	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:12	08:39:41	00:06:29
649	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:12	08:41:24	00:08:12
650	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:14	08:39:08	00:05:54
651	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:17	08:40:03	00:06:46
652	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:17	08:42:04	00:08:47
653	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:18	08:39:38	00:06:20
654	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:26	08:41:38	00:08:12
655	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:33	08:39:01	00:05:28
656	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:33	08:41:11	00:07:38
657	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:40	08:42:27	00:08:47
658	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:46	08:41:15	00:07:29
659	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:50	08:42:37	00:08:47
660	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:50	08:40:36	00:06:46
661	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:50	08:41:45	00:07:55
662	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:52	08:42:39	00:08:47
663	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:57	08:42:09	00:08:12
664	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:57	08:41:00	00:07:03
665	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:57	08:39:17	00:05:20
666	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:57	08:41:26	00:07:29
667	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:57	08:41:44	00:07:47

668	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:33:57	08:42:44	00:08:47
669	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:00	08:42:30	00:08:30
670	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:01	08:40:13	00:06:12
671	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:06	08:41:53	00:07:47
672	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:09	08:40:55	00:06:46
673	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:18	08:42:56	00:08:38
674	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:19	08:42:23	00:08:04
675	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:19	08:41:14	00:06:55
676	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:19	08:39:47	00:05:28
677	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:23	08:42:44	00:08:21
678	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:23	08:40:43	00:06:20
679	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:29	08:40:49	00:06:20
680	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:32	08:42:10	00:07:38
681	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:37	08:42:15	00:07:38
682	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:37	08:41:58	00:07:21
683	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:40	08:40:00	00:05:20
684	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:42	08:40:54	00:06:12
685	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:42	08:42:03	00:07:21
686	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:42	08:42:37	00:07:55
687	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:49	08:43:19	00:08:30
688	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:49	08:41:01	00:06:12
689	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:52	08:40:46	00:05:54
690	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:53	08:40:21	00:05:28
691	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:53	08:43:05	00:08:12
692	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:34:53	08:40:21	00:05:28
693	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:00	08:43:30	00:08:30
694	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:35:04	08:43:08	00:08:04
695	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:09	08:40:29	00:05:20
696	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:15	08:41:52	00:06:37
697	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:15	08:42:36	00:07:21
698	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:16	08:42:19	00:07:03
699	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:21	08:41:15	00:05:54
700	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:21	08:43:25	00:08:04
701	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:29	08:42:32	00:07:03
702	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:29	08:41:15	00:05:46
703	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:30	08:42:42	00:07:12
704	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:38	08:44:34	00:08:56
705	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:38	08:44:08	00:08:30
706	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:41	08:44:02	00:08:21
707	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:47	08:41:07	00:05:20
708	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:35:56	08:42:59	00:07:03
709	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:05	08:43:43	00:07:38
710	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:10	08:41:38	00:05:28
711	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:10	08:44:22	00:08:12
712	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:15	08:43:27	00:07:12

713	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:36:15	08:43:44	00:07:29
714	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:15	08:42:09	00:05:54
715	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:25	08:43:28	00:07:03
716	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:30	08:44:17	00:07:47
717	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:30	08:43:07	00:06:37
718	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:32	08:44:27	00:07:55
719	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:32	08:43:27	00:06:55
720	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:37	08:43:14	00:06:37
721	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:37	08:42:31	00:05:54
722	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:36:38	08:43:33	00:06:55
723	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:46	08:44:07	00:07:21
724	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:46	08:42:23	00:05:37
725	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:46	08:45:16	00:08:30
726	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:47	08:42:24	00:05:37
727	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:53	08:42:56	00:06:03
728	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:54	08:44:23	00:07:29
729	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:36:54	08:43:14	00:06:20
730	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:01	08:44:22	00:07:21
731	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:02	08:42:48	00:05:46
732	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:03	08:45:50	00:08:47
733	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:12	08:42:49	00:05:37
734	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:15	08:43:01	00:05:46
735	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:15	08:43:27	00:06:12
736	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:16	08:42:44	00:05:28
737	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:25	08:44:20	00:06:55
738	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:30	08:46:00	00:08:30
739	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:30	08:46:26	00:08:56
740	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:30	08:44:59	00:07:29
741	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:37	08:45:49	00:08:12
742	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:38	08:45:42	00:08:04
743	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:40	08:45:27	00:07:47
744	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:44	08:44:04	00:06:20
745	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:44	08:43:30	00:05:46
746	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:37:53	08:43:30	00:05:37
747	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:37:55	08:45:50	00:07:55
748	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:02	08:44:39	00:06:37
749	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:07	08:43:35	00:05:28
750	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:12	08:46:42	00:08:30
751	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:16	08:46:46	00:08:30
752	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:16	08:45:11	00:06:55
753	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:16	08:46:03	00:07:47
754	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:17	08:43:45	00:05:28
755	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:17	08:46:21	00:08:04
756	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:25	08:46:29	00:08:04
757	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:26	08:44:20	00:05:54

758	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:26	08:46:30	00:08:04
759	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:26	08:44:20	00:05:54
760	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:28	08:44:31	00:06:03
761	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:30	08:46:17	00:07:47
762	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:37	08:45:32	00:06:55
763	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:37	08:44:40	00:06:03
764	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:44	08:47:14	00:08:30
765	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:38:51	08:47:03	00:08:12
766	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:51	08:46:46	00:07:55
767	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:52	08:44:20	00:05:28
768	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:52	08:47:22	00:08:30
769	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:52	08:44:46	00:05:54
770	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:52	08:46:04	00:07:12
771	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:59	08:44:36	00:05:37
772	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:38:59	08:47:29	00:08:30
773	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:00	08:45:29	00:06:29
774	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:08	08:46:55	00:07:47
775	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:11	08:44:57	00:05:46
776	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:12	08:47:24	00:08:12
777	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:18	08:46:04	00:06:46
778	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:20	08:44:57	00:05:37
779	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:20	08:45:23	00:06:03
780	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:25	08:46:28	00:07:03
781	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:25	08:45:19	00:05:54
782	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:25	08:44:45	00:05:20
783	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:31	08:45:08	00:05:37
784	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:34	08:47:03	00:07:29
785	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:34	08:48:12	00:08:38
786	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:34	08:45:02	00:05:28
787	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:39:36	08:46:13	00:06:37
788	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:36	08:46:22	00:06:46
789	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:38	08:46:41	00:07:03
790	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:42	08:48:29	00:08:47
791	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:42	08:48:20	00:08:38
792	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:42	08:46:54	00:07:12
793	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:39:47	08:47:25	00:07:38
794	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:53	08:46:22	00:06:29
795	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:59	08:47:46	00:07:47
796	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:59	08:48:55	00:08:56
797	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:39:59	08:46:19	00:06:20
798	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:03	08:47:58	00:07:55
799	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:03	08:48:59	00:08:56
800	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:12	08:48:16	00:08:04
801	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:15	08:48:53	00:08:38
802	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:15	08:49:11	00:08:56

803	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:40:15	08:46:35	00:06:20
804	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:21	08:48:51	00:08:30
805	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:30	08:46:59	00:06:29
806	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:30	08:49:26	00:08:56
807	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:30	08:46:24	00:05:54
808	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:38	08:47:41	00:07:03
809	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:44	08:48:05	00:07:21
810	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:51	08:49:03	00:08:12
811	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:51	08:47:11	00:06:20
812	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:40:59	08:49:55	00:08:56
813	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:01	08:48:39	00:07:38
814	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:10	08:48:31	00:07:21
815	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:11	08:48:49	00:07:38
816	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:11	08:46:57	00:05:46
817	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:11	08:49:23	00:08:12
818	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:12	08:47:32	00:06:20
819	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:17	08:49:47	00:08:30
820	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:20	08:46:48	00:05:28
821	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:20	08:47:32	00:06:12
822	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:20	08:47:06	00:05:46
823	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:20	08:49:15	00:07:55
824	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:22	08:50:18	00:08:56
825	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:32	08:47:35	00:06:03
826	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:32	08:48:01	00:06:29
827	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:40	08:47:17	00:05:37
828	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:50	08:47:18	00:05:28
829	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:50	08:50:37	00:08:47
830	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:47:33	00:05:37
831	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:49:51	00:07:55
832	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:48:25	00:06:29
833	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:47:33	00:05:37
834	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:50:00	00:08:04
835	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:50:34	00:08:38
836	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:48:25	00:06:29
837	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:41:56	08:50:08	00:08:12
838	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:03	08:47:31	00:05:28
839	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:07	08:47:35	00:05:28
840	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:10	08:47:38	00:05:28
841	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:19	08:48:56	00:06:37
842	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:23	08:47:43	00:05:20
843	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:27	08:51:05	00:08:38
844	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:27	08:50:39	00:08:12
845	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:27	08:51:23	00:08:56
846	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:27	08:48:39	00:06:12
847	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:27	08:50:22	00:07:55

848	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:27	08:51:05	00:08:38
849	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:28	08:50:23	00:07:55
850	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:42:31	08:50:52	00:08:21
851	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:36	08:51:32	00:08:56
852	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:42	08:48:28	00:05:46
853	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:44	08:48:30	00:05:46
854	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:48	08:51:18	00:08:30
855	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:48	08:49:00	00:06:12
856	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:52	08:49:04	00:06:12
857	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:42:52	08:48:38	00:05:46
858	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:52	08:50:39	00:07:47
859	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:57	08:51:09	00:08:12
860	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:42:58	08:51:28	00:08:30
861	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:06	08:50:09	00:07:03
862	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:10	08:49:13	00:06:03
863	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:17	08:52:04	00:08:47
864	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:43:18	08:51:22	00:08:04
865	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:22	08:49:59	00:06:37
866	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:22	08:50:25	00:07:03
867	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:43:28	08:49:22	00:05:54
868	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:34	08:51:21	00:07:47
869	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:34	08:52:30	00:08:56
870	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:37	08:50:58	00:07:21
871	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:38	08:49:15	00:05:37
872	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:47	08:49:15	00:05:28
873	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:47	08:51:25	00:07:38
874	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:50	08:50:19	00:06:29
875	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:54	08:51:23	00:07:29
876	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:43:56	08:49:42	00:05:46
877	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:44:04	08:53:00	00:08:56
878	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:05	08:49:42	00:05:37
879	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:05	08:52:17	00:08:12
880	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:09	08:50:21	00:06:12
881	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:14	08:52:18	00:08:04
882	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:14	08:52:01	00:07:47
883	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:17	08:52:55	00:08:38
884	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:17	08:50:46	00:06:29
885	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:24	08:51:19	00:06:55
886	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:24	08:50:44	00:06:20
887	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:24	08:51:01	00:06:37
888	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:24	08:49:52	00:05:28
889	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:28	08:53:06	00:08:38
890	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:32	08:50:26	00:05:54
891	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:32	08:52:27	00:07:55
892	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:32	08:53:28	00:08:56

893	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:37	08:50:31	00:05:54
894	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:37	08:50:57	00:06:20
895	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:46	08:51:58	00:07:12
896	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:47	08:52:16	00:07:29
897	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:52	08:52:30	00:07:38
898	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:52	08:51:29	00:06:37
899	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:44:52	08:53:48	00:08:56
900	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:01	08:51:38	00:06:37
901	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:01	08:50:29	00:05:28
902	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:01	08:53:22	00:08:21
903	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:01	08:50:21	00:05:20
904	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:09	08:51:12	00:06:03
905	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:11	08:52:40	00:07:29
906	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:11	08:53:15	00:08:04
907	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:16	08:53:11	00:07:55
908	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:16	08:53:11	00:07:55
909	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:16	08:50:36	00:05:20
910	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:22	08:50:42	00:05:20
911	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:30	08:54:17	00:08:47
912	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:36	08:54:32	00:08:56
913	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:36	08:51:30	00:05:54
914	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:36	08:52:05	00:06:29
915	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:45	08:52:48	00:07:03
916	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:45	08:52:22	00:06:37
917	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:45:45	08:53:06	00:07:21
918	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:47	08:52:33	00:06:46
919	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:45:56	08:52:25	00:06:29
920	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:05	08:53:52	00:07:47
921	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:05	08:52:42	00:06:37
922	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:09	08:53:47	00:07:38
923	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:09	08:52:12	00:06:03
924	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:46:09	08:52:21	00:06:12
925	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:19	08:55:15	00:08:56
926	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:24	08:53:19	00:06:55
927	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:24	08:55:02	00:08:38
928	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:25	08:53:28	00:07:03
929	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:26	08:54:38	00:08:12
930	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:26	08:52:55	00:06:29
931	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:29	08:54:33	00:08:04
932	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:29	08:53:06	00:06:37
933	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:31	08:51:59	00:05:28
934	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:31	08:52:34	00:06:03
935	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:32	08:54:10	00:07:38
936	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:35	08:54:04	00:07:29
937	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:40	08:52:43	00:06:03

938	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:40	08:54:27	00:07:47
939	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:43	08:54:12	00:07:29
940	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:43	08:54:30	00:07:47
941	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:43	08:52:20	00:05:37
942	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:47	08:52:07	00:05:20
943	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:47	08:53:16	00:06:29
944	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:47	08:54:42	00:07:55
945	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:56	08:54:43	00:07:47
946	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:56	08:54:17	00:07:21
947	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:56	08:53:51	00:06:55
948	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:56	08:52:33	00:05:37
949	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:46:58	08:53:53	00:06:55
950	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:00	08:53:46	00:06:46
951	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:00	08:53:46	00:06:46
952	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:00	08:53:46	00:06:46
953	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:01	08:52:21	00:05:20
954	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:01	08:53:56	00:06:55
955	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:01	08:55:39	00:08:38
956	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:01	08:53:21	00:06:20
957	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:01	08:53:47	00:06:46
958	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:09	08:53:46	00:06:37
959	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:09	08:53:55	00:06:46
960	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:14	08:54:00	00:06:46
961	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:14	08:53:08	00:05:54
962	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:16	08:55:03	00:07:47
963	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:20	08:54:32	00:07:12
964	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:23	08:55:44	00:08:21
965	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:27	08:53:47	00:06:20
966	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:27	08:55:14	00:07:47
967	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:47:32	08:53:52	00:06:20
968	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:41	08:54:27	00:06:46
969	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:48	08:55:17	00:07:29
970	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:47:54	08:54:14	00:06:20
971	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:54	08:54:31	00:06:37
972	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:55	08:55:24	00:07:29
973	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:47:55	08:54:58	00:07:03
974	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:05	08:54:17	00:06:12
975	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:12	08:56:33	00:08:21
976	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:48:12	08:54:06	00:05:54
977	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:20	08:56:24	00:08:04
978	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:20	08:56:50	00:08:30
979	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:21	08:56:42	00:08:21
980	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:21	08:56:08	00:07:47
981	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:21	08:54:33	00:06:12
982	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:21	08:54:24	00:06:03

983	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:23	08:57:19	00:08:56
984	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:29	08:55:06	00:06:37
985	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:29	08:55:15	00:06:46
986	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:29	08:55:41	00:07:12
987	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:35	08:55:12	00:06:37
988	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:44	08:54:56	00:06:12
989	Passageiro	Entrada B	Zona Sul	08:48:44	08:54:56	00:06:12
990	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:49	08:56:10	00:07:21
991	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:49	08:56:10	00:07:21
992	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:49	08:54:17	00:05:28
993	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:48:55	08:55:58	00:07:03
994	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:00	08:54:54	00:05:54
995	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:00	08:56:12	00:07:12
996	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:00	08:57:56	00:08:56
997	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:07	08:58:03	00:08:56
998	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:11	08:55:23	00:06:12
999	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:11	08:57:23	00:08:12
1000	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:11	08:54:48	00:05:37
1001	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:14	08:56:35	00:07:21
1002	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:20	08:56:49	00:07:29
1003	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:49:20	08:56:32	00:07:12
1004	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:20	08:54:57	00:05:37
1005	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:20	08:55:14	00:05:54
1006	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:30	08:57:34	00:08:04
1007	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:36	08:56:05	00:06:29
1008	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:40	08:57:35	00:07:55
1009	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:40	08:55:08	00:05:28
1010	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:40	08:55:34	00:05:54
1011	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:43	08:56:03	00:06:20
1012	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:52	08:57:56	00:08:04
1013	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:52	08:55:29	00:05:37
1014	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:49:53	08:56:05	00:06:12
1015	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:02	08:57:57	00:07:55
1016	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:02	08:56:05	00:06:03
1017	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:02	08:56:14	00:06:12
1018	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:02	08:58:23	00:08:21
1019	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:02	08:56:22	00:06:20
1020	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:02	08:56:39	00:06:37
1021	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:04	08:57:33	00:07:29
1022	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:08	08:57:03	00:06:55
1023	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:08	08:55:36	00:05:28
1024	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:08	08:56:02	00:05:54
1025	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:13	08:56:16	00:06:03
1026	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:18	08:56:21	00:06:03
1027	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:18	08:55:46	00:05:28

1028	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:18	08:58:05	00:07:47
1029	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:18	08:56:12	00:05:54
1030	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:24	08:59:20	00:08:56
1031	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:50:24	08:57:01	00:06:37
1032	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:31	08:58:26	00:07:55
1033	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:31	08:59:09	00:08:38
1034	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:31	08:57:43	00:07:12
1035	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:31	08:58:09	00:07:38
1036	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:32	08:58:19	00:07:47
1037	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:32	08:56:35	00:06:03
1038	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:32	08:56:26	00:05:54
1039	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:32	08:58:53	00:08:21
1040	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:38	08:56:41	00:06:03
1041	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:38	08:57:15	00:06:37
1042	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:50:41	08:57:18	00:06:37
1043	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:50:50	08:56:36	00:05:46
1044	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:50	08:58:28	00:07:38
1045	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:50	08:56:44	00:05:54
1046	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:55	08:58:50	00:07:55
1047	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:55	08:57:15	00:06:20
1048	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:50:58	08:58:01	00:07:03
1049	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:05	08:57:17	00:06:12
1050	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:05	08:56:33	00:05:28
1051	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:15	08:59:53	00:08:38
1052	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:15	08:57:27	00:06:12
1053	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:16	08:58:54	00:07:38
1054	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:21	08:57:50	00:06:29
1055	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:28	08:59:15	00:07:47
1056	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:51:35	08:58:47	00:07:12
1057	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:44	08:59:22	00:07:38
1058	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:44	09:00:31	00:08:47
1059	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:52	09:00:04	00:08:12
1060	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:51:58	08:59:01	00:07:03
1061	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:06	08:58:18	00:06:12
1062	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:52:10	08:58:13	00:06:03
1063	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:13	08:58:42	00:06:29
1064	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:52:13	08:57:50	00:05:37
1065	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:15	09:00:02	00:07:47
1066	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:24	08:58:53	00:06:29
1067	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:31	09:01:01	00:08:30
1068	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:40	09:00:01	00:07:21
1069	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:50	08:58:44	00:05:54
1070	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:50	08:59:27	00:06:37
1071	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:50	08:58:18	00:05:28
1072	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:55	09:01:07	00:08:12

1073	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:57	08:59:34	00:06:37
1074	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:57	09:00:52	00:07:55
1075	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:52:57	08:59:00	00:06:03
1076	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:06	08:59:26	00:06:20
1077	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:06	09:01:44	00:08:38
1078	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:06	09:00:35	00:07:29
1079	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:14	09:00:52	00:07:38
1080	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:14	08:58:42	00:05:28
1081	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:14	09:00:35	00:07:21
1082	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:15	09:00:27	00:07:12
1083	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:15	08:59:18	00:06:03
1084	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:15	08:58:35	00:05:20
1085	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:15	09:01:45	00:08:30
1086	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:19	09:00:40	00:07:21
1087	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:19	08:58:47	00:05:28
1088	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:23	09:00:44	00:07:21
1089	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:23	08:59:00	00:05:37
1090	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:26	09:00:29	00:07:03
1091	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:34	08:58:54	00:05:20
1092	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:44	09:00:21	00:06:37
1093	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:45	09:00:31	00:06:46
1094	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:45	09:02:41	00:08:56
1095	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:49	09:00:18	00:06:29
1096	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:53:56	09:00:59	00:07:03
1097	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:02	09:02:58	00:08:56
1098	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:07	09:01:36	00:07:29
1099	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:07	09:00:10	00:06:03
1100	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:10	09:02:57	00:08:47
1101	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:20	09:01:41	00:07:21
1102	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:20	09:00:49	00:06:29
1103	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:21	09:00:33	00:06:12
1104	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:21	09:02:59	00:08:38
1105	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:29	09:00:06	00:05:37
1106	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:32	09:03:10	00:08:38
1107	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:32	09:01:18	00:06:46
1108	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:41	09:01:18	00:06:37
1109	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:47	09:01:59	00:07:12
1110	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:52	09:01:21	00:06:29
1111	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:53	09:01:39	00:06:46
1112	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:54:55	09:02:50	00:07:55
1113	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:01	09:03:22	00:08:21
1114	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:01	09:01:47	00:06:46
1115	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:06	09:04:02	00:08:56
1116	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:09	09:01:38	00:06:29
1117	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:09	09:03:04	00:07:55

1118	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:12	09:02:07	00:06:55
1119	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:12	09:02:50	00:07:38
1120	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:12	09:01:15	00:06:03
1121	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:18	09:03:05	00:07:47
1122	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:18	09:03:39	00:08:21
1123	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:22	09:03:00	00:07:38
1124	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:32	09:04:10	00:08:38
1125	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:32	09:00:52	00:05:20
1126	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:41	09:01:35	00:05:54
1127	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:42	09:02:37	00:06:55
1128	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:55:42	09:01:45	00:06:03
1129	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:42	09:03:54	00:08:12
1130	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:42	09:04:03	00:08:21
1131	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:42	09:02:02	00:06:20
1132	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:42	09:03:11	00:07:29
1133	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:55:44	09:04:14	00:08:30
1134	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:47	09:02:24	00:06:37
1135	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:47	09:01:41	00:05:54
1136	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:55:52	09:03:13	00:07:21
1137	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:02	09:01:39	00:05:37
1138	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:12	09:03:59	00:07:47
1139	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:14	09:02:34	00:06:20
1140	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:14	09:02:00	00:05:46
1141	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:23	09:03:18	00:06:55
1142	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:23	09:03:52	00:07:29
1143	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:56:23	09:02:26	00:06:03
1144	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:27	09:02:30	00:06:03
1145	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:34	09:03:29	00:06:55
1146	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:34	09:03:11	00:06:37
1147	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:40	09:02:34	00:05:54
1148	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:50	09:04:37	00:07:47
1149	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:56:57	09:03:52	00:06:55
1150	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:04	09:05:08	00:08:04
1151	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:57:10	09:03:22	00:06:12
1152	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:10	09:03:13	00:06:03
1153	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:16	09:05:03	00:07:47
1154	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:18	09:04:56	00:07:38
1155	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:20	09:03:32	00:06:12
1156	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:21	09:05:51	00:08:30
1157	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:22	09:06:00	00:08:38
1158	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:30	09:03:59	00:06:29
1159	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:39	09:03:42	00:06:03
1160	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:41	09:05:19	00:07:38
1161	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:46	09:04:23	00:06:37
1162	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:46	09:06:07	00:08:21

1163	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:49	09:03:52	00:06:03
1164	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:57:52	09:05:04	00:07:12
1165	Passageiro	Entrada B	Zona Norte	08:57:54	09:04:31	00:06:37
1166	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:57:55	09:05:42	00:07:47
1167	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:04	09:05:51	00:07:47
1168	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:08	09:06:29	00:08:21
1169	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:17	09:06:04	00:07:47
1170	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:19	09:04:13	00:05:54
1171	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:21	09:04:07	00:05:46
1172	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:27	09:04:13	00:05:46
1173	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:27	09:04:04	00:05:37
1174	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:58:32	09:03:52	00:05:20
1175	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:41	09:06:53	00:08:12
1176	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:51	09:04:19	00:05:28
1177	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:51	09:07:29	00:08:38
1178	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:58:59	09:06:11	00:07:12
1179	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:00	09:05:46	00:06:46
1180	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:09	09:05:21	00:06:12
1181	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:09	09:06:12	00:07:03
1182	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:18	09:06:56	00:07:38
1183	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:18	09:08:14	00:08:56
1184	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:26	09:07:56	00:08:30
1185	Passageiro	Entrada A	Zona Sul	08:59:35	09:06:47	00:07:12
1186	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:42	09:08:29	00:08:47
1187	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:49	09:07:27	00:07:38
1188	Passageiro	Entrada A	Zona Norte	08:59:59	09:06:28	00:06:29