

Sistema De Apoio À Decisão Para Implementação De Transportes Por Cabo Usando Simulação

FILIPE LUÍS NOGUEIRA

outubro de 2019

Sistema de Apoio à Decisão para Implementação de Transportes por Cabo Usando Simulação

Filipe Luís Nogueira



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Sistemas de Planeamento Industrial

Setembro de 2019

Este relatório foi elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Filipe Luís Nogueira, Nº 1970145, 1970145@isep.ipp.pt

Orientação científica: Prof. Doutor Luís Pinto Ferreira, lpf@isep.ipp.pt

Co-orientação científica: Prof. Doutor Nuno Octávio Fernandes, nogf@ipcb.pt

Empresa: Telef, S.A.



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Sistemas de Planeamento Industrial

Setembro de 2019

Agradecimentos

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria por este facto, de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade.

À empresa Telef, S.A. pela oportunidade e disponibilidade dada para a realização da minha dissertação de mestrado na empresa.

Ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira por ter aceitado ser meu orientador, pelo contributo de ideias e conhecimentos, pela paciência, disponibilidade, preocupação e empenho que teve, pela motivação e ajuda que me deu.

Ao Professor Doutor Nuno Octávio Fernandes por ter aceitado ser meu co-orientador e pela sua ajuda, opinião assertiva e crítica que transmitiu contribuindo assim para levar este trabalho a bom porto.

À minha família, em particular à minha mulher, Cristina Rocha pela compreensão e motivação por nunca me deixar desistir.

Aos colegas de trabalho que sempre me apoiaram e incentivaram.

Resumo

A presente dissertação foi realizada na empresa TELEF – Transportes por Cabo e Concessões, S.A., onde se procurou desenvolver um modelo de apoio à decisão relativo à implementação de um sistema de transporte por cabo usando a simulação discreta. Para tal utilizou-se o *software* de simulação ARENA, considerando vários cenários hipotéticos. O modelo foi validado com dados recolhidos do Teleférico de Gaia e do Teleférico do Funchal. A ferramenta de apoio à decisão resultante permite o estudo do sistema de transporte com vista à identificação da solução mais eficaz e eficiente, com base no ajuste de parâmetros numa interface gráfica desenvolvida para o efeito e na animação do modelo.

No âmbito do estudo desenvolvido foram realizadas simulações com o objetivo de analisar o impacto de: (i) variações no número de passageiros a transportar; (ii) variações de capacidade ao nível do número de veículos a incluir no sistema de transporte por cabo; e de (iii) limites ao número de passageiros a embarcar como forma de gerir as filas de espera nas estações intermédias do teleférico. Foi ainda considerado um exemplo prático de transporte por cabo com estação intermédia, com vista à identificação de cenários para melhorar a eficiência e eficácia de um transporte de passageiros neste âmbito.

A ferramenta de apoio à decisão desenvolvida reveste-se de uma forte relevância prática, permitindo avaliar o impacto de diferentes parâmetros do sistema de transporte por cabo, contribuindo desta forma para a fundamentação da decisão sobre: (i) a configuração a utilizar em sistemas novos; e (ii) a necessidade de alterar sistemas existentes.

Palavras-Chave

Simulação, ARENA, Transportes por cabo, Logística.

Abstract

The present dissertation was carried out at TELEF - Transportes por Cabo e Concessões, S.A., where were tried to develop a decision support model for the implementation of a cable car transportation using the discrete simulation. For that the ARENA simulation software was used, considering several hypothetical scenarios. The model validation was performed with data collected from Gaia Cable Car and Funchal Cable Car. The resulting decision support tool allows the study of the transport system to identify the most effective and efficient solution, based on parameter setting in a graphical interface developed for the purpose and the animation of the model. In the scope of this study, simulations were performed to analyse the impact of: (i) variations in the number of passengers to be transported; (ii) capacity variations in the number of vehicles to be included in the cable transport system; and (iii) limits to the number of passengers to board as a means of managing queues at cable car intermediate stations. It has also been considered a practical example of a cable car transport with a middle station to identify scenarios for improving the efficiency and effectiveness of passenger transport in this system.

The decision support tool developed has a strong practical relevance, allowing to evaluate the impact of different parameters of the cable transport system, contributing this way to substantiate of the decision on: (i) the configuration to be used in new systems; and (ii) the need to change existing systems.

Keywords

Simulation, ARENA, Cable Car, Transport, Logistics.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABELAS	XIV
ACRÓNIMOS.....	XV
1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO.....	16
1.2 OBJETIVOS	18
1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	18
1.4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA TELEF, S.A.....	18
1.5 CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO.....	21
2.1.1 <i>Tipos de modelos de simulação</i>	22
2.1.2 <i>Vantagens e desvantagens da simulação</i>	23
2.1.3 <i>Fases de um projeto de simulação</i>	24
2.2 SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ARENA	26
2.3 SIMULAÇÃO NA ÁREA DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS – REVISÃO DA LITERATURA.....	27
2.4 SIMULAÇÃO NA ÁREA DA LOGÍSTICA – REVISÃO DA LITERATURA	28
2.5 SIMULAÇÃO NOUTROS SETORES DE APLICAÇÃO – REVISÃO DA LITERATURA.....	31
3 TRANSPORTES POR CABO	33
3.1 CARACTERÍSTICAS	36
3.2 MODELOS DE TELEFÉRICOS	38
3.2.1 <i>Telecabine (Teleférico de gôndolas)</i>	38
3.2.2 <i>Telecesta</i>	39
3.2.3 <i>Telesquis</i>	39
3.2.4 <i>Telecadeira</i>	39
3.2.5 <i>Funitel</i>	39
3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MEIO DE TRANSPORTE POR CABO.....	40

4	SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO TRANSPORTE POR CABO E CONFIGURAÇÕES	41
4.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	42
4.2	SISTEMA DE APOIO À DECISÃO.....	42
4.3	ANIMAÇÃO.....	44
4.4	MODELO LÓGICO.....	45
5	VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO À DECISÃO, EXPERIMENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	63
5.1	VALIDAÇÃO DO MODELO DESENVOLVIDO.....	63
5.1.1	<i>Teleférico de Gaia</i>	64
5.1.2	<i>Teleférico do Funchal</i>	66
5.2	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	67
5.2.1	<i>Objetivo 1: Aumentar o número de passageiros a transportar</i>	67
5.2.2	<i>Objetivo 2: Ajustar a quantidade de veículos para um novo transporte por cabo</i>	68
5.2.3	<i>Objetivo 3: Gerir filas de espera em teleféricos com estações intermédias</i>	70
5.2.4	<i>Objetivo 4: Exemplo prático de um transporte por cabo com estação intermédia</i>	73
6	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	78
6.1	CARÁTER INOVADOR DO TRABALHO	78
6.2	PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO TRABALHO	79
6.3	TRABALHO FUTURO	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
	ANEXOS	86
ANEXO A.	CÓDIGO VBA - JANELA DE CONFIGURAÇÃO E MÓDULO 1.....	86
ANEXO B.	DIÁRIO DA INSTALAÇÃO GAIA – 2018.	97
ANEXO C.	RELATÓRIOS DO ARENA - OBJETIVO 1.	100
ANEXO D.	RELATÓRIOS DO ARENA - OBJETIVO 2.	111
ANEXO E.	RELATÓRIOS DO ARENA - OBJETIVO 3.	132
ANEXO F.	RELATÓRIOS DO ARENA - OBJETIVO 4.	153

Índice de Figuras

Figura 1	– Teleférico de Gaia.	19
Figura 2	– Fases de estudo de um projeto de simulação (Banks, 2003).	24
Figura 3	– Componentes de um transporte por cabo (Ghada, 2017).	33
Figura 4	– Funcionalidades de teleféricos (Nuessgen, 2015).	34
Figura 5	– Emissão de dióxido de carbono na EU (Parlamento Europeu, 2019).	37
Figura 6	– Emissão de CO2 associada aos consumos de energia entre o dia 24-05-2019 a 23-06-2019. A informação apresentada corresponde ao mix anual de fontes de energia do 2º trimestre 2019 (ERSE, 2019).	38
Figura 7	– Interface Gráfica: Página inicial (ARENA).	42
Figura 8	– Fluxograma para apoio à tomada de decisão.	43
Figura 9	– Exemplo da animação do modelo desenvolvido.	45
Figura 10	– Conjunto de blocos do modelo final de Simulação Desenvolvido com Recurso ao <i>Software</i> ARENA.	45
Figura 11	– Exemplo do modelo animado desenvolvido com o nome das estações.	46
Figura 12	– Conjunto de Blocos que criam as entidades veículos.	46
Figura 13	– Parâmetros do bloco <i>Create</i> “Criar veículos”.	47
Figura 14	– Parâmetros do bloco <i>Allocate</i> “Mover veículo”.	47
Figura 15	– Parâmetros do bloco <i>Assign</i> “num_veiculo”.	48
Figura 16	– Conjunto de Blocos que criam as entidades “Passageiros”.	49
Figura 17	– Parâmetros do bloco <i>Create</i> “Passageiros”.	49
Figura 18	– Parâmetros do bloco <i>Assign</i> “Número destino ER”.	49
Figura 19	– Parâmetros do bloco <i>Record</i> “PassageirosERdEM”.	49
Figura 20	– Parâmetros do bloco <i>Hold</i> “FilaErdEM”.	50
Figura 21	– Conjunto de Blocos que criam as entidades “Passageiros” nas EI’s.	50
Figura 22	– Parâmetros do bloco <i>Decide</i> “Decide 31”.	50
Figura 23	– Parâmetros do bloco <i>Shedule</i> da “Agenda EMdEI”.	52
Figura 24	– Parâmetros de ligação com indicação da duração e valor da variável “NChegadaPassEMdEI”.	52
Figura 25	– Exemplo dos parâmetros de chegada de passageira EM.	52
Figura 26	– Parâmetros do bloco <i>File</i> “Ficheiro Excel”.	53
Figura 27	– Parâmetros do bloco <i>RecordSet</i> , pertencente ao bloco “Ficheiro Excel”.	53

Figura 28 – Conjunto de blocos que permite o movimento dos veículos dentro de uma estação e da saída da estação para uma estação intermédia.	54
Figura 29 – Parâmetros do bloco <i>Dropoff</i> “Saída Passageiros EM”.	55
Figura 30 – Parâmetros do bloco <i>Pickup</i> “Pickup 1”.	55
Figura 31 – Fluxograma lógico Transporte Estação EM destino EI.	56
Figura 32 – Parâmetros do bloco <i>Transport</i> “Transport 2 EI”.	57
Figura 33 – Parâmetros do bloco <i>Transporter</i> “Veículo”.	57
Figura 34 – Parâmetros do bloco <i>Distance</i> .	58
Figura 35 – Conjunto de blocos que permitem o movimento dos veículos sem passageiros entre a estação de entrada da estação intermédia e a sua saída.	58
Figura 36 – Fluxograma lógico Transporte Estação EI destino EM.	59
Figura 37 – Janela inicial desenvolvida em VBA (Formulários).	60
Figura 38 – Janela com os parâmetros de configuração do modelo (teleférico de gaia).	65
Figura 39 – Janela com os parâmetros de configuração do modelo (teleférico de gaia).	66
Figura 40 – Janela com os parâmetros de configuração do modelo (estudo de um caso).	74

Índice de Tabelas

Tabela 1	– Fases de um projeto de simulação (Banks, 2003).	25
Tabela 2	– Exemplo de aplicações na área dos transportes de passageiros.	28
Tabela 3	– Exemplo de aplicações na área da logística.	29
Tabela 4	– Exemplo de aplicações noutras áreas da simulação.	31
Tabela 5	– Comparação entre tipos de transportes por cabo (Ghada, 2017).	36
Tabela 6	– Nome das Estações utilizadas no ARENA.	48
Tabela 7	– Nome das Filas de Passageiros.	51
Tabela 8	– Variáveis principais do modelo de simulação.	64
Tabela 9	– Validação do modelo de simulação (teleférico de Gaia).	66
Tabela 10	– Validação do modelo de simulação (teleférico do Funchal).	67
Tabela 11	– Comparação dos resultados de um modelo para o aumento de passageiros no teleférico de gaia.	68
Tabela 12	– Comparação dos resultados de um modelo para diferentes capacidades de passageiros por veículo.	69
Tabela 13	– Descrição das variáveis e medidas de desempenho do ARENA.	70
Tabela 14	– Comparação dos resultados de um modelo para diferentes limites de passageiros a embarcar.	72
Tabela 15	– Variáveis utilizadas no modelo de simulação ARENA.	74
Tabela 16	– Taxa média de chegada de passageiros às estações de embarque.	75
Tabela 17	– Comparação dos resultados de um estudo de um caso para diferentes limites de passageiros a embarcar.	76

Acrónimos

- ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto
- AST – Application Solution Template
- TEDI – Tese e Dissertação
- VBA – *Visual Basic for Application*
- ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
- NO_x – Óxido de Azoto

1 Introdução

Neste capítulo do trabalho é apresentado o projeto de dissertação “Sistema de apoio à decisão para implementação de transportes por cabo usando simulação”. O capítulo aborda o enquadramento do trabalho, os objetivos propostos, a metodologia de investigação usada, a empresa onde foi realizado e por último a organização da dissertação.

1.1 Enquadramento do trabalho

A mobilidade é um componente fundamental da vida atual. O aumento da população das cidades e os desafios das mudanças climáticas aumentam a necessidade de sistemas de transportes sustentável e eficiente (CE-Comissão Europeia, 2011; Nações Unidas, 2016). Os principais impactos ambientais associados à energia de origem fóssil, utilizada na produção de energia elétrica de origem térmica são o esgotamento dos recursos naturais não renováveis, a possibilidade de contaminação dos solos e da água, o incómodo causado pelo ruído, a contribuição para a redução da camada de ozono, o aumento do efeito de estufa, bem como a poluição atmosférica.

O CO₂ é comprovadamente, o gás que mais contribui para o efeito de estufa. O seu aumento crescente vem causando efeitos indesejáveis no planeta, como o degelo dos glaciares, o aumento do nível dos oceanos, inundações, ameaças à fauna e flora por efeito do aumento da temperatura, entre outros, estando fortemente associado às alterações climáticas. Os óxidos de azoto (NO_x) em concentrações elevadas podem provocar problemas nas vias respiratórias, principalmente em crianças. Em termos ambientais, o óxido de azoto, designadamente em combinação com o dióxido de enxofre, pode contribuir



para a formação de chuvas ácidas, as quais acidificam os meios naturais e atacam quimicamente alguns materiais (Eletricidade da Madeira, 2019).

Neste âmbito, os transportes por cabo possuem importantes vantagens em comparação com outros sistemas de transporte, nomeadamente a sua operação silenciosa, com acionamento elétrico ambientalmente aceitável, e a possibilidade de transportar passageiros acima do solo, o que pode contribuir com soluções adicionais de transporte dentro dos centros urbanos, densamente populosos e de tráfego complicado. No entanto, apresentam também algumas desvantagens, principalmente a sua menor capacidade de transporte em relação a outros sistemas de transporte no ambiente urbano (Tezak et al., 2016).

Nos últimos anos, a forma como o transporte é organizado, principalmente nas cidades, está a mudar. As ideias para reorganização variam com as inovações tecnológicas, como veículos elétricos a bateria, inovações organizacionais, como partilha de carros e partilha gratuita de bicicletas elétricas. Dentro do setor mais convencional de transporte público, novas abordagens são testadas para tornar o setor mais eficiente em termos económicos (Max Reichenback, 2016).

Existem atualmente diferentes tipos de configurações de transportes por cabo. O desenvolvimento desta dissertação procura, através de uma ferramenta de apoio à decisão baseada na simulação, reduzir o risco e a incerteza na tomada de decisão, contribuindo para melhorar a eficiência na implementação de transportes por cabo. Ou seja, procura dotar os decisores do conhecimento e da informação relevante para a configuração do sistema de transporte por cabo de acordo com as reais necessidades.

De uma forma geral, o modelo de simulação facilita a compreensão do sistema real e do seu comportamento (Semini, 2006). Assim, com a ajuda da simulação poderemos estudar e analisar algumas variáveis que permitem gerir o transporte por cabo, no sentido de melhorar os tempos de espera nas filas, ajustar e adequar o meio de transporte ao número de passageiros a transportar, reduzir o investimento e os custos para manter o sistema de transporte em funcionamento ao longo de um período de tempo. O objetivo é melhorar e adequar a implementação de um transporte por cabo, no sentido de o potenciar quer a nível do seu impacto ambiental, através da redução dos níveis de CO₂, quer a nível de eficiência de transporte, conhecendo também as suas limitações, e analisando possíveis melhorias.



1.2 Objetivos

Neste trabalho tem-se como objetivo a análise e melhoria na implementação de novos sistemas de transporte por cabo ou alteração de sistemas existentes. Para isso, foi desenvolvida uma ferramenta de apoio à decisão baseada na simulação, utilizando o *software* ARENA, que permite ao utilizador selecionar a configuração do meio de transporte por cabo a usar, inserir parâmetros e verificar o que melhor se adapta à sua realidade e ao resultado esperado. Assim pretende-se:

- Identificar, estudar e melhorar sistema de transporte por cabo a utilizar.
- Melhorar a eficiência do sistema de transporte, adequando o número de veículos e a velocidade de transporte a implementar.
- Reduzir os tempos de espera nas filas e o balanceamento de passageiros a embarcar nos casos em que existe uma estação intermédia.

Desta forma espera que o trabalho contribua para reduzir o impacto ambiental dos sistemas de transporte e potenciar o investimento realizado pelas empresas do setor.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia para a elaboração deste trabalho consiste na realização de pesquisa bibliográfica referente à área da simulação; recolha de informação relativa à implementação e modelos dos transportes por cabo; desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão baseada em modelos de simulação, ferramenta essa que permita ao utilizador testar e analisar o impacto que alguns tipos de meios de transporte por cabo e testando diferentes variáveis de desempenho na fase de elaboração de projeto; análise e apresentação de diferentes casos.

1.4 Apresentação da empresa TELEF, S.A.

A Telef S.A. é a titular da exploração do denominado Teleférico da Zona Histórica de Gaia. O Teleférico de Gaia foi construído para a TELEF, S.A. pela construtora Etermar - Engenharia e Construção, SA, com equipamento Austríaco, *Doppelmayr Seilbahnen GmbH*, na sequência de um concurso público lançado pelo Município de Gaia. A construção do Teleférico de Gaia teve o seu início em Março de 2009, tendo o mesmo iniciado o serviço para o público em Abril de 2011. O teleférico tem sido apreciado como atração turística incontornável do distrito do Porto, tendo também alguma contribuição



como meio de transporte público sustentável entre a zona ribeirinha de Gaia e o Jardim do Morro, onde se encontra o acesso ao tabuleiro superior da Ponte D. Luís I, sobre o rio Douro, a estação de metro e o miradouro do Mosteiro da Serra do Pilar (ver Figura 1). O Teleférico de Gaia, para além de emitir baixas emissões de carbono, o que o torna um dos meios de transporte sustentável, ao viajar de teleférico está ainda a assegurar uma diminuição do trânsito automóvel, logo menor ocorrência de acidentes de viação, menores transtornos causados à população local, circulação pedestre mais segura, em caso de emergência maior facilidade de circulação dos meios de socorro. O Teleférico de Gaia foi construído aplicando as tecnologias mais evoluídas. Utiliza os melhores padrões de segurança, quer do ponto de vista construtivo, quer do ponto de vista dos métodos de exploração e operação. A Estação do Jardim do Morro é a estação motriz e contém o sistema de estacionamento dos veículos. A Estação do Cais de Gaia é a estação de retorno, onde se encontra o sistema hidráulico de tensionamento constante do cabo (Teleférico de Gaia, 2019).



Figura 1 – Teleférico de Gaia.

1.5 Conteúdo e organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em seis capítulos. Os restantes capítulos abordam a fundamentação teórica e revisão bibliográfica, sistemas de apoio à decisão para o modelo de transporte e configurações, validação dos sistemas de apoio à decisão e análise dos resultados e por fim, conclusões e trabalho futuro.



Os parágrafos seguintes resumem o conteúdo dos restantes capítulos.

No Capítulo 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA, é realizado um enquadramento sobre a simulação como ferramenta de apoio à decisão, explicando-se a sua importância, dando exemplo de aplicações nas mais diversas áreas.

O Capítulo 3 - TRANSPORTES POR CABO, apresenta diferentes tipos de transportes por cabo e suas características.

No Capítulo 4 - SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO TRANSPORTE POR CABO E CONFIGURAÇÕES, é abordado o desenvolvimento da ferramenta proposta, o modelo lógico, a animação e a interface gráfica para com o utilizador.

O Capítulo 5 - VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO À DECISÃO, EXPERIMENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS, é referente à validação do modelo de simulação desenvolvido, assim como apresenta uma análise dos resultados alcançados.

Por fim o Capítulo 6 - CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO, sintetiza o trabalho desenvolvido, apresenta os contributos do trabalho e as propostas de trabalho futuro.



2 Fundamentação Teórica e Revisão da Literatura

Os tomadores de decisão são usualmente confrontados com problemas semiestruturados, para os quais não há um método reconhecido e único de resolução. Como tal, a modelação e simulação do sistema é frequentemente usada para dar suporte à tomada de decisão. Os modelos resultantes permitem testar cenários diversos e alternativos com vista à análise do comportamento do sistema (Sargent, 2010). Neste capítulo realizou-se uma revisão bibliográfica sobre simulação como ferramenta de apoio à decisão, apresentando as vantagens e desvantagens, como e onde pode ser utilizado e o for fim, literatura sobre o *software* de simulação ARENA.

2.1 Simulação como ferramenta de apoio à decisão

A simulação refere-se à imitação do comportamento de um processo ou sistema (planeado ou existente). Envolve a criação de uma história artificial do sistema, e a observação dessa história artificial, para desenhar inferências sobre as características operacionais do sistema real que é representado. A simulação é uma metodologia usada para descrever e analisar



comportamento de um sistema, colocar questões como “e se...” a cerca de um sistema real, e ajudar na sua conceção (Banks, 1998). Um projeto de simulação envolve a execução de experiências. As experiências são diferenciadas pelo uso de alternativas na lógica de um modelo e/ou dados de entrada (Schriber, 2016). Numa simulação, usamos geralmente um computador para avaliar numericamente um modelo, e os dados são reunidos para estimar as características verdadeiras desejadas do modelo (Mes, 2017).

A tomada de decisão envolve potenciais benefícios e riscos. Devido à complexidade e risco de muitos processos de tomada de decisão, atualmente são utilizadas ferramentas de simulação para facilitar e minimizar o risco de decisões erróneas nas diversas fases do processo. Modelos de simulação são cada vez mais utilizados para resolver problemas e auxiliar na tomada de decisões (Sargent, 2010).

A tomada de decisão é um processo de análise de várias alternativas, produtos ou ideias para tomar as ações corretas para alcançar os resultados desejados. Existe um relacionamento entre resolução de problemas e tomada de decisão; As ferramentas de resolução de problemas são usadas para auxiliar no reconhecimento do problema, gerando variedade de opções para apoiar os tomadores de decisão e avaliar a eficácia da solução aplicada (Ramadan, 2015).

A simulação provou ser uma ferramenta útil e poderosa para operações de modelação em vários tipos de indústria. Embora não haja receita para garantir o sucesso, existem várias coisas que se podem fazer para promovê-lo (Centeno & Carrillo, 2001):

- Estabelecer objetivos claros.
- Planear com cuidado.
- Desenvolver um cronograma realista.
- Rever e reavaliar continuamente conforme evolução dos projetos.

2.1.1 Tipos de modelos de simulação

Os modelos podem ser classificados como sendo matemáticos e físicos. Um modelo matemático usa notação simbólica e relações matemáticas para representar um sistema. Os modelos podem ser classificados como estáticos ou dinâmicos, determinísticos ou estocásticos e, discretos ou contínuos (Law, 1991).



Modelos dinâmicos representam sistemas e como eles se comportam em função dos eventos passados e com o decorrer do tempo. Modelos estáticos representam sistemas e como eles se comportam em função apenas dos eventos atuais, isto é, não se considera os eventos passados. Modelos determinísticos têm um conjunto conhecido de entradas, os quais resultarão em um único conjunto de saídas. Modelos estocásticos possuem uma ou mais variáveis aleatórias como entrada que levam a saídas aleatórias. Assim, as saídas da simulação estocástica devem ser tratadas como estimativas estatísticas das características reais de um sistema. Modelos discretos e contínuos são definidos de acordo com as mesmas considerações que definem se um sistema é discreto ou contínuo. Contudo, um modelo de simulação discreta não é usado apenas para modelar um sistema discreto, nem um modelo de simulação contínua é exclusivo para modelar sistemas contínuos. Modelos de simulação são muito úteis para análise em conjunto de fenômenos discretos e contínuos. A escolha de qual deles usar é função das características do sistema e do objetivo do estudo (Miyagi 2004).

2.1.2 Vantagens e desvantagens da simulação

Os modelos de simulação apresentam benefícios e insuficiências que deverão ser tidas em consideração. Algumas destas vantagens são (Shannon, 1998), (Law & Kelton, 1991), (Banks, 1999):

- Melhorar a visibilidade do efeito de um processo ou mudança do sistema.
- Explorar oportunidades de novos procedimentos ou métodos sem interromper o sistema atual.
- Diagnosticar e corrigir problemas; Reduzir ou eliminar gargalos.
- Reduzir os custos operacionais e melhorar a previsão financeira.
- Melhor avaliar os requisitos de *hardware* e *software*; Reduzir os prazos de entrega.
- Gerir melhor os níveis de *stock*, pessoal, sistemas de comunicação e equipamentos.
- Novos equipamentos, arranjos físicos, sistemas de transporte, etc. Estes podem ser testados antes de investir recursos com as aquisições envolvidas.
- Hipóteses de como e por que certos fenômenos ocorrem podem ser avaliadas.

Mesmo que a simulação tenha muitos pontos fortes e vantagens, não é sem inconvenientes. Entre estes estão as seguintes desvantagens (Shannon, 1998):

- Construção de modelos requer formação especial; Recursos difíceis de interpretar.



- Modelação do sistema e a análise dos dados podem consumir muito tempo e muitos recursos.

2.1.3 Fases de um projeto de simulação

Para se entender melhor as fases do projeto segue um resumo na Figura 2 e os detalhes de cada fase do processo na Tabela 1 (Banks, 2003).

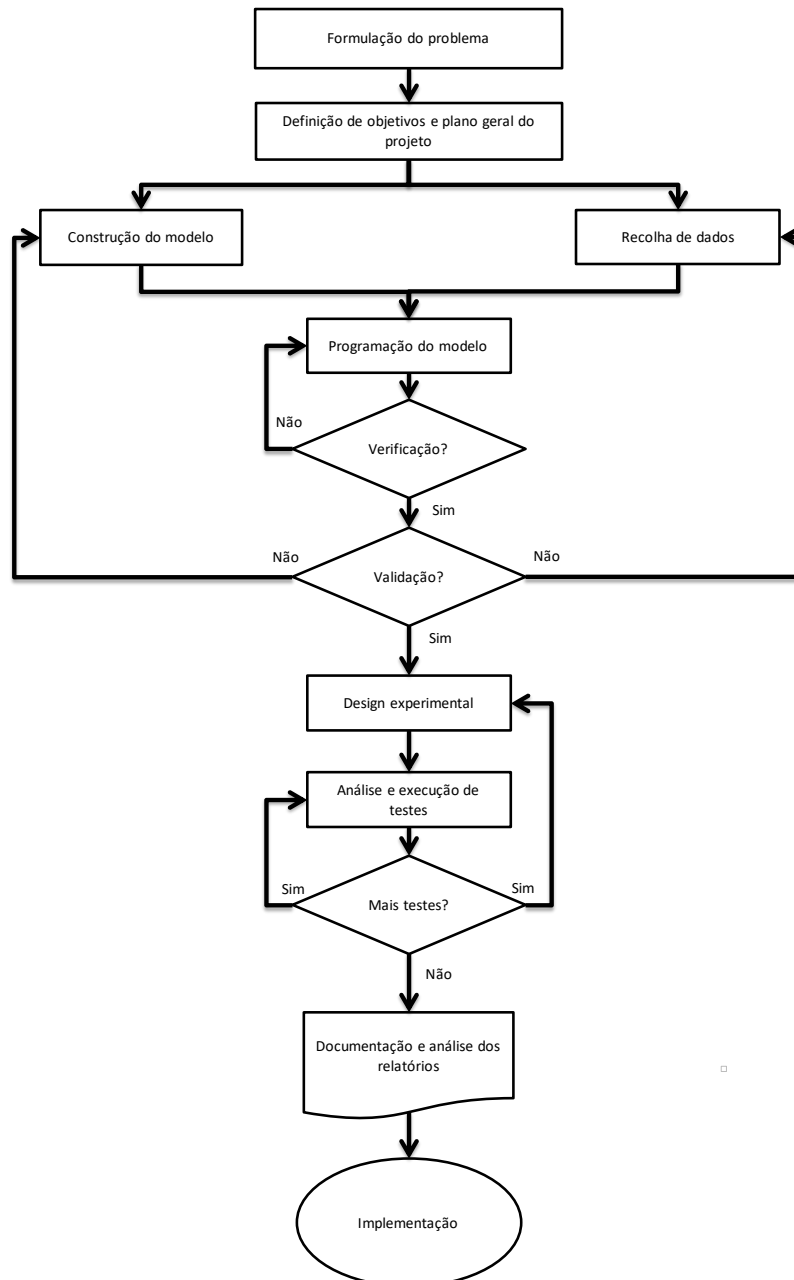


Figura 2 – Fases de estudo de um projeto de simulação (Banks, 2003).

**Tabela 1 – Fases de um projeto de simulação (Banks, 2003).**

Formulação do problema	Cada estudo de simulação começa com uma declaração do problema. Se a declaração é fornecida por aqueles que têm o problema (cliente), o analista de simulação deve ter muito cuidado para garantir que o problema seja claramente entendido. Se uma declaração do problema é preparada pelo analista de simulação, é importante que o cliente entenda e concorde com a formulação. É sugerido que um conjunto de suposições seja preparado pelo analista de simulação e acordado pelo cliente. Até com todas estas precauções, é possível que o problema precise de ser reformulado para que o estudo progrida.
Definição de objetivos e plano geral do projeto	Os objetivos indicam as questões que devem ser respondidas pelo estudo da simulação. O plano do projeto deve incluir uma declaração dos vários cenários que serão investigados. Os planos para o estudo devem ser indicados em termos de tempo que será necessário.
Conceção do modelo	É recomendado começar por um modelo simples e que vá crescendo até ao modelo de complexidade apropriada e adequado ao projeto.
Recolha de dados	Recolha de dados necessários para serem usados nos procedimentos operacionais do modelo.
Tradução do modelo	O modelo desenvolvido é codificado numa forma reconhecida por um computador.
Verificação?	A verificação diz respeito ao modelo operacional. “Está devidamente realizado?” Mesmo com modelos pequenos é possível ter dificuldades de verificação. É altamente recomendável que a verificação ocorra como um processo contínuo. É aconselhado que o analista de simulação espere até que o modelo esteja completo para iniciar o processo de verificação.
Validação?	A validação é a determinação de que o modelo é uma representação precisa do sistema real. “O modelo pode ser substituído pelo sistema real para fins de experimentação?” Se houver um sistema existente, um sistema básico, então uma forma ideal de validar o modelo é comparar sua saída com a do sistema básico. Infelizmente, nem sempre existe um sistema básico. Existem muitos métodos para realizar a validação.



<i>Design experimental</i>	Para cada cenário a ser simulado, decisões precisas devem ser tomadas sobre a duração da simulação a executar, o número de execuções (também chamadas de replicações), e a maneira de inicializar, conforme necessário.
Análise e execução de testes	As execuções de testes e sua subsequente análise, são usados para estimar medidas de desempenho para os cenários que estão a ser simulados.
Necessidade de mais testes	Com base na análise dos testes que foram concluídos, o analista de simulação determina se são necessários mais testes e se algum cenário adicional pode ser simulado.
Documentação e relatórios	<p>A documentação é necessária por vários motivos. Se o modelo de simulação vai ser usado novamente por analistas iguais ou diferentes, pode ser necessário entender como o modelo de simulação opera. Este vai permitir a confiança no modelo de simulação, de modo que o cliente possa tomar decisões com base na análise. Além disso, se o modelo for modificado, isso pode ser muito facilitado se existir documentação adequada.</p> <p>O resultado de toda a análise deve ser relatado de forma clara e concisa. Isso permitirá ao cliente rever a formulação final, as alternativas que foram abordadas, os critérios pelos quais os sistemas alternativos foram comparados, os resultados experimentados e recomendações de analistas, se houver.</p>
Implementação	O analista de simulação atua como repórter em vez de advogado. O relatório preparado e desenvolvido, é apenas uma informação adicional que se usa para tomar uma decisão.

2.2 Software de simulação Arena

A ferramenta para simulação de eventos discretos escolhida foi o ARENA, sendo este o mais popular e utilizado em comparação com outros programas de simulação (Dias et al., 2016). O programa ARENA é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelação de processos, desenho e animação, análise estatística e análise de resultados. Este foi desenvolvido pela empresa *Rockwell Automation* (Arena Simulation Software, 2019). O ARENA emprega um projeto orientado a objetos, inteiramente desenvolvido em modelos gráficos. Os analistas de simulação colocam objetos gráficos - chamados módulos - num *layout* para definir os componentes do sistema, como máquinas, operadores e dispositivos de manuseio de materiais. As animações do



ARENA podem ser executadas simultaneamente com o modelo de simulação em execução, ou no modo de pós-processamento. ARENA inclui várias opções de animação para exibição em tempo real das estatísticas do modelo. Por exemplo, o utilizador pode colocar gráficos dinâmicos, histogramas, níveis e relógios de tempo diretamente numa simulação para ilustrar o estado do sistema conforme o modelo é executado. Essas informações são exibidas em tempo real, bem como numa base pós-processo no relatório estatístico de resumo da ARENA (Takus & Profozich, 1997). No ARENA, um utilizador anima o seu modelo com um processo de 2 etapas: primeiro desenha o processo de fluxos, em seguida, numa área separada do mesmo espaço de desenho, adicionam-se níveis, rotas animadas e outros, que estão ligados ao processo de fluxos (Pegden, 2013).

A linguagem de simulação associada ao ARENA é o SIMAN. Os módulos presentes no modelo ARENA foram criados usando os blocos de modelação do SIMAN como seus componentes. Esse conceito hierárquico prevalece em todo o modelo do ARENA e noutras ‘Application Solution Template’ (AST), que podem ser usados no ARENA. Blocos SIMAN são disponibilizados para todos os utilizadores do ARENA no modelo SIMAN.

Os módulos SIMAN proporcionam ao utilizador maior flexibilidade e maior controlo da lógica detalhada do sistema. Os utilizadores que se acostumaram a escrever código SIMAN diretamente num editor de texto podem fazê-lo no ARENA. Nesse caso, o programa fornece uma opção para reconhecer diretamente esse código, que está contido num arquivo externo ao ambiente de modelação gráfica do ARENA (Takus & Profozich, 1997).

O poder de modelação do SIMAN é disponibilizado para o utilizador como simplesmente um modelo adicional, de modo que em qualquer nível (mesmo o nível mais baixo e mais detalhado), o ambiente de modelação e abordagem são os mesmos. Ou seja, ele continua a ser um bloco de arrastar e soltar orientado a objetos, num estilo sem programação envolvida (Hammann, 1995).

O ARENA, é uma ferramenta revolucionária de modelação baseada num modelo que fornece a mesma facilidade de uso de pacotes mais limitados, mantendo o poder e flexibilidade (Profozich, & Sturrock, 1995).

2.3 Simulação na área de transporte de passageiros – Revisão da Literatura

Na Tabela 2 apresentam-se alguns estudos realizados na área de transporte de passageiros.



Tabela 2 – Exemplo de aplicações na área dos transportes de passageiros.

Referências	Descrição da Simulação
(Ferdorko Gabriel et al., 2018)	Este artigo apresenta um modelo desenvolvido em <i>ExtendSim 9</i> de simulação discreta de um teleférico real para passageiros localizado em ‘Lomnica Peak’ na República Checa, com o objetivo de que é realmente possível criar um modelo de simulação, além de apresentar uma possível interpretação dos resultados obtidos. A pesquisa mostrou que o modelo funciona e apresenta valores que podem ser usados para várias análises.
(Brito Thiago, 2017)	Este estudo universitário, propõe o desenvolvimento de um modelo de simulação no programa ‘AnyLogic 7’ para um meio de transporte de passageiros, por transportes públicos (bus), carro particular ou barco, entre duas cidades. O objetivo era testar se a determinação de uma política de incentivo ao transporte público, por via da redução do preço, se seria eficaz na mudança do panorama de preferência de transporte individual, sendo que o resultado sugere que as políticas são capazes de estimar o número de modos de transporte e o número de utilizadores a transportar em cada um deles.
(Ziemke et al., 2017)	Este artigo avalia o impacto do tipo de infraestrutura no transporte por bicicleta na cidade de Berlin. O modelo foi desenvolvido no programa <i>MATSim</i> para avaliar o tempo de viagem, conforto nas diferentes infraestruturas de um trecho com 2400m e vários nós alternativos. O resultado mostra que a infraestrutura (tipo de pavimento) influencia o comportamento dos ciclistas e este varia por tipo de pessoa (homem ou mulher).
(Inturri et al., 2017)	Este trabalho de pesquisa apresenta um modelo de simulação baseado em agentes capaz de simular serviços de transporte partilhado com o objetivo de apoiar o planeamento estratégico num contexto real, testando o comportamento macroscópico do sistema. O programa foi desenvolvido no ‘Netlogo’ para testar diferentes configurações de soluções de transportes. O modelo foi testado na cidade de Ragusa (Itália). Os resultados da simulação mostram que a qualidade e o desempenho do serviço variam consideravelmente em relação ao número e à capacidade dos veículos e que a atribuição de veículos a rotas específicas reduz as distâncias percorridas por veículos vazios e melhora o desempenho geral do sistema.

2.4 Simulação na área da logística – Revisão da Literatura

Na escassez de literatura e de trabalhos sobre simulação como ferramenta de apoio à decisão na área do transporte de passageiros, apresentam-se de seguida alguns estudos



realizados na área da logística. Sendo que a área da logística, tal como o transporte de passageiros, pode ser definida como um processo de planejar, executar, e controlar de forma eficiente, o transporte, dentro e fora das empresas. A simulação da área da logística tem como objetivos melhorar esses processos (Stephen Rutner, 2000). Na Tabela 3 estão descritos alguns exemplos de aplicações na área da logística.

Tabela 3 – Exemplos de aplicações na área da logística.

Referências	Descrição da Simulação
(Elbert Ralf et al., 2017)	Este trabalho de pesquisa, apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de simulação em <i>AnyLogic 7.2</i> para a análise do impacto de diferentes encomendas expedidas por uma empresa alemã de transportes de contentores. A pesquisa mostrou que a integração das tecnologias de informações e comunicações, podem gerar uma vantagem competitiva e aumentar a eficiência do processo nas cadeias de transportes.
(Gerrits Berry. et al., 2018)	Este trabalho, realizado e motivado pela empresa Rotra, na Holanda, projeta um modelo de simulação realizado no programa ' <i>Prometheus methodology</i> ', para o planeamento e controlo de um sistema de parques e recolha de reboques e atrelados de forma autónoma. Foram apresentadas várias arquiteturas e <i>layouts</i> , adequados para analisar diferentes tipos de terminais, variando em tamanho, <i>layout</i> e / ou modalidade, sendo estes comprovados com um estudo de um caso na empresa "Dutch Logistic".
(Markus Rabe., 2016)	Este trabalho analisa a distribuição alimentar de encomendas efetuadas <i>online</i> , em supermercados, a partir de dois diferentes modelos de simulação realizados no programa ' <i>SimChain</i> '. Conclui-se que com a comparação de resultados entre os dois modelos e dos seis cenários testados na cidade de Berlin, é possível reduzir a distância de transporte e os custos da cadeia de suprimentos em 17%.
(Sahoo et al., 2015)	Este trabalho tem como objetivo simular o desenvolvimento de uma estrutura de uma cadeia de fornecimentos de biomassa sustentável, para estimar a taxa de fluxo da matéria-prima e o custo de entrega. O modelo realizado em ' <i>ExtendSIM 8</i> ', demonstrou que o aumento do rendimento de biomassa não aumenta significativamente o custo total de entrega. O modelo em questão pode ser utilizado para melhorar o número mínimo necessário para fornecimento.
(Gerrits Berry et al., 2018)	Este artigo apresenta um modelo de simulação (<i>Tecnomatix Plant Simulation</i>) para planeamento e controlo de AGV's automatizadas, em terminais de contentores. Verificou-se que esta ferramenta é eficaz e permite várias configurações de



	diferentes tipos. Com este estudo foram capazes de controlar as operações nos cais, incluindo resolução de conflitos, e evitar pontos de estrangulamento.
(Netto João et al., 2013)	Este artigo apresenta um modelo de simulação para dimensionar a quantidade de contentores necessários para operar com uma frota de navios. A ferramenta utilizada foi o <i>OptQuest</i> do ARENA. O resultado mostrou que as ferramentas de simulação são uma ferramenta eficaz para o dimensionamento dos contentores necessários a utilizar.
(Sormaz et al., 2017)	Este artigo permite um estudo onde o objetivo é criar um modelo de simulação desenvolvido em SIMIO que ajuda os gestores do centro de distribuição a prever sua taxa de transferência otimizando a configuração do trabalhador numa empresa em <i>Columbus</i> . O resultado foi que o modelo hierárquico apresentado ajudaria o pessoal do centro de distribuição a prever sua taxa de transferência através da configuração dos trabalhadores.
(Cohen Ben et al., 2017)	Este artigo permite analisar e apoiar a tomada de decisão em processos de otimização os processos de enchimento nos terminais de combustível e apresenta uma ferramenta de <i>software</i> desenvolvida no 'FlexSim' para modelar as atividades dos motoristas. O resultado mostrou que a ferramenta pode dar suporte à gestão analisando o desempenho, a identificar gargalos e a comparar as regras de atribuição dos camiões.
(Elbert Ralf et al., 2017)	Este artigo em questão analisa em que medida os tempos de viagem variam em dependência do peso dos itens no armazém. Experiências de simulação baseadas em agentes confirmam que as novas políticas podem reduzir significativamente os tempos de viagem. Os resultados da simulação mostraram a importância de considerar o peso do item e uma velocidade dependente do peso no cálculo do tempo de viagem.
(Linares et al., 2017)	Este artigo apresenta uma ferramenta desenvolvida em <i>CitScale</i> , baseada em simulação de tráfego na cidade de Barcelona e serviu para analisar as políticas da cidade inteligente, inovação dos veículos e conceitos de mobilidade. Os resultados obtidos serviram para mostrar o elevado potencial da ferramenta proposta.
(Clements Kelsey, 2016)	Este artigo apresenta um modelo de simulação para avaliar configurações alternativas de armazenamento de paletes em armazéns com o objetivo de reduzir espaço e testar vários cenários a partir de uma aplicação foi desenvolvida em SIMIO. A metodologia foi aplicada com sucesso em um estudo de um caso envolvendo uma instalação de armazenamento em grande escala.
(Ferreira et al., 2003)	Este artigo apresenta um modelo de simulação desenvolvido no ARENA como



	ferramenta de apoio à decisão, que através da seleção de estratégias permite a redefinição dos fluxos dois materiais na produção de auto-rádios na <i>Blaupunkt</i> em Braga. O resultado deste estudo verifica a facilidade e melhor comunicação que os agentes de decisão podem ter usando o modelo de simulação.
(Appelt et al., 2007)	Este artigo apresenta um modelo desenvolvido em ARENA para análise e identificar os atrasos nos <i>check in's</i> no <i>Buffalo Niagara International Airport</i> . O resultado mostrou que o modelo de simulação pode ser usado para testar outros cenários que podem melhorar os atrasos que ocorrem no procedimento de <i>check-in</i> .

2.5 Simulação noutros setores de aplicação – Revisão da Literatura

De forma a se obter um conhecimento mais aprofundado sobre a ferramenta de apoio à decisão de uma forma geral e sob outras perspetivas, analisaram-se alguns exemplos de aplicações da simulação noutras áreas. Existem trabalhos sobre simulação em áreas como a produção, serviços, entre outras. Na Tabela 4 seguem alguns desses exemplos de aplicações.

Tabela 4 – Exemplo de aplicações noutras áreas da simulação.

Referências	Descrição da Simulação
(Zupan et al., 2015)	Este artigo apresenta um estudo de um caso de um processo de produção real. O modelo foi realizado no programa “Plant Simulation”. Com a ajuda da combinação do modelo de simulação de balanceamento de linha e evento discreto, a produtividade é aumentada de 76 para 302 produtos produzidos no final.
(Tomasella Maurizio et al., 2016)	Este estudo de um caso apresenta um modelo de simulação, que faz o balanceamento da linha de um sistema de controlo de bagagens do aeroporto de <i>Hearthrow</i> , que com a ajuda do modelo desenvolvido em <i>java</i> , aumenta a capacidade de recuperar de uma quebra de linha em 6%, através de diferentes rotas quando há filas de espera devido a falhas, e baixou o tempo médio de entrega de bagagens.
(C.G. Walker et al., 2016)	Este artigo apresenta um estudo de um caso de pesquisa, com vista a melhorar a prestação de serviços em pacientes com cancro realizado no Hospital <i>Noth Shore</i> . A partir do modelo desenvolvido em ‘R statistical package’ foi possível identificar processos críticos.
(Lidberg Simon et al., 2018)	Este estudo mostra como um fluxo de uma fábrica real, pode ser melhorado aplicando-se uma combinação de dados da produção com a otimização



	<p>multiobjectivo de aproximação experimental. O caso particular estudado neste artigo revela potenciais reduções de armazenamento, superiores a 30%, reduções do <i>lead time</i> de 67% e tamanhos de lote reduzidos em mais de 50% mantendo a precisão de entrega do sistema industrial.</p>
(Ferreira et al., 2011)	<p>Este estudo descreve um sistema de apoio à decisão usando um modelo de simulação em ARENA desenvolvido para uma fábrica de montagem de automóveis. O resultado permitiu reduzir o número de paletes a circular nos transportadores na linha de produção, sem afetar o desempenho, reduzindo assim os custos.</p>
(Ferreira et al., 2005)	<p>Neste trabalho apresenta-se uma aplicação de apoio à decisão que pretende realizar a geração automática de modelos de simulação com o objetivo de redefinir e analisar a partir de seis estratégias o fluxo de processamento de materiais ao longo da linha de produção de auto-rádios.</p>
(Ferreira et al., 2011)	<p>O trabalho apresentado neste artigo descreve o desenvolvimento em ARENA de um sistema de apoio a decisão de uma linha de produção de peças de automóveis, com o objetivo de analisar a variação do comprimento do transportador para assim maximizar o desempenho da linha de produção.</p>
(Pau Estany, 2017)	<p>Este artigo apresenta um modelo para analisar cenários realistas para a evacuação de passageiros do Airbus A380, e que deve ser feito em menos de 90 segundos. Este foi testado na <i>Air France</i> e desenvolvido no programa SIMIO. O resultado provou que o nível de ocupação tem um efeito significativo no tempo necessário para evacuar, e da mesma forma, diminuir o número de saídas de emergência que operam aumenta o tempo esperado.</p>
(Lidia Montero et al. 2017)	<p>Este trabalho tem como objetivo, analisar o impacto das emissões de CO2 geradas pelo congestionamento do tráfego na estrada. Este é realizado através de um sistema de simulação testando vários cenários no programa ARENA. Concluiu-se que há vários parâmetros que têm um impacto significativo sobre Emissão de CO2, recomendando-se que a circulação de camiões deveria ser distribuída o longo do dia.</p>



3 Transportes por Cabo

Ao longo deste capítulo são apresentados fundamentos sobre os transportes por cabo e suas características.

As estações, a linha e os veículos e são os principais componentes dos transportes por cabo. Os transportes por cabo são compostos por diferentes padrões e elementos como se pode ver na Figura 3.

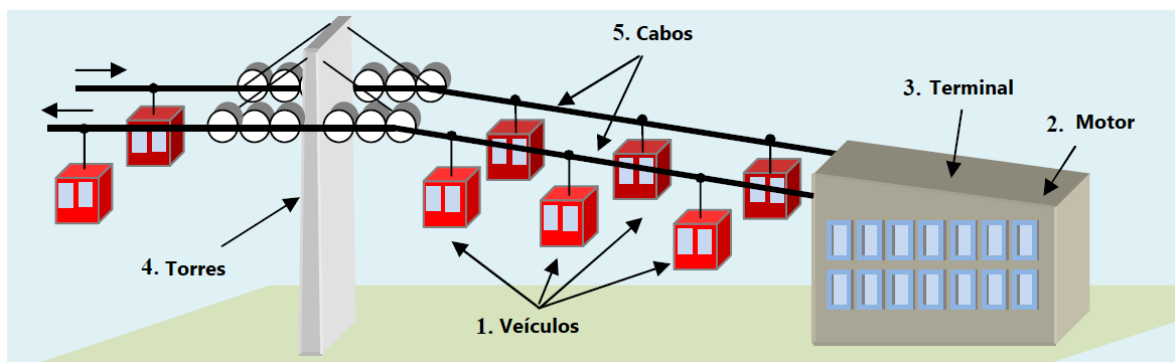


Figura 3 – Componentes de um transporte por cabo (Ghada, 2017).

O teleférico é usado como transporte público, especialmente nas montanhas, em estações de esqui, mas também em áreas urbanas.



Estações:

Um teleférico geralmente tem duas estações terminais (Figura 4), onde os cabos de transporte são ancorados. Eles são equipados com polias (volante) que fazem do cabo de reboque um meio-loop para mandar de volta para o outro lado (Ghada, 2017).

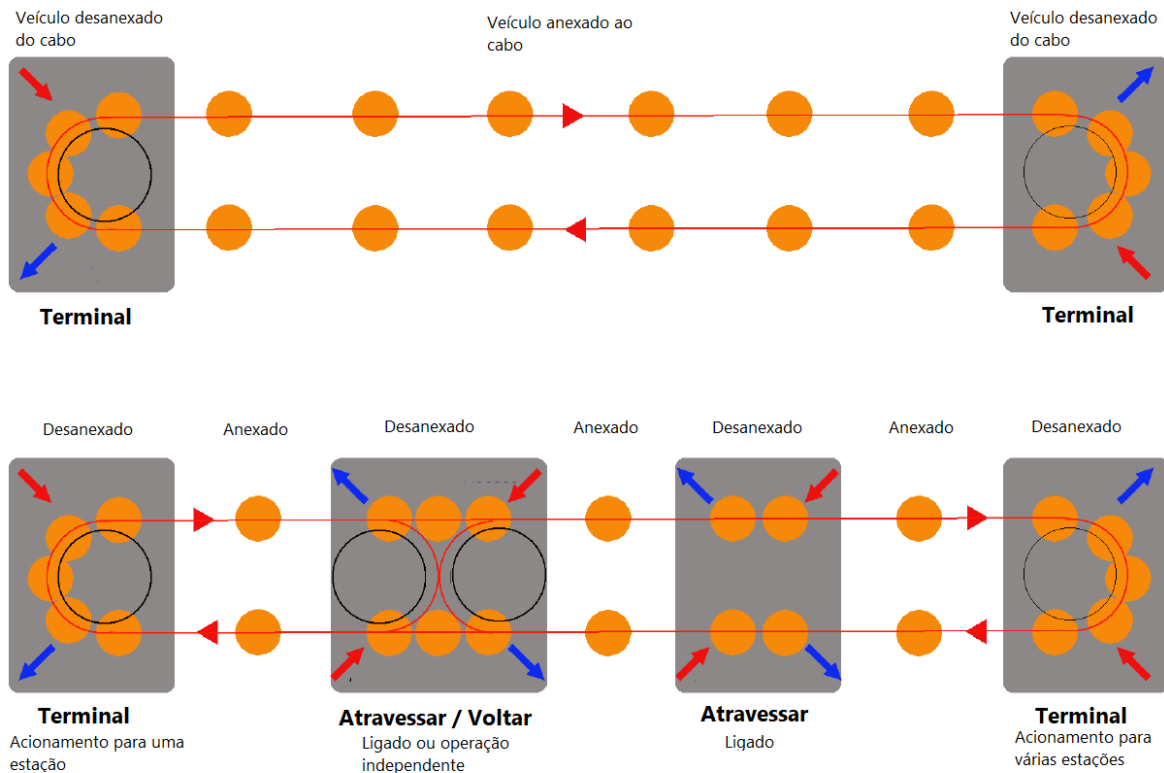


Figura 4 – Funcionalidades de teleféricos (Nuessgen, 2015).

Uma das estações é a estação motriz: a chamada polia do motor aciona o cabo por meio de um motor elétrico preso a um redutor. A cinemática é complementada por travões de serviço que geralmente atuam num volante de inércia localizado no eixo principal na saída do motor, e travões de emergência geralmente localizados na periferia do motor, na polia motriz ou volante de inércia. Há também uma operação de emergência, geralmente fornecida por um motor térmico que permite o repatriamento de cabines a baixa velocidade em caso de falha do sistema elétrico ou falha de energia (Ghada, 2017).

A tensão dos cabos também é realizada numa das estações, geralmente através de cilindros hidráulicos. Normalmente está localizada na polia de retorno. O(s) cilindro(s) são



controlados dinamicamente por uma unidade hidráulica que controla continuamente a pressão. Em alguns dispositivos, a tensão dos cabos de transporte não é dinâmica.

Estações intermediárias são necessárias de maneira a aplicarem tensões aos cabos, uma vez que estes são demasiado longos para os mecanismos existentes nos terminais. Existem 2 motivos de preocupação que as torres devem poder responder:

- Pressão descendente nos apoios, devido à componente vertical da tensão nos cabos de tração e ao peso das cargas nas cabines.
- Movimento violento nos cabos de tração ou pressão lateral, devido a vento.

Torres:

Estruturas intermédias que suportam e transportam os cabos entre os terminais, podendo ocasionalmente ser as estruturas responsáveis pela pressão existente no cabo. As torres seguram as roldanas que movimentam os cabos, ao mesmo tempo que lhes servem de suporte. As torres existentes em cada extremidade suportam todo o equipamento e têm que estar elevadas o suficiente para os carregamentos, de maneira a elevá-los até a altura desejada (Ghada, 2017).

Cabo portante:

O cabo é o coração do teleférico. O cabo, geralmente de aço, é formado por um conjunto de fios de arame (Ghada, 2017).








3.1 Características

Nos transportes por cabo, a capacidade de passageiros, comprimento, velocidade da linha são características a considerar.

Na Tabela 5 podem-se verificar algumas das características dos transportes por cabo.

Tabela 5 – Comparação entre tipos de transportes por cabo (Ghada, 2017).

	Teleférico de Pêndulo		Teleférico de Gôndolas		
	Simplex	Duplo	Mono-cabo	Bi-cabo	Tri-cabo
Foto ilustrativa					
Capacidade da cabine	Grande 20-200 passageiros	Grande Mais de 200 passageiros	Pequeno - Médio 4-15 passageiros	Pequeno - Médio 4-15 passageiros	Pequeno - Médio Mais de 35 passageiros
Capacidade da linha	500-2800 Passageiros por hora por direção	Mais de 2000 passageiros por hora por direção	Mais de 3000 passageiros por hora por direção	Mais de 3600 passageiros por hora por direção	Mais de 6000 passageiros por hora por direção
Tipo de cabo	Um ou dois cabos de suspensão e um cabo de tração	Um ou dois cabos de suspensão e um cabo de tração	Um cabo de suspensão e tração	Um cabo de suspensão e um cabo de tração	Dois cabos de suspensão e um cabo de tração
Pinças	Pinça fixa	Pinça fixa	Pinça desacoplada	Pinça desacoplada	Pinça desacoplada
Velocidade	Mais de 43.2 km/h	Mais de 27 km/h	Mais de 21.6 km/h	Mais de 21.6 km/h	Mais de 30.6 km/h
Custo/km (\$M)	15-25	20-25	5-10	10-20	15-25
Máximo Nº de terminais	3 estações terminais	Várias estações	Várias estações	Várias estações	Várias estações
Máxima distância entre torres	Menos de 1000 m	Menos de 1000 m	350 m	700 m	3000 m
Volta	Um para ida e volta	Um para ida e cabo de volta	Circulação contínua	Circulação contínua	Circulação contínua
Circulação para voltar	O mesmo cabo de tração para o sentido inverso.	Cada cabine tem o seu próprio cabo de tração	Este sistema consiste num cabo que se movimenta entre 2 estações terminais de forma circular.		

O Teleférico de Gaia pertence ao grupo dos teleféricos de gôndolas mono-cabo, curto, e é considerado um meio de transporte urbano que apresenta as seguintes características:

- Duração da Viagem: Aproximadamente 5 minutos.
- Percurso: 600 metros.
- Velocidade Média: Até 4 m/s (metros por segundo).
- Inclinação média: 9,1%.
- Vão máximo: 396 m.
- Cota mínima: 4,5 m (Estação baixa, junto ao mercado Municipal do Cais de Gaia).



- Cota máxima: 63 m (Junto ao jardim do Morro na Av. da República).
- Capacidade de transporte: 850 pph (pessoas por hora).
- Número de passageiros por veículo: 8.
- Veículos: 14.

Os meios de transporte, como qualquer atividade humana, geram impactos ambientais. Teleférico de Gaia é um meio de transporte de passageiros com baixa taxa de emissões de dióxido de carbono, quando comparado com o transporte de passageiros em veículos privados (ver Figura 5). Os carros são os maiores poluentes, já que perfazem 60,7% do total das emissões de dióxido de carbono em transportes rodoviários na Europa (Parlamento Europeu, 2019).

A principal energia necessária para transportar os passageiros nos transportes por cabo é a energia elétrica, sendo o motor de acionamento o principal consumidor dessa mesma fonte. As características do motor do Teleférico de Gaia são as seguintes: 87Kw (116 cv) – $\cos \phi$ 0,83. Na Figura 6 podemos verificar a fontes de energia num período específico no qual é fornecida a energia para o Teleférico de Gaia.

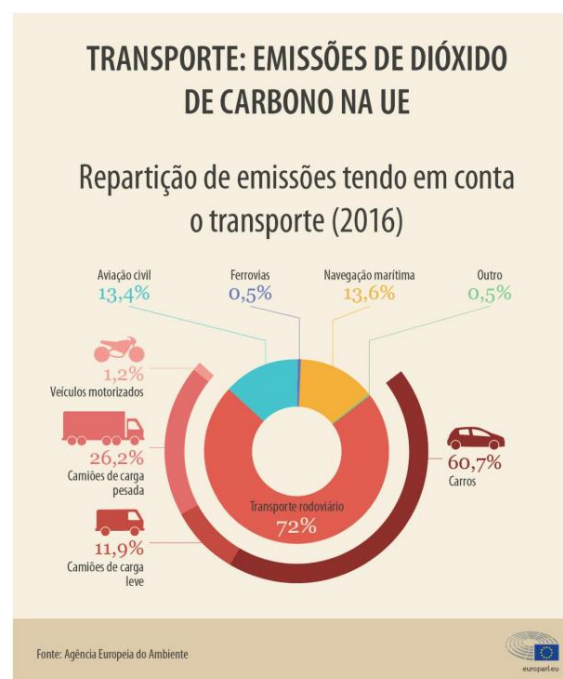


Figura 5 – Emissão de dióxido de carbono na EU (Parlamento Europeu, 2019).



FONTES DE ENERGIA

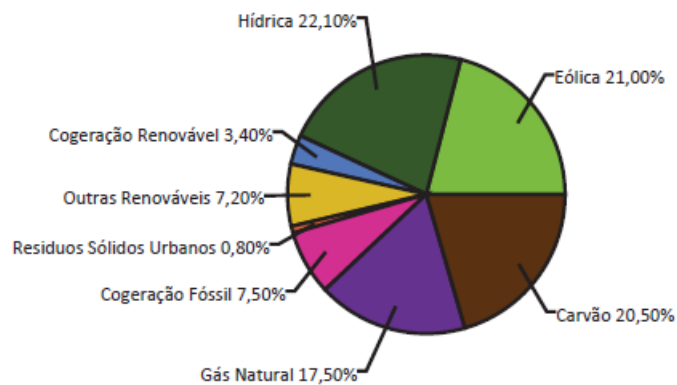


Figura 6 – Emissão de CO₂ associada aos consumos de energia entre o dia 24-05-2019 a 23-06-2019. A informação apresentada corresponde ao mix anual de fontes de energia do 2º trimestre 2019 (ERSE, 2019).

Considerando a fatura de eletricidade entre os dias 24-5-2019 e 23-06-2019, o resultado calculado para o valor de gCO₂ por passageiro por Quilometro transportado foi de 46,7gCO₂/passageiro/km.

O valor de emissões pode variar por diferentes fatores sendo os principais os seguintes: Consumo de energia elétrica que depende da velocidade e do número de passageiros transportados.

3.2 Modelos de teleféricos

3.2.1 Telecabine (Teleférico de gôndolas)

É um tipo de teleférico com múltiplas cabines fechadas, podendo o tamanho das cabines diferir desde pequenas cabines com lotação para duas pessoas, a grandes cabines com capacidade para vinte pessoas. As mais modernas, também designadas por gôndolas, usam um sistema mono-cabo, ou seja, o mesmo cabo tem a função de transporte e de suporte do peso da cabine e dos seus passageiros. Algumas gôndolas mais antigas usam um sistema bi-cabo, em que um cabo suporta o peso da cabine e dos seus passageiros e outro cabo é responsável pelo movimento da cabine (Doppelmayr, 2019).



3.2.2 Telecesta

Mecanicamente e operacionalmente as telecestas tem um funcionamento idêntico a telecabines. A principal diferença é que a cabine é aberta e os passageiros são transportados de pé em vez de sentados. Estes sistemas têm tendência a ser de curtos percursos, tendo como principal função a movimentação de pessoas (Doppelmayr, 2019).

3.2.3 Telesquis

São designados teleféricos de superfície e muito utilizados em áreas de prática de esqui para transportar os esquiadores sobre a neve até ao topo das pistas. A carga e descarga podem ser efetuadas em qualquer ponto entre os terminais (Doppelmayr, 2019).

3.2.4 Telecadeira

Todo o tipo de teleféricos abertos em que os passageiros são transportados em cadeiras. As cadeiras podem ter pés de descanso e barras restritivas (não confundir as barras restritivas com as barras de segurança (Doppelmayr, 2019).

3.2.5 Funitel

Um novo tipo de teleférico que consiste numa tecnologia mono-cabo “dual”, ou seja, as cabines são assentes em dois cabos, ambos com função de portador-motor. Os cabos impedem uma inclinação das cabines com a incidência do vento resultando numa altíssima estabilidade, operação sem problemas, mesmo com elevadas velocidades do vento de até 100 km/h e grandes comprimentos entre apoios. Graças a uma suspensão especial a ar nas cabines, é sempre garantido um conforto elevado de deslocamento, mesmo para velocidades de deslocamento de até 7 m/s (Doppelmayr, 2019).



3.3 Vantagens e desvantagens do meio de transporte por cabo

O transporte por cabo tem muitas vantagens em comparação com outros meios de transporte de passageiros, utiliza energia limpa (elétrica), apresenta altos níveis de segurança para os passageiros e operação com baixo ruído. A característica mais importante é que o transporte por cabo pode ser instalado no ar sobre ruas em áreas urbanas, independente do congestionamento rodoviário. No entanto, os transportes por cabo, apesar das vantagens, ainda não podem alcançar certas características que outros meios de transporte alcançam, como capacidade ou número de passageiros por hora. (Tezak et al., 2016).



4 Sistema de Apoio à Decisão para a Implementação do Transporte por Cabo e Configurações

Ao longo deste capítulo é realizado o seguimento dado para o desenvolvimento do sistema de apoio à decisão, baseado em modelos de simulação.

Inicialmente, são descritas as opções de parametrização do modelo de simulação no ponto de vista do utilizador. De seguida, é demonstrada a animação do modelo e explicação dos diferentes tipos de opções disponíveis. Por fim, apresenta-se o desenvolvimento base do modelo de simulação, as diferentes fases durante o desenvolvimento do projeto e explicação dos grupos de blocos configurados.



4.1 Descrição do problema

Verificando-se que na fase de projeto possam surgir algumas dúvidas quanto à configuração do meio de transporte por cabo a implementar, e ou a alterar ou implementar configurações diferentes em meios de transporte já existentes, poderá ser utilizado o *software* de simulação ARENA, de forma a auxiliar a tomada de decisão, com base em simulações o mais aproximado da realidade.

4.2 Sistema de apoio à decisão

O sistema de apoio à decisão é apresentado como uma interface gráfica, desenvolvida com recurso ao *Visual Basic for Application* (VBA) do ARENA, que permite ao utilizador configurar e parametrizar variáveis ou dados necessários para a simulação do modelo de uma forma simples e intuitiva.

A página inicial (Figura 7) permite inserir todos os dados necessários para iniciar o modelo de simulação.

Figura 7 – Interface Gráfica: Página inicial (ARENA).

Esta ferramenta permite visualizar e inserir parâmetros que definem o tipo de transporte por cabo a simular, sendo que os resultados e a análise destas simulações proporcionam ao



utilizador uma tomada de decisão baseada em tentativas e comparação dos resultados dos modelos testados.

Este pode ser entendido pelo seguinte fluxograma descrito na Figura 8.

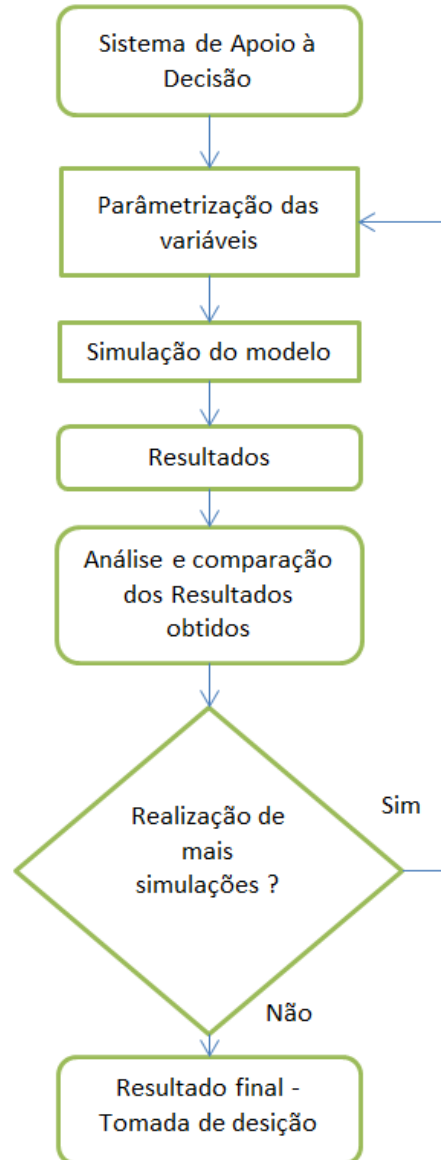


Figura 8 – Fluxograma para apoio à tomada de decisão.

Com o botão “Configurações Teleférico de Gaia” e “Configurações Teleférico do Funchal” é possível visualizar os parâmetros existentes equivalentes ao sistema real, e simular os respetivos modelos que mostram os resultados e a animação para o transporte por cabo de passageiros do Teleférico de Gaia e do Teleférico do Funchal.

No botão “Novas configurações” é possível editar os parâmetros do transporte por cabo.



4.3 Animação

A animação do modelo de simulação tem como objetivo a representação dinâmica animada do transporte por cabo, baseado nos parâmetros configurados na página inicial. Esta animação serve para se perceber se os parâmetros inseridos vão ao encontro do esperado de uma forma fácil e intuitiva. A animação cria confiança. Ver o sistema a mudar dinamicamente ao longo do tempo, com visuais realistas, inicia uma concordância com os decisores. Um modelo válido, apoiado por dados reais e animação atraente, ajudará líderes a tomar decisões (Laroque et al., 2012). As animações gráficas, quer nos blocos, quer com as imagens e nas variáveis permitem detetar erros no desenvolvimento do modelo de simulação.

No desenvolvimento do modelo de simulação foram usados os seguintes blocos animados do ARENA: O bloco *Station*, *Distance*, *Queues*, *Transporter* e *Entitys*. O bloco *Station* define uma estação que corresponde a um local físico, esta tem como finalidade representar as estações do sistema real, sendo estas as seguintes:

- Entrada e saída da estação Motriz (estação de acionamento).
- Entrada e saída da estação intermédia.
- Entrada e saída da estação de retorno.
- Estação de estacionamento dos veículos.

O bloco *Distance* define uma distância entre 2 estações, que fazem parte de um conjunto de distâncias para um transportador, esta tem como função interligar cada estação entre si como se fosse o cabo portante do transporte por cabo. Esta distância varia dinamicamente, e é ajustada a animação também em função da velocidade dos veículos entre as estações. O bloco *Queues* permite animar filas definidas no modelo, ou seja, mostra a quantidade limitada graficamente de passageiros ou entidades existentes nas filas de espera para o embarque nas estações. O bloco *Transporter* permite animar o veículo transportador (cabines) com os passageiros (entidades) de uma forma dinâmica e próxima da realidade. O bloco *Entity* corresponde à animação gráfica dos passageiros a transportar no modelo.

No modelo desenvolvido no ARENA a animação dos veículos, ligação física (cabo portante), passageiros em espera nas filas e os passageiros em movimento é possível e está apresentado na Figura 9 uma cópia de um momento durante a simulação de um exemplo.

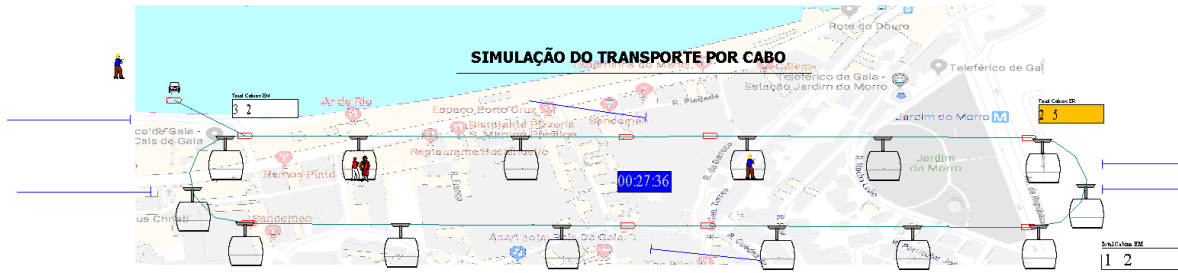


Figura 9 – Exemplo da animação do modelo desenvolvido.

Os símbolos vermelhos da Figura 9 identificam a entrada e/ou saída da estação, a verde as ligações entre as estações, a azul as filas de espera, e o transportador é um desenho de um veículo que pode ter dentro entre 0 e 8 passageiros (entidades) desenhados.

4.4 Modelo lógico

A partir da informação, características e meio de transportes por cabo foi desenvolvido um modelo que simula um sistema real de um transporte de passageiros em veículos por cabo. Este modelo foi desenvolvido pelo *software* ARENA e na Figura 10 podemos visualizar os conjuntos de blocos utilizados.

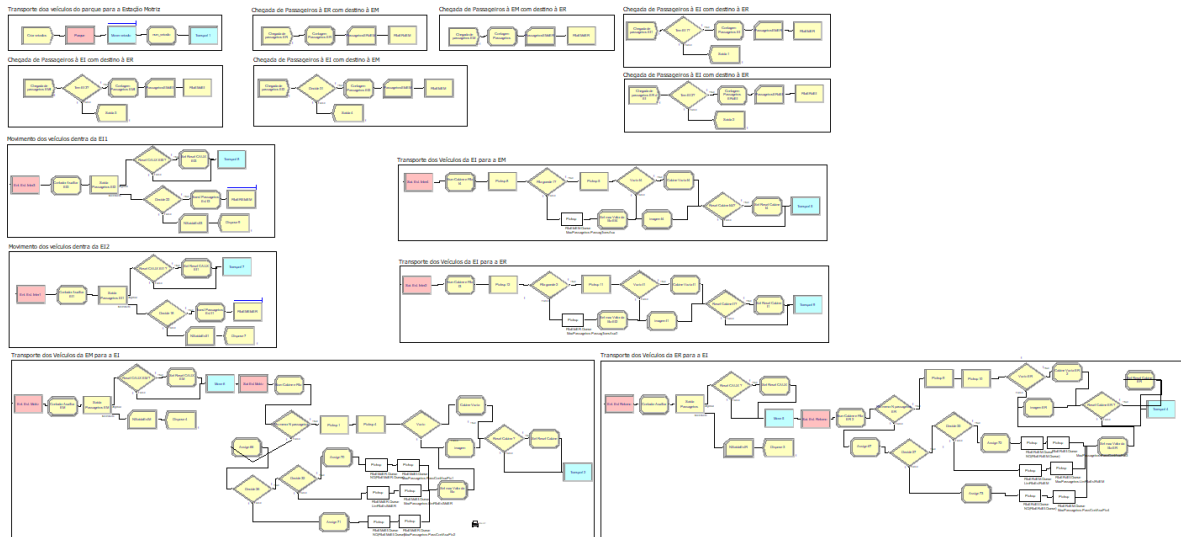


Figura 10 – Conjunto de blocos do modelo final de Simulação Desenvolvido com Recurso ao *Software* ARENA.



Nos pontos a seguir são explicadas as fases de desenvolvimento realizadas, tendo seguido a seguinte ordem:

- **1ª Fase:** Criação de veículos do parque até à saída da estação motriz.
- **2ª Fase:** Criação de entidades “Passageiros” nas estações.
- **3ª Fase:** Criação do movimento dos veículos com ou sem passageiros entre estação terminal e estação intermédia.
- **4ª Fase:** Criação do movimento dos veículos com ou sem passageiros entre a estação intermédia e a estação terminal.
- **5ª Fase:** Formulários do VBA do ARENA.
- **6ª Fase:** Código VBA.

Na Figura 11 estão identificados os nomes e o local das estações criadas no modelo do ARENA, que vão servir para explicar e se entender parâmetros de configuração dos blocos, que vão configurar a animação e o resultado do modelo.

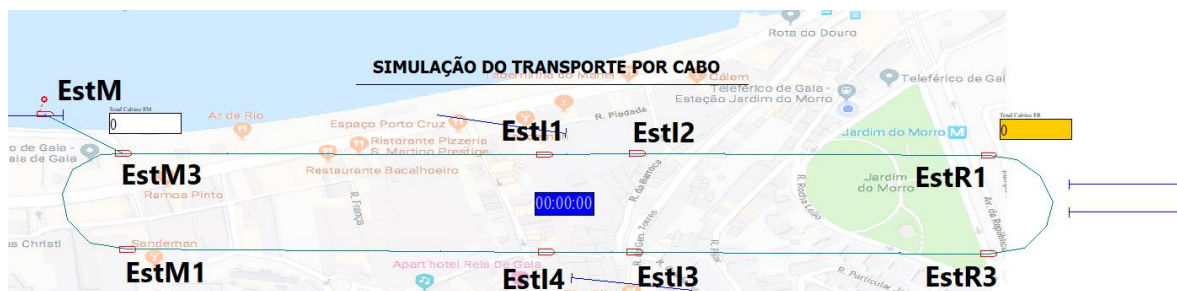


Figura 11 – Exemplo do modelo animado desenvolvido com o nome das estações.

1ª Fase: Criação de veículos do parque até à saída da estação motriz.

Nesta fase o objetivo foi criar veículos, e fazer o transporte do veículo da estação parque até à estação saída da estação motriz. Para se fazer isto utilizaram-se os blocos (*Create, Station, Allocate, Assign e Transport*) como se pode ver o conjunto de blocos na Figura 12.

Transporte do veículo do parque para a Estação Motriz

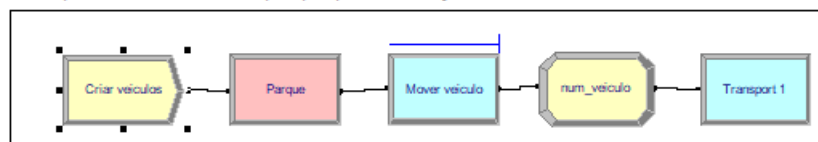


Figura 12 – Conjunto de Blocos que criam as entidades veículos.



O bloco *Create* tem como função a criação de entidades. Como se pode ver na Figura 13, o tipo de entidade é “Cabines” que corresponde aos veículos, sendo que neste exemplo estas são criadas em intervalos constantes de 51 segundos até um máximo de ‘MaxV’ que corresponde ao número total de veículos.

Figura 13 – Parâmetros do bloco *Create* “Criar veículos”.

O segundo bloco, *Station*, define a estação parque, onde as entidades serão criadas e onde está representado a origem da entidade “Cabines”. O terceiro bloco “*Allocate*” atribui um transportador “Veículo” à entidade “Cabines” sem o mover (ver Figura 14). O quarto bloco “*Assing*” permite atribuir valores às entidades criadas, sendo que neste conjunto vão se atribuir números sequenciais a iniciar em 1, aos veículos criados (ver Figura 15). O último bloco vai ser responsável pelo movimento da entidade criada da estação de origem (Parque - EstM) até à estação de destino, que neste caso é a saída da estação motriz (EstM3).

Figura 14 – Parâmetros do bloco *Allocate* “Mover veículo”.



Figura 15 – Parâmetros do bloco *Assign* “num_veiculo”.

Na Tabela 6 estão identificados os códigos e números atribuídos a cada estação.

Tabela 6 – Nome das Estações utilizadas no ARENA.

Nome da Estação	Lado da Estação	Código	Número	Nome no ARENA
Estação Motriz	Entrada	EM	3	EstM3
	Saída			EstM1
Estação Retorno	Entrada	ER	1	EstR3
	Saída			EstR1
Estação Intermédia	Entrada	EI	2:4	EstI1:EstI3
	Saída			EstI2:EstI4

2ª Fase: Criação de entidades “Passageiros” nas estações.

O conjunto de blocos representado na Figura 16 serve para simular a entrada de passageiros numa estação, e que estes fiquem em espera na fila a aguardar embarcar num veículo. O primeiro bloco *Create* cria a entidade “passageiros” (ver Figura 17), a quantidade e a frequência com que estes são criados é do tipo *Schedule* e está explicado na página 52. O bloco seguinte, *Assign*, atribui um número de destino a todas as entidades criadas (Figura 18). O bloco *Record*, efetua a contagem dos passageiros (Figura 19), e no final do conjunto está o bloco *Hold*, que é responsável por atribuir um nome à fila de entidade passageiros que aguarda serem libertados (ver Figura 20). O conjunto representado na Figura 21 é idêntico ao da Figura 16, sendo que antes de atribuir entidade de destino e a contagem, verifica se está previsto existir estação intermédia. Esta decisão



resulta do bloco *Decide*, que verifica se variável “AuxComEI” é igual a 1 para decidir se tem ou não estação intermédia (ver Figura 22).

Chegada de Passageiros à ER com destino à EM

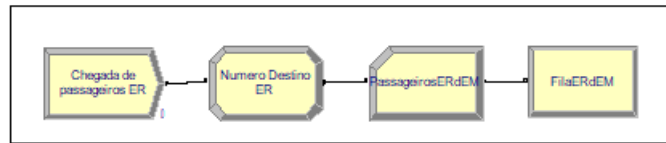


Figura 16 – Conjunto de Blocos que criam as entidades “Passageiros”.

Figura 17 – Parâmetros do bloco *Create* “Passageiros”.

Figura 18 – Parâmetros do bloco *Assign* “Número destino ER”.

Figura 19 – Parâmetros do bloco *Record* “PassageirosERdEM”.



Hold ? X

Name: FilaERdEM Type: Infinite Hold

Queue Type: Queue

Queue Name: FilaERdEM.Queue

OK Cancel Help

Figura 20 – Parâmetros do bloco *Hold* “FilaErdEM”.

Chegada de Passageiros à EI com destino à EM

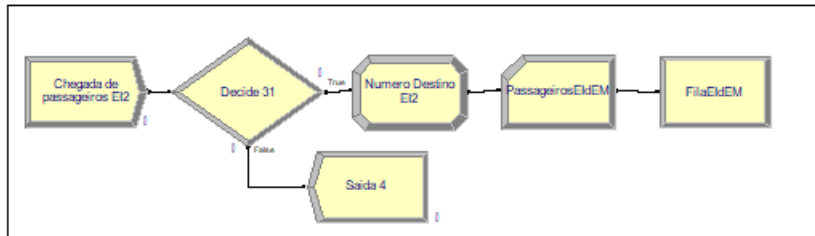


Figura 21 – Conjunto de Blocos que criam as entidades “Passageiros” nas EI’s.

Decide ? X

Name: Decide 31 Type: 2-way by Condition

If: Variable Named: AuxComEI Is: ==

Value: 1

OK Cancel Help

Figura 22 – Parâmetros do bloco *Decide* “Decide 31”.



A Tabela 7 identifica e explica designações das filas de espera de passageiros dos conjuntos de blocos desenvolvidos para criar passageiros nas estações.

Tabela 7 – Nome das Filas de Passageiros.

Designação da fila	Estação de origem	Estação de origem	Número de Destino
FilaEMdER	EM	ER	1
FilaERdEM	ER	EM	3
FilaEIdEM	EI	EM	3
FilaEMdEI	EM	EI	2
FilaERdEI	ER	EI	4
FilaEIdER	EI	ER	1

Opção Schedule – Este módulo de dados (ver Figura 23) permite definir um esquema de exploração de um recurso utilizado no módulo *Create* (ver Figura 17), para definir um cronograma de chegada de passageiros. A configuração inclui um valor para uma duração (em horas), e um valor de entidades (passageiros) que serão criadas nessa duração (ver Figura 24). Optou-se por permitir parametrizar 8 durações cíclicas para cada estação que permita embarque de passageiros. Na simulação ARENA a taxa de chegada de passageiros configurada repete-se após concluído o ciclo parametrizado. Um exemplo está apresentado na Figura 25 que representa a frequência de chegada dos passageiros à estação motriz (EM).

Para que este módulo funcione foi necessário configurar o módulo *File*.

O módulo *File* (ver Figura 26) inclui o acesso a arquivos externos através do módulo *ReadWrite*. Este módulo identifica o nome e caminho do ficheiro do sistema a ser consultado, sendo que esta consulta é necessária para ler os tempos e a quantidade de passageiros que estão criados numa tabela dentro de uma folha *excel*. Os nomes das tabelas no *excel* são idênticos aos configurados na janela da Figura 27.

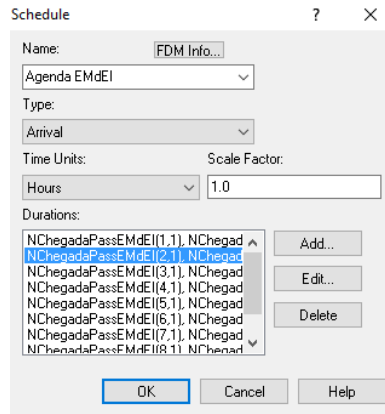


Figura 23 – Parâmetros do bloco *Schedule* da “Agenda EMdEI”.

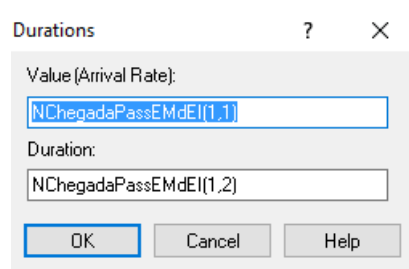


Figura 24 – Parâmetros de ligação com indicação da duração e valor da variável “NChegadaPassEMdEI”.

Chegada de Passageiros EM

	Chegadas por hora	Duração em horas
10:00	40	1
11:00	125	1
12:00	175	1
13:00	220	1
15:00	330	1
17:00	140	1
18:00	130	1
19:00	0	3

Figura 25 – Exemplo dos parâmetros de chegada de passageira EM.

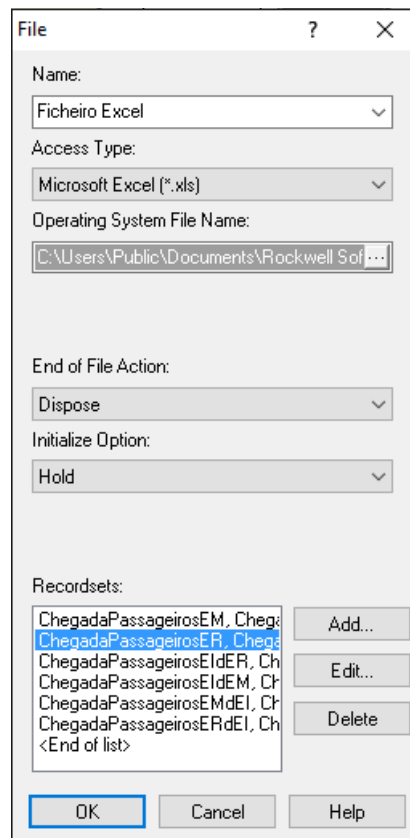


Figura 26 – Parâmetros do bloco *File* “Ficheiro Excel”.

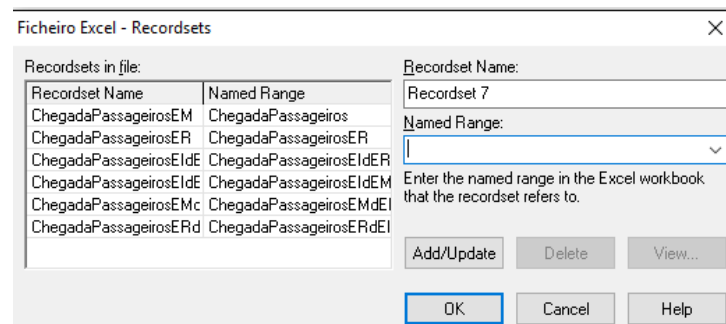


Figura 27 – Parâmetros do bloco *RecordSet*, pertencente ao bloco “Ficheiro Excel”.

3ª Fase: Criação do movimento dos veículos com ou sem passageiros entre estação terminal e estação intermédia.

Esta fase permite movimentar as entidades “Cabines” dentro da estação, ou seja sem passageiros e o movimento dos veículos com passageiros de uma estação para uma estação intermédia.



Neste conjunto de blocos (ver Figura 28) está complementado com a saída de passageiros com origem noutra estação, e a gestão de entradas de passageiros para outra estação. Esta gestão é efetuada com variáveis auxiliares que permite o bom funcionamento do modelo. Esta gestão é necessária para limitar o número de passageiros por veículos. Além do limite de passageiros por veículos, podemos ter um limite de passageiros inferiores ao número máximo de passageiros por veículo. Isto acontece se houver uma estação intermédia. Por exemplo, se não houvesse limite e todos os passageiros que embarcassem numa estação de origem para uma estação de destino com passagem numa estação intermédia, os passageiros da estação intermédia nunca teriam hipótese de embarcar devido e estas estarem no limite de passageiros.

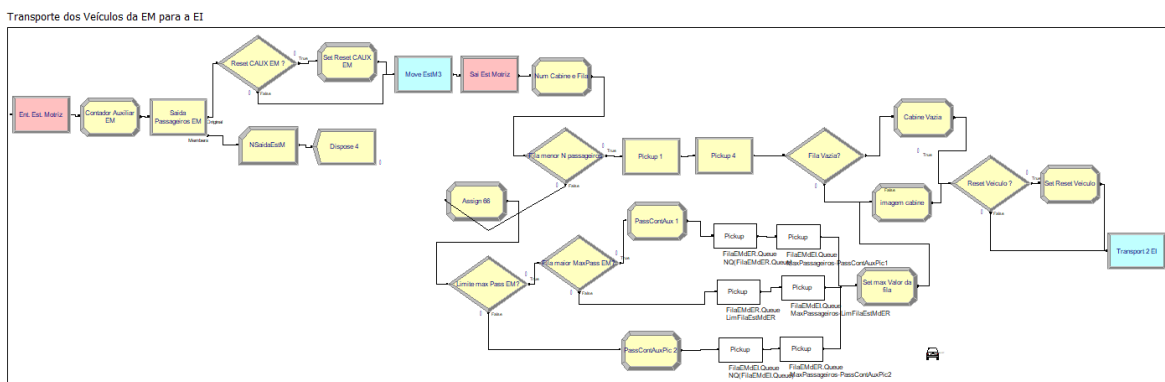


Figura 28 – Conjunto de blocos que permite o movimento dos veículos dentro de uma estação e da saída da estação para uma estação intermédia.

No primeiro bloco *Station* define a entrada de uma estação, o segundo bloco *Assign* atribui um valor sequencial a uma variável auxiliar identificar o número do veículo. O terceiro bloco *Dropoff* é responsável por remover um determinado número de entidade ‘Passageiros’ de um grupo de entidade (veículo + passageiros) (ver Figura 29). A entidade ‘Cabine’ segue para a saída da estação sem passageiros. Para isso foi necessário passar pelo bloco *Decide* “Reset CAUX EM?”. Este bloco vai verificar se o número do veículo é maior que o número total de veículos. Se sim, reinicia o número do veículo. De seguida utiliza-se o bloco *Move* para o mover para a saída da estação. A partir do bloco *Station* que define a saída da estação vai se iniciar um conjunto de blocos *Decide* e de blocos *Assign* que vão permitir a gestão dos passageiros a embarcar. A explicação destes blocos é facilitada com o fluxograma da Figura 31. Durante este processo foi necessário utilizar o bloco *pickup* (Figura 30), sendo que este bloco permite remover um número de entidades consecutivas de uma fila de dados a partir de uma ordem especificada na fila. Finaliza,



com o transporte do veículo com ou sem passageiro até à estação intermédia com o bloco *Transport*. Este bloco permite a definição de transportadores livres ou guiados para uma entidade que se move de uma estação para outra (ver Figura 32) numa determinada distância.

The screenshot shows a dialog box titled "Dropoff" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields:

Name:	Quantity:
Saida Passageiros EM	ValorFila10(ContAUX2)
Starting Rank:	Member Attributes:
1	Take All Representative Values

At the bottom, there are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Figura 29 – Parâmetros do bloco *Dropoff* “Saida Passageiros EM”.

The screenshot shows a dialog box titled "Pickup" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields:

Name:	Quantity:
Pickup 1	NQ(FilaEMdER.C)
Queue Name:	Starting Rank:
FilaEMdER.Queue	1

At the bottom, there are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Figura 30 – Parâmetros do bloco *Pickup* “Pickup 1”.

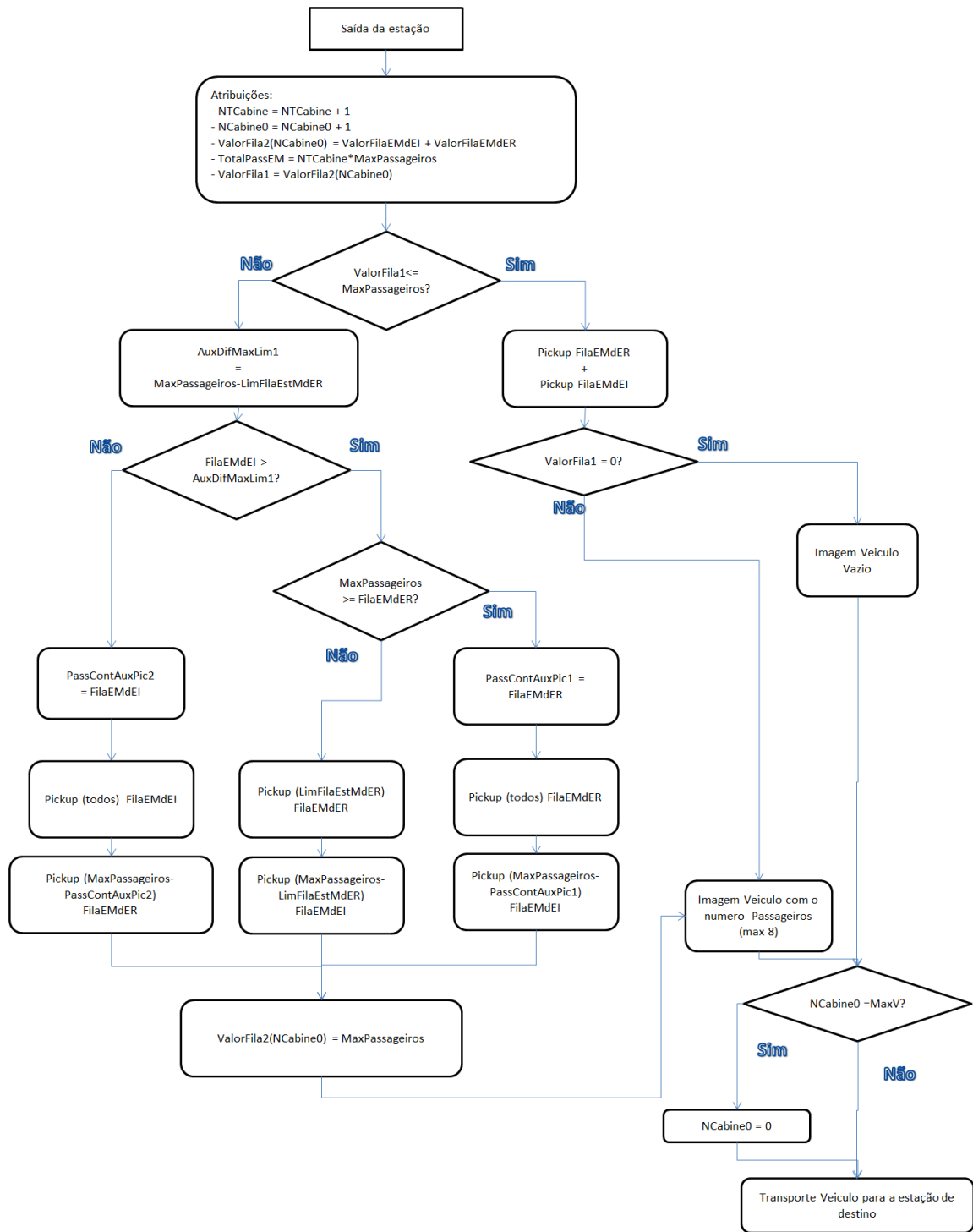


Figura 31 – Fluxograma lógico Transporte Estação EM destino EI.



Figura 32 – Parâmetros do bloco *Transport* “Transport 2 EI”.

O bloco *Transporter* (ver Figura 33) define o nome do transportador, algumas parametrizações como a sua velocidade, unidades de transportadores e distâncias associadas.

Figura 33 – Parâmetros do bloco *Transporter* “Veiculo”.

As distâncias parametrizadas entre as estações e que estão vinculadas ao transportador estão configuradas no bloco *Distance* (ver Figura 34).



	Beginning Station	Ending Station	Distance
1	EstR1	EstR3	30
2	EstM1	EstM3	30
3	EstM3	EstI1	300
4	EstR3	EstI3	300
5	EstM	EstM3	10
6	EstI3	EstI4	1
7	EstI1	EstI2	1
8	EstI4	EstM1	300
9	EstI2	EstR1	300
10	EstM1	EstR3	1000

Double-click here to add a new row.

Figura 34 – Parâmetros do bloco *Distance*.

4ª Fase: Criação do movimento dos veículos com ou sem passageiros entre a estação intermédia e a estação terminal.

O conjunto de blocos que é representado na Figura 35 serve para movimentar os veículos entre a saída da estação intermédia até à entrada da estação de destino. Nesta fase será feito o embarque (*pickup*) dos passageiros com destino à estação de destino. Estes passageiros podem ser provenientes da estação de motriz (filaEMdER), da estação de retorno (FilaERdEM), e também podem ser da estação intermédia (FilaEIIdEM) e (FilaEIIdER).

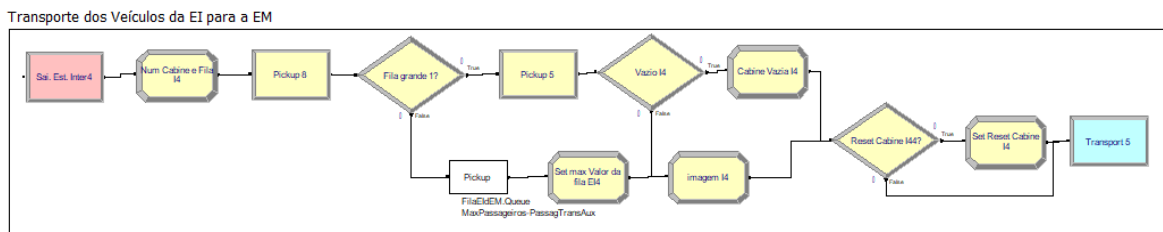


Figura 35 – Conjunto de blocos que permitem o movimento dos veículos sem passageiros entre a estação de entrada da estação intermédia e a sua saída.

Estes conjuntos de blocos podem ser facilmente interpretados no fluxograma da Figura 36.

Caso não esteja previsto estação intermédia, a parametrização da distância entre as estações é 1 (valor mínimo de distancia admissível no arena, que corresponde a 1 metro), e não há passageiros em espera na fila dessas estações.

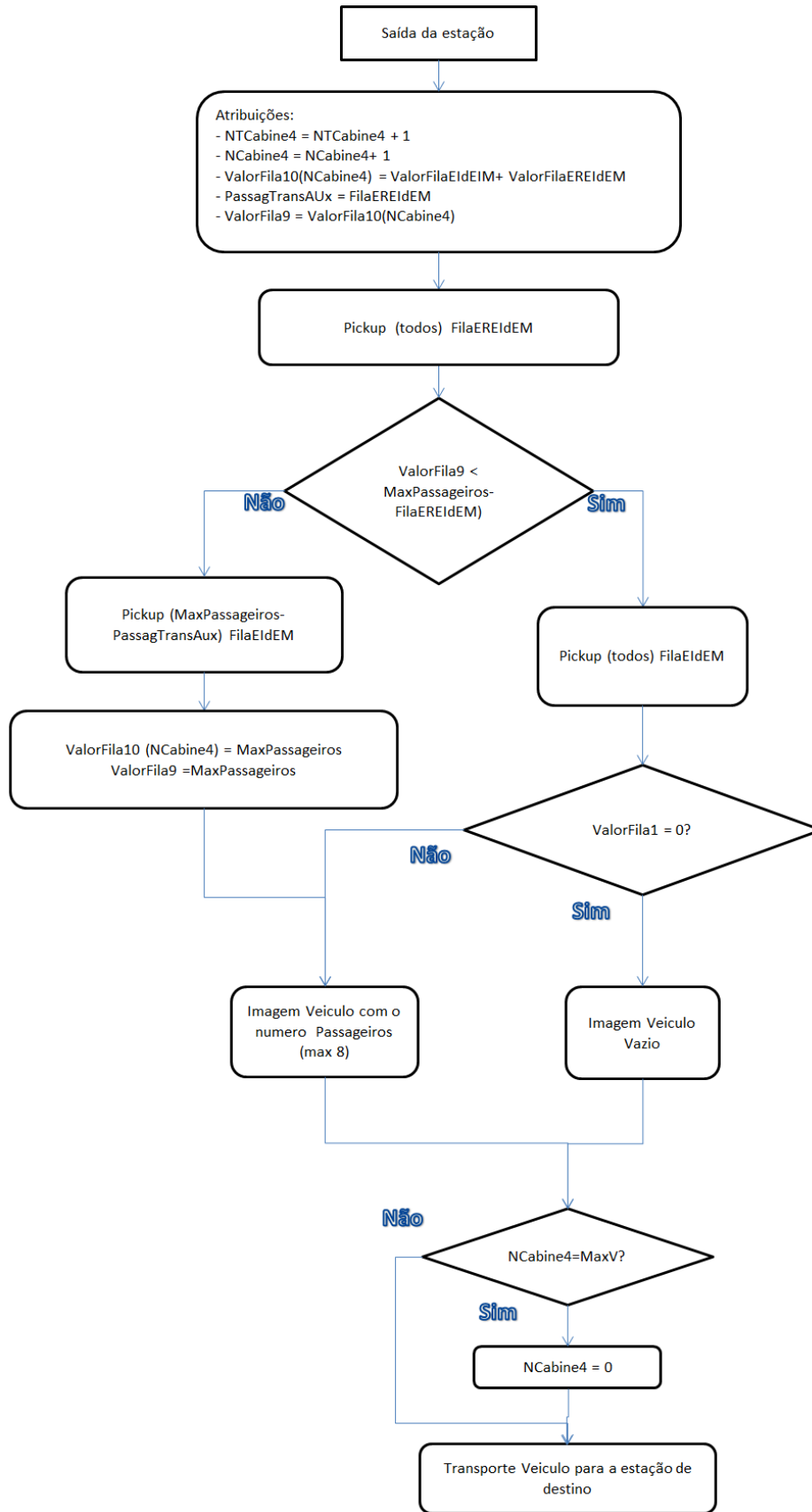


Figura 36 – Fluxograma lógico Transporte Estação EI destino EM.



5ª Fase: Formulários do VBA do ARENA:

Os formulários em VBA permitem ao utilizador introduzir dados numa janela com ajuda de caixas de textos, botões, textos e imagens.

Na Figura 37 pode-se ver a janela criada a partir de um formulário do VBA do ARENA. Este vai permitir ao utilizador inserir os dados que pretende para iniciar a simulação.

Figura 37 – Janela inicial desenvolvida em VBA (Formulários).

Esta janela é composta por 4 partes:

- **1ª Parte:** Parâmetros de transporte por cabo.
- **2ª Parte:** Parâmetros de simulação.
- **3ª Parte:** Escolha do tipo de transporte por cabo.
- **4ª Parte:** Botão para iniciar a simulação.

1ª Parte: Parâmetros de transporte por cabo:

- Distância em metros entre a estação motriz (EM) e estação intermédia (EI), ou caso não tenha intermédia, estação de retorno (ER).



- Distância em metros entre a estação intermédia (EI) e a estação de retorno. Caso tenha intermédia.
- Distância em metros entre a entrada e saída na própria estação (motriz ou retorno), ou seja, o veículo movimenta-se dentro da estação uns metros, o suficiente para os passageiros saírem e outros entrarem. Não está previsto haver paragens de veículos.
- Distância em metros entre a entrada e saída na própria estação intermédia, ou seja, o veículo movimenta-se dentro da estação uns metros, o suficiente para uns passageiros saírem e outros entrarem. Não está previsto haver paragens de veículos.
- Velocidade – Este parâmetro serve para simular a velocidade do transportador, ou seja dos veículos todos fora das estações.
- Velocidade dentro das estações – Este parâmetro serve para simular a velocidade dentro das estações do transportador, ou seja dos veículos todos dentro da estação. Este normalmente é mais devagar do que na linha.
- Número de veículos – Define o número de veículos que o transportador vai ter.
- Número máximo de passageiros por veículos – Este serve para atribuir um número máximo de passageiros por veículos.

Caso a opção “Com estação intermédia esteja ativa” é possível parametrizar o número máximo de passageiros a embarcar na estação motriz com destino à estação de retorno e vice-versa. Por exemplo, se a opção “Número máximo de passageiros a embarcar para ER” for 8, isto quer dizer que se o limite máximo de passageiros por veículo é 8, ou seja, o veículo pode ir lotado desde a estação de origem EM até à estação de destino ER, sendo que não embarca nunca ninguém que tenha como destino a estação intermédia. No subcapítulo 5.2.3 está explicado o resultado desta opção.

2ª Parte: Parâmetros de simulação:

- Tempo total de simulação – Este corresponde ao tempo de simulação. Por defeito é de 600 minutos, ou seja 10 horas de funcionamento, que corresponde a um dia normal de funcionamento diurno de um transporte por cabo de passageiros.
- Replicações – Este elemento especifica o número de simulações a replicar.

**3ª Parte:** Escolha do tipo de transporte por cabo.

Existem 2 botões que inserem os parâmetros existentes para simular o teleférico de gaia, e o teleférico do funchal. Há hipótese de se inserir novas configurações pressionando o botão “Novas Configurações”. Também é possível definir o modelo de transporte, se vai ser com gôndolas ou de pêndulo, este segundo está limitado a 2 veículos de vai e vem, mas com capacidade superior de passageiros em comparação com o de gôndolas. Estes são os mais usados apesar de transportarem menos passageiros.

4ª Parte: Botão para iniciar a simulação.

Botão “iniciar a simulação” para iniciar a simulação no ARENA.

6ª Fase – Código VBA.

VBA é uma ferramenta que pode ser usada no ARENA para dar controlo a variáveis usadas no modelo. O VBA atua como uma linguagem de programação ao serviço do utilizador, permitindo a criação de funções para alterar variáveis de processo do ARENA e do modelo criado.

Nesta fase foi desenvolvido o código VBA do ARENA para alterar os parâmetros na simulação do modelo desenvolvido. Este está dividido em 2 partes: Código nos objetos da janela inicial (Figura 37) e o código do modelo criado. O código utilizado na janela inicial serve para animar, definir e parametrizar propriedades dos objetos utilizados na página inicial, como por exemplo alterar cores de fundo, alterar propriedades de visibilidade de objetos, inserir valores nas caixas de textos. Ver Anexo A.

A segunda parte foi desenvolvida com código para ler os dados da janela e alterar parâmetros associados a programa ARENA. Ver Anexo A.



5 Validação do Sistema de Apoio à Decisão, Experimentação e Análise dos Resultados

Ao longo deste capítulo é realizada a validação do modelo de simulação apresentado, sendo posteriormente, apresentados os resultados relativos ao trabalho desenvolvido.

5.1 Validação do Modelo Desenvolvido

Os cálculos de métricas estatísticas comparam um conjunto de valores estimados ou preditos, proporcionados por um modelo, com dados reais de um sistema e assim podem determinar quão bem o modelo estimado pode fazer previsões próximas à realidade. A fase de validação do modelo do transporte por cabo com os valores provenientes do sistema real é muito importante. Os dados do sistema real provêm de sistemas já existentes, como o Teleférico de Gaia e o Teleférico do Funchal, que não têm estação intermédia.



Na Tabela 8 estão apresentadas as principais variáveis utilizadas no modelo de simulação ARENA e respetiva descrição.

Tabela 8 – Variáveis principais do modelo de simulação.

Variáveis	Descrição
NCabine	Contagem de passagem de veículos na estação motriz
NCabine2	Contagem de passagem de veículos na estação de retorno
TotalPassEM	Total de passageiros que poderia ter transportado com destino à estação motriz
TotalPassER	Total de passageiros que poderia ter transportado com destino à estação de retorno
PassageirosERdEM	Contagem de passageiros da estação de retorno com destino à estação motriz
PassageirosEMdER	Contagem de passageiros da estação motriz com destino à estação de retorno
PassageirosEIdER	Contagem de passageiros da estação intermédia com destino à estação de retorno
PassageirosEIdEM	Contagem de passageiros da estação intermédia com destino à estação motriz
PassageirosEMdEI	Contagem de passageiros da estação motriz com destino à estação intermédia
PassageirosERdEI	Contagem de passageiros da estação de retorno com destino à estação intermédia
NSaidaEstI3	Contagem da saída de passageiros na estação intermédia com origem na estação de retorno
NSaidaEstI1	Contagem da saída de passageiros na estação intermédia com origem na estação motriz
NSaidaEstM	Contagem da saída de passageiros na estação motriz
NSaidaEstR	Contagem da saída de passageiros na estação de retorno
FilaEMdER.Queue	Fila de espera de passageiros na estação motriz com destino à estação de retorno
FilaEMdEI.Queue	Fila de espera de passageiros na estação motriz com destino à estação intermédia
FilaEIdER.Queue	Fila de espera de passageiros na estação intermédia com destino à estação de retorno
FilaEIdEM.Queue	Fila de espera de passageiros na estação intermédia com destino à estação motriz
FilaERdEM.Queue	Fila de espera de passageiros na estação de retorno com destino à estação motriz
FilaERdEI.Queue	Fila de espera de passageiros na estação de retorno com destino à estação intermédia

5.1.1 Teleférico de Gaia

A validade do modelo para o Teleférico de Gaia foi realizada com dados idênticos aos existentes no real, e pelos resultados obtidos num dia aleatório passado. A diferença do modelo com o sistema real é que não é considerado o período de 15 minutos para abastecer a linha com os veículos que estão parqueados em ambas as estações, ou seja, 7 de cada lado.

As configurações do sistema real foram as apresentadas na Figura 38.



Início

TELEF Transportes por Cabo e Concessões, S.A.

Ferramenta de Apoio à Decisão - Simulação de Transporte por Cabo

isep Instituto Superior de Engenharia do Porto

Parâmetros de Transporte po cabo

Distância entre estação motriz e intermédia m

Distância entre entrada e saída da estação m

Distância entre entrada e saída da estação Intermédia m

Velocidade m/min

Velocidade dentro das estações m/min


Número de veículos


Número máximo de passageiros por veículo



Número máximo de passageiros a embarcar para ER

Número máximo de passageiros a embarcar para EM

Com Estação Intermédia

Configurações Teleférico de Gaia 

Configurações Teleférico do Funchal 

Novas Configurações

Parâmetros de Simulação

Tempo total de simulação min

Replicações

Iniciar Simulação

Figura 38 – Janela com os parâmetros de configuração do modelo (teleférico de gaia).

Os resultados da simulação estão apresentados na Tabela 9. Os resultados obtidos resultam de uns valores obtidos de um sistema real, no qual são valores registados diariamente num diário da instalação (Anexo B). O número de voltas de um sistema real é um cálculo do número de veículos que passaram por uma estação, que dividindo o total de passagem pelo número de veículos resulta um número total de voltas que o cabo realiza num dia de funcionamento igual ao tempo de simulação, ou seja de 10h, que corresponde a um dia normal de funcionamento do Teleférico de Gaia (10h-20h) em modo contínuo, sem paragens à mesma velocidade média usada na simulação. O número de passageiros serve para perceber que o sistema de simulação se apresenta sem erros, sendo que é aproximado de um dia real aleatório e é editado num ficheiro em *Excel* com um número de passageiros por hora a chegar às estações. Com estes resultados, e pela animação do transporte por cabo no ARENA podemos concluir que a variação dos resultados do transporte de passageiros é de cerca de 5%. Sobre o número de voltas esta é mais difícil de analisar, pois também não é fácil este ser medido com precisão no sistema real, isto porque uma volta do cabo portante é sempre um pouco mais curto que uma volta total de um veículo, sendo que esta diferença, ou margem de erro, nota-se mais em instalações mais curtas e também pelo tempo real de operação, sendo que, no real podemos nesse dia ter operado mais 10 ou 15 minutos para retirar os passageiros todos da linha e que, não é contabilizado.



Tabela 9 – Validação do modelo de simulação (teleférico de Gaia).

Variáveis	Sistema Real	Modelo de Simulação
Nº de Voltas	697	690
Nº Passageiros EM	1315	1379
Nº Passageiros ER	1728	1716

5.1.2 Teleférico do Funchal

A validade do modelo para o Teleférico do Funchal foi realizada para dados idênticos aos existentes do Teleférico do Funchal, e pelos resultados obtidos num dia aleatório passado. A diferença do modelo com o sistema real é que não é considerado o período de 40 minutos para abastecer a linha com os veículos que estão parquados na estação motriz. Normalmente só inicia a operação depois de estar a linha com os veículos todos e todas terem dado uma volta.

As configurações do sistema real foram as apresentadas na Figura 39.

Figura 39 – Janela com os parâmetros de configuração do modelo (teleférico de gaia).

Os resultados da simulação estão apresentados na Tabela 10. Com estes resultados, e pela animação do transporte por cabo no ARENA podemos concluir que a variação dos



resultados do transporte de passageiros é mínima, rondando os 5%. Sobre o número de voltas esta é mais difícil de analisar, pois também não é fácil este ser medido com precisão no sistema real.

Tabela 10 – Validação do modelo de simulação (teleférico do Funchal).

Variáveis	Sistema Real	Modelo de Simulação
Nº de Voltas	563	553
Nº Passageiros EM	1044	1131
Nº Passageiros ER	1499	1427

Com estes resultados podemos assumir a validação, tornando possível usar o modelo como ferramenta de apoio à decisão.

5.2 Análise de Resultados

A análise dos resultados pode ser definida como um estudo, análise e comparação dos resultados obtidos de diferentes configurações possíveis. Esta análise pode ter diferentes objetivos, sendo que a solução do problema depende do objetivo pretendido. Nos próximos testes vamos explicar as comparações e testes realizados. Foi realizada uma simulação em regime transiente com uma única replicação com um tempo de simulação de 10 horas e sem *warm up*. O período de 10h corresponde a um dia de operação máximo normal de um transporte por cabo, visto ser aconselhável este operar em lugares iluminados. Nos próximos testes realizados considerou-se que os passageiros podem embarcar logo que o veículo sai da estação motriz. Num sistema real é aconselhável começar o embarque depois de estarem os veículos todos na linha e terminar depois de desembarcar todos os passageiros. Nos testes realizados, não foram considerados os tempos de funcionamento sem embarcar passageiros, assim como, não foram considerados os passageiros remanescentes por desembarcar no final da simulação, sendo este um valor que pode ser considerado residual, uma vez que o desembarque destes passageiros é efetuado em apenas uma volta, sendo uma volta um valor residual comparativamente ao número total de voltas realizadas numa simulação.

5.2.1 Objetivo 1: Aumentar o número de passageiros a transportar

Existem pelo menos 2 formas de aumentar o transporte de passageiros entre 2 estações: Aumentando o número de veículos (Opção 1) ou aumentando a velocidade de circulação (Opção 2). Sendo que aumentar a velocidade tem um aumento de custo de manutenção e



torna a viagem mais rápida. O investimento num veículo transportador é considerável, sendo que a seu custo de manutenção se pode considerar residual. Considera-se que o aumento da velocidade tem mais custos em comparação com o número de veículos, notando-se mais consumo de energia, mais desgaste nas rodas e rolamentos das torres e instalações, entre outros equipamentos que tem desgaste pelo número de ciclos. As capacidades estão descritas na Tabela 5.

Estes valores podem ser analisados com ajuda do ARENA estando os resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Comparação dos resultados de um modelo para o aumento de passageiros no teleférico de gaia.

Variáveis	Existente (modelo simulação)	Opção 1	Opção 2
Velocidade (m/min)	150	150	180
Nº de veículos	14	16	14
Nº de saídas de veículos	693	791	829
Nº Max Passageiros EM	5544	6328	6224
Nº Max Passageiros ER	5488	6256	6168
Tempo de viagem (min)	6,06	6,07	5,07
Custos de Manutenção	-	Igual	Superior
Consumos energéticos	-	Igual	Superior
Custos de Investimento	-	Superior	Igual

Com esta análise podemos perceber que a decisão pode variar, sendo esta sujeita a uma análise de investimento, despesas de transportes e tempos de viagens. Por exemplo o tempo de viagem para um transporte turístico pode ser importante. No Anexo C estão apresentados os relatórios da simulação do ‘Objetivo 1’ do ARENA.

5.2.2 Objetivo 2: Ajustar a quantidade de veículos para um novo transporte por cabo

Existem pelo menos 2 formas de ajustar o número de veículos no transporte de passageiros entre 2 estações. O valor da velocidade e o número da capacidade de passageiros foi ajustado nos 3 testes (teste 1, teste 2, teste 3) realizados para se obter um equivalente aproximado de número máximo de passageiros a transportar.

Para um mesmo ou um aproximado número de passageiros e velocidade, podemos ajustar a quantidade de veículos e este ter limite de transporte de passageiros por veículos diferentes. Com isto o resultado vai ser diferente. Neste teste foram considerados a mesma



velocidade de operação de 200 m/min que corresponde a 3.3 m/s para o teste 1 e teste 2 e 300 m/min (5m/s) para o teste 3.

Estes valores podem ser analisados com ajuda do ARENA estando os resultados apresentados na Tabela 12. No Anexo D estão apresentados os relatórios da simulação do ‘Objetivo 2’ do ARENA.

Tabela 12 – Comparação dos resultados de um modelo para diferentes capacidades de passageiros por veículo.

Variáveis	Referência	teste 1	teste 2	teste 3
Velocidade (m/min)	200	200	200	300
Nº de veículos	20	16	15	2
Limite Passageiros por veículo	6	7	8	40
Nº de Voltas	917	733	680	123
Nº Max Passageiros EM	5502	5864	5504	4920
Nº Max Passageiros ER	5442	5800	5440	4880
Tempo de viagem (min)	10,91	10,91	11,03	8,13
Manutenção	-	Igual	Igual	Inferior
Consumos energéticos	-	Igual	Igual	Desconhecido
Investimento	-	Ligeiramente superior	Ligeiramente superior	Superior
Saída de passageiros EM	1716	1716	1716	1716
Saída de passageiros ER	1379	1379	1379	1379
Número médio de passageiros em espera na fila EMdER	0,8	1	1	5,5
Tempo médio de espera na fila EMdER (min)	0,34	0,44	0,45	2,41
Número médio de passageiros em espera na fila ERdEM	1,1	1,2	1,4	7
Tempo médio de espera na fila ERdEM (min)	0,38	0,44	0,47	2,48

Com os resultados apresentados na Tabela 12 podemos verificar que comparando a coluna de referência, teste 1 e teste 2 o número máximo de passageiros transportados é muito semelhante, para a mesma velocidade do transportador por cabo, sendo que a diferença está no número de veículos e na capacidade máxima de passageiros por veículo, ou seja o tamanho do veículo. Com estes resultados podemos verificar que com veículos maiores que tenham mais capacidade, serão necessários menos veículos para transportar um equivalente aproximado número de passageiros. Podemos verificar que entre a referência e o teste 1 os tempos de espera são equivalentes e que ao comparar o teste 1 com o teste 2,



em que tem menos veículos com a mesma capacidade vai sofrer um ligeiro aumento de tempo de espera nas filas de espera.

O resultado do teste 3 da Tabela 12 já corresponde um teleférico de 2 veículos de grande capacidade de passageiros. Neste considerou-se uma velocidade de 300m/min porque normalmente atingem mais velocidade que os teleféricos de gôndolas, sendo essa uma vantagem para distância grandes e se pretende chegar rápido, em deterioramento de ter mais tempo na fila de espera. O investimento inicial é superior no teste 3, mas tem menos manutenção, visto ter menos um veículo e menos ciclos.

5.2.3 Objetivo 3: Gerir filas de espera em teleféricos com estações intermédias

Quando se fala de transportes por cabo com 2 estações, estação motriz e estação de retorno, podemos assumir que não existe necessidade de gestão nas filas de transporte. O que pode acontecer, é haver mais ou menos fila em ambas as estações, sendo que este problema pode ser facilmente ultrapassado com um aumento do número de veículos de transporte, ou aumento da velocidade.

No caso de haver estações intermédias, podemos ter necessidade de simular configurações sobre o limite de passageiros a embarcar nas estações motriz e de retorno, para permitir o embarque nas estações intermédias.

Na Tabela 13 estão descritas e explicadas as variáveis utilizadas e as medidas de desempenho. No Anexo E estão apresentados os relatórios da simulação do ‘Objetivo 3’ do ARENA.

Tabela 13 – Descrição das variáveis e medidas de desempenho do ARENA.

Ponto	Variáveis / Medidas de desempenho	Descrição
1	Distância entre estações (m)	Distâncias entre as estações em metros
2	Tempo de simulação (h)	Tempo de simulação do ARENA em horas
3	Quantidade de Passageiros por hora por fila	Quantidade de passageiros a chegar a cada fila por hora
4	Velocidade (m/min)	Velocidade constante do movimento dos veículos
5	Nº de veículos	Número total de veículos transportadores
6	Limite Passageiros por veículo	Capacidade de passageiros por veículo
7	Limite Passageiros embarque ER	Limite de passageiros a embarcar na estação de retorno (valor constante)
8	Limite Passageiros embarque EM	Limite de passageiros a embarcar na estação motriz (valor constante)



9	Passagem de veículos na estação motriz	Contagem de veículos a passageiros na estação motriz <=> estação de retorno
10	Limite de passageiros por hora por estação	Limite de passageiros por hora por estação ((ponto 5 x ponto 9)/ponto 2)
11	Total Passageiros ERdEM	Total de passageiros a embarcar na estação de retorno com destino à estação motriz
12	Total Passageiros EldEM	Total de passageiros a embarcar na estação intermédia com destino à estação motriz
13	Saída de passageiros EM	Total de saída de passageiros transportados na estação motriz
14	Total Passageiros EMdEI	Total de passageiros a embarcar na estação motriz com destino à estação intermédia
15	Saída de passageiros EI1	Total de saída de passageiros transportados na estação intermédia com destino à estação de retorno
16	Total Passageiros ERdEI	Total de passageiros a embarcar na estação de retorno com destino à estação intermédia
17	Saída de passageiros EI2	Total de saída de passageiros transportados na estação intermédia com destino à estação de motriz
18	Total Passageiros EMdER	Total de passageiros a embarcar na estação motriz com destino à estação de retorno
19	Total Passageiros EldER	Total de passageiros a embarcar na estação intermédia com destino à estação de retorno
20	Saída de passageiros ER	Total de saída de passageiros transportados na estação motriz
21	Tempo de viagem (min)	Duração da viagem entre as estações terminais em minutos
22	Número médio de passageiros na fila EMdER	Número médio de passageiros em fila de espera na estação motriz com destino à estação de retorno
23	Tempo médio fila de espera EMdER	Tempo médio em minutos na fila de espera na estação motriz com destino à estação de retorno
24	Número médio de passageiros na fila EMdEI	Número médio de passageiros em fila de espera na estação motriz com destino à estação intermédia
25	Tempo médio fila de espera EMdEI	Tempo médio em minutos na fila de espera na estação motriz com destino à estação intermédia
26	Número médio de passageiros na fila EldEM	Número médio de passageiros em fila de espera na estação intermédia com destino à estação motriz
27	Tempo médio fila de espera EldEM	Tempo médio em minutos na fila de espera na estação intermédia com destino à estação motriz
28	Número médio de passageiros na fila ERdEM	Número médio de passageiros em fila de espera na estação de retorno com destino à estação motriz
29	Tempo médio fila de espera ERdEM	Tempo médio em minutos na fila de espera na estação de retorno com destino à estação de motriz
30	Número médio de passageiros na fila ERdEI	Número médio de passageiros em fila de espera na estação de retorno com destino à estação intermédia
31	Tempo médio fila de espera ERdEI	Tempo médio em minutos na fila de espera na estação de retorno com destino à estação intermédia
32	Numero médio de passageiros na fila EldER	Número médio de passageiros em fila de espera na estação intermédia com destino à estação de retorno
33	Tempo médio fila de espera EldER	Tempo médio em minutos na fila de espera na estação intermédia com destino à estação de retorno



Na Tabela 14 podemos verificar o impacto de diversas configurações e o resultado dessas simulações.

Tabela 14 – Comparação dos resultados de um modelo para diferentes limites de passageiros a embarcar.

Variáveis / Medidas de desempenho	teste 1	teste 2	teste 3
Distância entre estações (m)	1000	1000	1000
Tempo de simulação (h)	10	10	10
Quantidade de Passageiros por hora por fila	300	300	150
Velocidade (m/min)	150	150	150
Nº de veículos	14	14	14
Limite Passageiros por veículo	8	8	8
Limite Passageiros embarque ER	8	8	8
Limite Passageiros embarque EM	4	0	4
Passagem de veículos na estação motriz	394	394	394
Limite de passageiros por hora por estação com viagem completa	315	315	315
Total Passageiros ERdEM	3030	3030	1549
Total Passageiros EldEM	2898	2898	1485
Saída de passageiros EM	3056	3056	2880
Total Passageiros EMdEI	3006	3006	1536
Saída de passageiros EI1	1665	2974	1643
Total Passageiros ERdEI	2925	2925	1461
Saída de passageiros EI2	285	285	1567
Total Passageiros EMdER	2965	2965	1486
Total Passageiros EldER	2963	2963	1510
Saída de passageiros ER	3112	3070	2849
Tempo de viagem (min)	12,18	12,18	12,18
Número médio passageiros na fila EMdER	699	1432	2
Tempo médio fila de espera EMdER	140	357	1
Número médio passageiros na fila EMdEI	748	15	10
Tempo médio fila de espera EMdEI	151	3	4
Número médio passageiros na fila EldEM	1356	1356	14
Tempo médio fila de espera EldEM	326	326	6
Número médio passageiros na fila ERdEM	30	30	2
Tempo médio fila de espera ERdEM	6	6	1
Número médio passageiros na fila ERdEI	1443	1443	13
Tempo médio fila de espera ERdEI	480	480	5
Número médio passageiros na fila EldER	686	33	7
Tempo médio fila de espera EldER	140	7	3



Analisando e comparando os resultados dos 3 testes realizados, podemos retirar várias conclusões. Se o limite de embarque de passageiros for 8 (capacidade máxima por veículo), isto vai fazer com que não se encontrem problemas de espera de passageiros com destino à estação de retorno, mas por sua vez vai aumentar bastante o tempo de espera dos passageiros das estações intermédias, pois os veículos estando lotados não entram passageiros nessas estações.

No outro sentido testou-se em limitar para metade da capacidade máxima. Isto resultou num equilíbrio entre as filas. Com este resultado pode-se concluir, que esta limitação pode ser proporcional à quantidade de passageiros que esperam embarcar. Também se pode concluir que apesar de haver equilíbrio, são todos valores muito altos. Nesse sentido realizou-se uma simulação para metade dos passageiros a embarcar (teste 3).

Comparando os resultados do teste 3 com o teste 1 e o teste 2 percebe-se que a solução mais acertada seria a terceira opção (teste 3), limitando o acesso ao embarque de passageiros. Neste sentido, podemos concluir que temos sempre de somar e calcular todos os passageiros com destino à estação de destino, e dimensionar o número de veículos e velocidade para conseguir escoar os passageiros, conseguindo assim um equilíbrio de espera nas filas de embarque em cada estação.

5.2.4 Objetivo 4: Exemplo prático de um transporte por cabo com estação intermédia

O objetivo 4 pretende analisar alguns cenários para melhorar a eficiência de um transporte de passageiros, com o objetivo de equilibrar o tempo nas filas de espera, a uma velocidade constante.


As configurações para o cenário utilizado para o transporte por cabo estão apresentadas na Tabela 15. A janela de configuração utilizada no modelo de simulação está apresentada na Figura 40. No Anexo F estão apresentados os relatórios da simulação do ‘Objetivo 4’ do ARENA.



Tabela 15 – Variáveis utilizadas no modelo de simulação ARENA.


Variáveis de simulação	teste 1	teste 2	teste 3	teste 4	teste 5
Distância entre estações (m)	1000	1000	1000	1000	1000
Tempo de simulação (h)	10	10	10	10	10
Quantidade de Passageiros por hora por fila	Tabela 16	Tabela 16	Tabela 16	Tabela 16	Tabela 16
Velocidade (m/min)	150	150	150	150	150
Nº de veículos	15	15	15	15	15
Limite Passageiros por veículo	8	8	8	8	8
Limite Passageiros embarque ER	4	3	5	8	0
Limite Passageiros embarque EM	4	5	3	8	0

Início X



Ferramenta de Apoio à Decisão - Simulação de Transporte por Cabo

Transportes por Cabo e Concessões, S.A.



Instituto Superior de Engenharia do Porto

Parâmetros de Transporte po cabo

Distância entre estação motriz e intermédia m

Distância entre estação intermédia e de retorno m

Distância entre entrada e saída da estação m

Distância entre entrada e saída da estação Intermédia m

Velocidade m/min

Velocidade dentro das estações m/min


Número de veículos


Número máximo de passageiros por veículo



Número máximo de passageiros a embarcar para ER

Número máximo de passageiros a embarcar para EM

Com Estação Intermédia





Parâmetros de Simulação

Tempo total de simulação min

Replicações

Figura 40 – Janela com os parâmetros de configuração do modelo (estudo de um caso).

Na Tabela 16 estão apresentadas as taxas médias de chegadas de passageiros às estações.

Esta taxa varia ao longo do dia, tendo sido concedida para este caso, visto haver várias possibilidades de configurações de chegadas às filas de passageiros. O objetivo é simular qual seria a melhor opção de configuração do limite de passageiros a embarcar nas estações de este estudo de um caso fictício.



Tabela 16 – Taxa média de chegada de passageiros às estações de embarque.

Chegada de Passageiros EM destino ER

Chegadas por hora	Duração em horas
250	1
100	1
150	1
250	1
350	1
250	1
180	1
150	1

Chegada de Passageiros ER destino EM

Chegadas por hora	Duração em horas
150	1
200	1
90	1
100	1
180	1
120	1
130	1
140	1

Chegada de Passageiros EM destino EI

Chegadas por hora	Duração em horas
50	1
10	1
50	1
100	1
50	1
250	1
200	1
150	1

Chegada de Passageiros ER destino EI

Chegadas por hora	Duração em horas
150	1
200	1
190	1
280	1
350	1
250	1
250	1
140	1

Chegada de Passageiros EI destino EM

Chegadas por hora	Duração em horas
150	1
250	1
100	1
250	1
300	1
85	1
185	1
100	1

Chegada de Passageiros EI destino ER

Chegadas por hora	Duração em horas
200	1
80	1
200	1
120	1
200	1
20	1
48	1
200	1

Analisando e comparando os resultados dos 5 testes realizados apresentados na Tabela 17, podemos assumir que o melhor resultado obtido seria a opção que equilibra melhor os tempos e quantidade de passageiros em espera nas filas.



Tabela 17 – Comparação dos resultados de um estudo de um caso para diferentes limites de passageiros a embarcar.

Variáveis / Medidas de desempenho	teste 1	teste 2	teste 3	teste 4	teste 5
Distância entre estações (m)	1000	1000	1000	1000	1000
Tempo de simulação (h)	10	10	10	10	10
Quantidade Passageiros por hora por fila	Tabela 16	Tabela 16	Tabela 16	Tabela 16	Tabela 16
Velocidade (m/min)	150	150	150	150	150
Nº de veículos	15	15	15	15	15
Limite Passageiros por veículo	8	8	8	8	8
Limite Passageiros embarque ER	4	3	5	8	0
Limite Passageiros embarque EM	4	5	3	8	0
Passagem de veículos na estação motriz	516	516	516	516	516
Limite de passageiros por hora por estação com viagem completa	413	413	413	413	413
Total Passageiros ERdEM	1408	1408	1408	1408	1408
Total Passageiros EldEM	1830	1830	1830	1830	1830
Saída de passageiros EM	3154	3154	3154	3154	3154
Total Passageiros EMdEI	908	908	908	908	908
Saída de passageiros EI1	908	908	908	908	908
Total Passageiros ERdEI	2207	2207	2207	2207	2207
Saída de passageiros EI2	2190	2190	2190	2190	2190
Total Passageiros EMdER	2084	2084	2084	2084	2084
Total Passageiros EldER	1314	1314	1314	1314	1314
Saída de passageiros ER	3389	3389	3389	3389	3389
Tempo de viagem (min)	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30
Número médio de passageiros em espera na fila EMdER	16	5	24	2	25
Tempo médio de espera na fila EMdER (min)	5	1	7	1	7
Número médio de passageiros em espera na fila EMdEI	10	21	2	24	1
Tempo médio de espera na fila EMdEI (min)	7	14	1	16	1
Número médio de passageiros em espera na fila EldER	18	17	25	19	25
Tempo médio de espera na fila EldER (min)	8	8	12	19	12
Número médio de passageiros em espera na fila EldEM	12	10	12	12	8
Tempo médio de espera na fila EldEM (min)	4	3	4	12	2
Número médio de passageiros em espera na fila ERdEM	2	4	2	1	27
Tempo médio de espera na fila ERdEM (min)	1	2	1	2	11
Número médio de passageiros em espera na fila ERdEI	31	30	31	32	6
Tempo médio de espera na fila ERdEI (min)	9	8	9	31	2
Número médio de passageiros em espera nas filas dER	15	14	17	15	17
Tempo médio de espera nas filas dER (min)	7	8	7	12	7
Número médio de passageiros em espera nas filas dEM	15	15	15	15	14
Tempo médio de espera nas filas dEM (min)	5	4	5	15	5



No sentido da estação motriz para a estação de retorno a melhor opção poderia ser a do teste 1, isto porque em nenhuma fila chega a ultrapassar os 8 minutos em média de espera nas filas. No sentido da estação de retorno para a estação motriz a melhor opção poderia ser a do teste 5, isto porque em nenhuma fila chega a ultrapassar os 12 minutos em média de espera nas filas.



6 Conclusões e Trabalho Futuro

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito da unidade curricular da Tese e Dissertação (TEDI) do Curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, no ramo de Sistema e Planeamento Industrial, tendo sido realizado na empresa Telef – Transportes por cabo e concessões, S.A.. Este capítulo apresenta as conclusões, os contributos e por fim trabalho futuro.

6.1 Caráter Inovador do Trabalho

No âmbito desta dissertação, foi desenvolvido uma ferramenta de apoio à decisão para o transporte de passageiros por cabo, com o objetivo encontrar uma solução que vá ao encontro das necessidades do transporte que se pretende implementar. Permite nomeadamente ajudar no processo de decisão relativo à parametrização de novos sistemas e/ou de alteração de sistemas existentes.

A ferramenta de apoio à decisão desenvolvida permite dar resposta aos seguintes objetivos:

- Ferramenta Genérica - Permite implementar diferentes tipos e soluções de transportes por cabo.



- Ferramenta Parametrizável - permite ao utilizador, através de uma interface gráfica, ajustar diversos parâmetros (e.g., velocidade de circulação, distância entre estações, capacidade e número de veículos).
- Ferramenta Visual – A animação produzida para o modelo de simulação permite uma melhor compreensão da informação resultante da simulação.

Na literatura de especialidade, não se conhece mais nenhum trabalho desenvolvido, com todas as características aqui apresentadas.

6.2 Principais Contributos do Trabalho

De seguida, apresentam-se os principais contributos do trabalho desenvolvido:

- Desenvolvimento de uma ferramenta de simulação que permite de uma forma rápida e simples parametrizar e obter resultados com vista implementação ou alteração de um sistema de transporte por cabo.
- Desenvolvimento de ferramenta que permite a animação visual do transporte por cabo, filas de passageiros, e posição dos veículos.
- Desenvolvimento de ferramenta que permite estimar a quantidade de veículos necessários para transportar um determinado número de passageiros, por alteração da velocidade de circulação, do número de veículos em circulação e do limite ao número de passageiros que pode aceder em algumas das estações.

Detetou-se que existe potencial de melhoria do desempenho do sistema se a velocidade de circulação e os limites para o número de passageiros que acede aos veículos for ajustada dinamicamente, podendo assim melhorar a capacidade de carga e reduzir os gastos.

6.3 Trabalho Futuro

Recomenda-se para trabalho futuro o desenvolvimento de um estudo que englobe outras variáveis que possam ser integradas no sistema. Por exemplo variáveis de carácter financeiro, incluindo despesas de manutenção, investimento, consumos energéticos, preço de bilhetes etc.. No modelo utilizado os limites de acesso aos passageiros aos veículos e a velocidade do transportador configurado são fixos durante toda a simulação. Pelo que se



poderia analisar o impacto de proceder dinamicamente, i.e. durante o tempo de simulação, a ajustes na velocidade do transportador mediante o número total de passageiros, dado que esta é uma possibilidade real e útil na operação dos teleféricos existentes, e dos limites de acesso aos veículos em função das filas de espera em cada estação de forma a equilibrar dinamicamente os tempos de espera nas filas, e a melhor utilizar a capacidade de transporte dos veículos.

Sugere-se ainda o estudo do comportamento do sistema (analisando a eventual capacidade perdida e os tempos de espera dos passageiros) num ambiente estocástico que leve em consideração a variabilidade que existe na chegada de passageiros. A nível visual pode-se ainda desenvolver uma solução para incluir na animação os tempos de espera dos passageiros em fila.

Por fim, poder-se-á também analisar a capacidade de transporte de passageiros, bem como o impacto financeiro e ambiental deste tipo de meio de transporte, em comparação com outros meios de transporte numa cidade.



Referências Bibliográficas

- Alexopoulos, C., Kang, K., Lilegdon, W. R., Goldsman, D., Profozich, D. M., & Sturrock, D. T. (1995). Introduction to Siman/Cinema. *Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference* Ed. C. Alexopoulos, K. Kang, W. R. Lilegdon, and D. Goldsman.
- Appelt, S., Batta, R., Drury C., & Lin, L. (2007). Simulation of Passenger Check-In at a Medium-Sized us Airport. *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference* S. G. Henderson, B. Biller, M.-H. Hsieh, J. Shortle, J. D. Tew, and R. R. Barton, Eds., 1252–1260.
- Arena Simulation Software. (2019). Discrete Event Simulation. Acedido a 6 de Junho de 2019, em: <https://www.arenasimulation.com/what-is-simulation/discrete-event-simulation-software>.
- Arena Simulation Software. (2009). *Premier Simulation Software Delivers Result*. (Rockwell Automation, Ed.), ARPRO-PP001G-EN-P Supersedes.
- Banks, J. (2003). *Discrete Event Simulation* (Encyclopedia, Vol. 1), Elsevier Science (USA).
- Benzaman, B., Al-Fhaheri, A., & Claudio, D. (2016). Discrete Event Simulation of Green Supply Chain with Traffic Congestion Factor. *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference* T. M. K. Roeder, P. I. Frazier, R. Szechtman, E. Zhou, T. Huschka, and S. E. Chick, Eds., 1654–1665.
- Brito, T. B., & Botter, R. C. (2017). A Cross-Paradigm Simulation Framework for Complex Logistics Systems. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference* W. K. V. Chan, A. D'Ambrogio, G. Zacharewicz, N. Mustafee, G. Wainer, and E. Page, eds., 1607–1618. <https://doi.org/10.1109/WSC.2017.8247901>.
- Centeno, M. A. & Carrillo, M. (2001). Challenges of Introducing Simulation as a Decision Making Tool. *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference* B. A. Peters, J. S. Smith, D. J. Medeiros, and M. W. Rohrer, Eds., 17–21.
- Clements, K., Tremont, A., Kuhl, M. E., Sweeney K., & Muralighara V., (2016). Evaluation of Warehouse Bulk Storage Lane Depth and Abc Space Allocation Using Simulation. *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference* T. M. K. Roeder, P. I. Frazier, R. Szechtman, E. Zhou, T. Huschka, and S. E. Chick, Eds., 2239–2249.
- Dias, L. M. S., A. A. C. Vieira, G. A. B. Pereira, & J. A. Oliveira., (2016). Discrete Simulation Software Ranking – a Top list of the Worldwide most Popular and Used Tools. *Winter Simulation Conference*. Ed: T. M. K. Roeder, P. I. Frazier, R. Szechtman, E. Zhou, T. Huschka, and S. E. Chick, IEEE Press. Piscataway, NJ, USA. PP 1060-1071. ISSN:0891-7736 ISBN: 978-1-5090-4484-9. (<https://www.informs-sim.org/wsc16papers/095.pdf>)



- Doppelmayr. (2019). Produtos. Acedido a 6 de Junho de 2019, em: <http://www.doppelmayr.com>.
- Eletricidade da Madeira. (2019). Impactes Ambientais. Acedido a 6 de Junho de 2019, em: <https://www.eem.pt/pt/conteudo/sustentabilidade/rotulagem-de-energia-el%C3%A9trica/impactes-ambientais/>.
- Elbert, R. & Muller, J. P. (2017). The Impact of Item Weight on Travel Times in Picker-to-Parts Order Picking: an Agent-Based Simulation Approach. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference W. K. V. Chan, A. D'Ambrogio, G. Zacharewicz, N. Mustafee, G. Wainer, and E. Page, Eds.*, 3162–3173.
- Elbert, R., Scharf, K., & Reinhardt, D. (2017). Simulation of the Order Process in Maritime Hinterland Transportation: The impact of order release times. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference W. K. V. Chan, A. D'Ambrogio, G. Zacharewicz, N. Mustafee, G. Wainer, and E. Page, Eds.*, 3471–3482. <https://doi.org/10.1109/WSC.2017.8248062>
- Elrayies, G. M. (2017). Aerial Ropeways as Catalysts for Sustainable Public Transit in Egypt. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, (August), 15542-15555. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2017.0608125>.
- Entidade reguladora dos serviços energéticos. (2019). Rotulagem da Energia Elétrica. Acedido a 9 de Julho de 2019, em: www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/rotulagemenergetica/Paginas/default.aspx.
- Fedoroko, G., Neradilová, H. & Jackanin, J. (2018). Discrete Model Simulation of a Passenger Cable Car Operation. *Advances in Science and Technology Research Journal, Volume 12, Nº.2, June 2018*, 170–179.
- Ferreira, L. P., Gómez, E. A., Lourido, G. P., Salgado, M., & Quintas, J. D. (2011). Análsis on the Influence of the Number of Pallets Circulating on an Automobile Closed Loops Assembly Line. *International journal of advanced engineering sciences and tecnologies Vol No. 2, Issue No. 2*, 119–123.
- Ferreira, L. P., Gómez, E. A., Lourido, G. P., & Tjahjono, B. (2011). Optimization of a Multiphase Multiproduct Production Line based on Virtual Cells. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2011 Vol I WCE 2011, July 6 - 8, 2011, London, U.K.*
- Ferreira, L. P., Gómez, E. A., & Tjahjono, B. (2011). Analysis and Optimisation of a Network of Closed-Loop Automobile Assembly Line Using Simulation. *Springer-Verlag London Limited*, 351–366. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3502-4>.
- Ferreira, L. P., Pereira, G. A., & Machado R. J. (2003). A Simulação Como Ferramenta de Apoio à Decisão na Engenharia da Produção – O Sistema GAMS. *IV Congreso Galego de Estatística e Investigación de Operacións*.



- Ferreira, L. P., Pereira G. A., & Machado, R. J. (2005). Geração Automática de Modelos de Simulação de uma Linha de Montagem de Auto-Rádios. *Investigação Operacional*, 25 (2005). 37–62.
- Gerrits, B., Schuur, P., & Mes, M. (2017). An Agent-Based Simulation Model for Autonomous Trailer Docking. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference W. K. V. Chan, A. D'Ambrogio, G. Zacharewicz, N. Mustafee, G. Wainer, and E. Page, Eds.*, 1324–1335.
- Gerrits, B., Mes, & M., Schuur, P. (2018). A Simulation Model for the Planning and Control of AGV's at Automated Container Terminals. *Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference M. Rabe, A. A. Juan, N. Mustafee, A. Skoogh, S. Jain, and B. Johansson, Eds.* 2941–2952. <https://doi.org/10.1109/wsc.2018.8632529>.
- Hammann, J. E., & Markovitch N. A. . (1995). Introduction to Arena. *Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference Ed. C. Al'exopoulos, K. Kang, W. R. Lilegdon, and D. Goldsman.* 519–523.
- Ingalls, R. G. (2008). Introduction to Simulation. *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference S. J. Mason, R. R. Hill, L. Mönch, O. Rose, T. Jefferson, J. W. Fowler Eds.*, 17–26.
- Inturri, G., Le, M., Giuffrida, N., Ignaccolo, M., Pluchino, A., Rapisarda, A., & Angelo, R. D. (2017). Multi-agent Simulation for Planning and Designing New Shared Mobility Services. *Research in Transportation Economics*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.11.009>.
- Law, A. M. & Kelton W. D. (1991). *Simulation Modeling & Analysis*. 2ª ed., McGraw-Hill International Editions, New York.
- Lidberg S., Pehrsson L., & Ng, A. H. C. (2018). Using Aggregated Discrete Event Simulation Models and Multi-Objective Optimization to Improve Real-World Factories. *Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference M. Rabe, A. A. Juan, N. Mustafee, A. Skoogh, S. Jain, and B. Johansson, Eds.*, 2015–2024.
- Linares, M. P., Montero, L., Lorente, E., Navarro, G., & Casanovas, J. (2017). Analytics Tool for Assessing Innovative Mobility Concepts, Vehicles and City Policies (CitScale). *Secretaria d'Universitats i Recerca de La Generalitat de Catalunya*, 385–390.
- Mes, M. R. K. (2017). *Simulation Modelling using Practical Examples: A Plant Simulation Tutorial*. University of Twente.
- Miyagi, P. E. (2004). *Introdução a Simulação Discreta*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil.



- Montero L. & Linares M. P.(2017). A visualization tool based on traffic simulation for the analysis and evaluation of smart city policies, innovative vehicles and mobility concepts. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference* W. K. V. Chan, A. D'Ambrogio, G. Zacharewicz, N. Mustafee, G. Wainer, and E. Page, Eds., 3196–3207.
- Nuessgen, M., & Researcher, I. (2015). *Urban Ropeways in Europe, creating opportunities in urban development*. Eurist – European Institute for Sustainable Transport. Hamburg. 0–26. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1446.2163>.
- Parlamento Europeu. (2019). Emissões de dióxido de Carbono nos Carros: Factos e Números. Acedido a 15 de Julho de 2019, em: <http://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20190313STO31218/emissoes-de-dioxido-de-carbono-nos-carros-factos-e-numeros-infografia>.
- Pegen, C. D. (2013). An Introduction to Simio for Arena Users. Acedido a 2 de Junho de 2019, em: <http://www.simio.com/resources/white-papers>.
- Ramadan, N., Ajami, R., Mohamed, N., & Ain, A. (2015). Modeling and Simulation for Enterprise Decision- Making : Successful Projects and Approaches. *Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dubai, United Arab Emirates (UAE), March 3 – 5, 2015*.
- Robinson, S. (2001). General Concepts of Quality for Discrete-Event Simulation. *European Journal of Operational Research* 138 (2002), 103–117.
- Sahoo, K. & Mani, S. (2015). Gis Based Discrete Modeling and Simulation of Biomass Supply Chain . *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference* L. Yilmaz, W. K. V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, Eds., 967–978.
- Sargent, R. G. (2010). Verification and Validation of Simulation Models. *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference* B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Huan, and E. Yücesan, Eds., 166–183.
- Shannon, R. E. (1998). Introduction to the Art and Science of Simulation. *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference* D.J. Medeiros, E.F. Watson, J.S. Carson and M.S. Manivannan, eds., 7–14.
- Schriber, T. J., Arbor, A., Brunner, D. T., & Smith, J. S. (2016). Inside Discrete-Event Simulation Software: How It Works and Why It Matters. *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference* T. M. K. Roeder, P. I. Frazier, R. Szechtman, E. Zhou, T. Huschka, and S. E. Chick, Eds., 221–235.
- Semini, M., & Strandhagen, J. O. (2006). Applications of Discrete-Event Simulation to Support Manufacturing Logistics Decision-Making: A Survey. *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference* L. F. Perrone, F. P. Wieland, J. Liu, B. G. Lawson, D. M. Nicol, and R. M. Fujimoto, Eds., 1946–1953.



- Sturrock, D. T. (2008). Tips for Successful Practise of Simulation. *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference* S. J. Mason, R. R. Hill, L. Mönch, O. Rose, T. Jefferson, J. W. Fowler Eds., 85–90.
- Tag, P., & Krahl, D. (2007). Beyond the University: Simulation Education on the Job. *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference* S. G. Henderson, B. Biller, M.-H. Hsieh, J. Shortle, J. D. Tew, and R. R. Barton, Eds. *BEYOND*, 2357–2361.
- Takus, D. A., & Profozich, D. M. (1997). Arena Software Tutorial. *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference* Ed. S. Andraddttir, K. J. Healy, D. H. Withers, and B. L. Nelson, 541–544.
- Teleférico de Gaia. (2019). Acedido a 20 de Junho de 2019, em: <http://www.gaiacablecar.com>.
- Tezak, S., Ph, D., Sever, D., Ph, D., Lep, M., & Ph, D. (2016). Increasing the Capacities of Cable Cars for Use in Public Transport. *Journal of Public Transportation*, 19(1), 1–16.
- United Nations (2016). The world's cities in 2016. *Department of economic and social affairs, population division*. ST/ESA/SER.A/392.
- Walker, C. G., Sullivan, M. J. O., Ziedins, I., & Furian, N. (2016). Faster Cancer Treatment: Using Timestamp Data to Improve Patient Journeys. *University of Auckland, Engineering Science, 70 Symonds st, 3rd floor Uniservices House, New Zealand* <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2016.04.012>.
- Ziemke, D., Metzler, S., Nagel, K. (2017). Modeling Bicycle in an Agent-Based Transport Simulation. *6th International Workshop on Agent-based Mobility, Traffic and Transportation Models, Methodologies and Application*, 923–928. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.424>.
- Zupan, H., & Herakovic, N. (2015). Production Line Balancing with Discrete Event Simulation: A Case Study. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 2305–2311. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.431>.



Anexos

- Anexo A. Código VBA - Janela de Configuração e Módulo 1.

- Anexo B. Diário da Instalação Gaia – 2018.

- Anexo C. Relatórios do ARENA - Objetivo 1.

- Anexo D. Relatórios do ARENA - Objetivo 2.

- Anexo E. Relatórios do ARENA - Objetivo 3.

- Anexo F. Relatórios do ARENA - Objetivo 4.



Anexo A. Código VBA - Janela de Configuração e Módulo 1.

Private Sub BFuncal_Click()

Call color1

Principal.FDist1.Locked = True
Principal.FDist2.Locked = True
Principal.FDist3.Locked = True
Principal.FDist4.Locked = True
Principal.FNVeiculos.Locked = True
Principal.FMaxPass.Locked = True
Principal.FMaxPassEd.Locked = True
Principal.FMaxPassEd2.Locked = True
Principal.FVeloc.Locked = True
Principal.FVeloc2.Locked = True
Principal.FMaxPassEd.Locked = True
Principal.CheckBox1.Locked = True

Principal.BGaia.BackColor = &H80000004
Principal.BFuncal.BackColor = &H80000002
Principal.BNovo.BackColor = &H80000004
Principal.FDist4.BackColor = &H80000003

Parametros de gaia

Principal.FDist1.value = 3150
Principal.FDist3.value = 1575
Principal.FDist2.value = 50
Principal.FDist4.value = 1
Principal.FNVeiculos.value = 39
Principal.FMaxPass.value = 7
Principal.FMaxPassEd.value = 7
Principal.FMaxPassEd2.value = 7
Principal.FVeloc.value = 250
Principal.FVeloc2.value = 50

Principal.FDist3.Visible = False
Principal.Label17.Visible = False
Principal.CheckBox1.value = False

End Sub

Private Sub BGaia_Click()

Call color1

Principal.FDist1.Locked = True
Principal.FDist2.Locked = True
Principal.FDist3.Locked = True
Principal.FDist4.Locked = True
Principal.FNVeiculos.Locked = True
Principal.FMaxPass.Locked = True
Principal.FMaxPassEd.Locked = True
Principal.FMaxPassEd2.Locked = True
Principal.FVeloc.Locked = True
Principal.FVeloc2.Locked = True
Principal.CheckBox1.Locked = True

Principal.BGaia.BackColor = &H80000002
Principal.BFuncal.BackColor = &H80000004

```
Principal.BNovo.BackColor = &H80000004  
Principal.FDist4.BackColor = &H80000003
```

```
'Parametros de gaia  
Principal.FDist1.value = 600  
'Principal.FDist3.value = 300  
Principal.FDist2.value = 30  
Principal.FDist4.value = 1  
Principal.FNVeiculos.value = 14  
Principal.FMaxPass.value = 8  
Principal.FMaxPassEd.value = 8  
Principal.FMaxPassEd2.value = 8  
Principal.FVeloc.value = 150  
Principal.FVeloc2.value = 15
```

```
Principal.FDist3.Visible = False  
Principal.Label17.Visible = False  
Principal.CheckBox1.value = False
```

End Sub

```
Private Sub Bgondola_Click()
```

```
Principal.Bgondola.BackColor = &H80000002  
Principal.Bpendulo.BackColor = &H80000004
```

```
Principal.FNVeiculos.value = 14  
Principal.FNVeiculos.Locked = False  
Principal.FNVeiculos.BackColor = &H80000005
```

```
Principal.FVeloc2.value = 60  
Principal.FVeloc2.Locked = False  
Principal.FVeloc2.BackColor = &H80000005
```

```
Principal.FDist2.value = 20  
Principal.FDist2.Locked = False  
Principal.FDist2.BackColor = &H80000005
```

End Sub

```
Private Sub BNovo_Click()
```

```
Call color2
```

```
Principal.FDist1.Locked = False  
Principal.FDist2.Locked = False  
Principal.FDist3.Locked = False  
Principal.FDist4.Locked = False
```

```
Principal.FNVeiculos.Locked = False  
Principal.FMaxPass.Locked = False
```

```
Principal.FVeloc.Locked = False  
Principal.FVeloc2.Locked = False
```

```
Principal.BGaia.BackColor = &H80000004  
Principal.BFunchal.BackColor = &H80000004
```

Principal.BNovo.BackColor = &H80000002

Principal.Bgondola.Locked = False

Principal.Bpendulo.Locked = False

Principal.CheckBox1.Locked = False

Principal.Bgondola.BackColor = &H80000002

Principal.Bpendulo.BackColor = &H80000004

End Sub

Private Sub Bpendulo_Click()

Principal.Bgondola.BackColor = &H80000004

Principal.Bpendulo.BackColor = &H80000002

Principal.FNVeiculos.value = 2

Principal.FNVeiculos.Locked = True

Principal.FNVeiculos.BackColor = &H80000003

Principal.FVeloc2.value = 100

Principal.FVeloc2.Locked = True

Principal.FVeloc2.BackColor = &H80000003

Principal.FDist2.value = 1

Principal.FDist2.Locked = True

Principal.FDist2.BackColor = &H80000003

End Sub

Private Sub CheckBox1_Click()

If Principal.CheckBox1.value = True Then

Principal.FDist3.Visible = True

Principal.FDist4.Visible = True

Principal.Label17.Visible = True

Principal.Label18.Visible = True

Principal.Label16.Visible = True

Principal.Label15.Visible = True

Principal.FMaxPassEd.Locked = False

Principal.FMaxPassEd2.Locked = False

Principal.FMaxPassEd.BackColor = &H80000005

Principal.FMaxPassEd2.BackColor = &H80000005

Principal.FMaxPassEd.value = Principal.FMaxPass.value

Principal.FMaxPassEd2.value = Principal.FMaxPass.value

Principal.Label21.Visible = True

Principal.Label11.Visible = False

Else

Principal.FDist3.Visible = False

Principal.FDist4.Visible = False

```
Principal.Label17.Visible = False
Principal.Label18.Visible = False
Principal.Label16.Visible = False
Principal.Label15.Visible = False
```

```
Principal.FMaxPassEd.Locked = True
Principal.FMaxPassEd2.Locked = True
Principal.FMaxPassEd.BackColor = &H80000003
Principal.FMaxPassEd2.BackColor = &H80000003
```

```
Principal.FMaxPassEd.value = Principal.FMaxPass.value
Principal.FMaxPassEd2.value = Principal.FMaxPass.value
```

```
Principal.Label21.Visible = False
Principal.Label1.Visible = True
End If
```

End Sub

```
Private Sub FMaxPass_Change()
```

```
    If Principal.CheckBox1.value = False Then

        Principal.FMaxPassEd = Principal.FMaxPass
        Principal.FMaxPassEd2 = Principal.FMaxPass

    End If
```

End Sub

```
Private Sub Inicar1_Click()
```

```
    Call Arrancar_modelo
```

End Sub

```
Private Sub UserForm_Initialize()
```

```
    Dim t As String

    't = Principal.FDist1.BackColor
    Call color1

    Principal.FDist1.Locked = True
    Principal.FDist2.Locked = True

    Principal.FDist3.Visible = False
    Principal.FDist4.Visible = False
    Principal.Label17.Visible = False
    Principal.Label18.Visible = False
```

Principal.Label16.Visible = False
Principal.Label15.Visible = False

Principal.FDist3.Locked = True
Principal.FDist4.Locked = True
Principal.FNVeiculos.Locked = True
Principal.FMaxPass.Locked = True
Principal.FVeloc.Locked = True
Principal.FVeloc2.Locked = True
Principal.FMaxPassEd.Locked = True
Principal.FMaxPassEd2.Locked = True

Principal.CheckBox1.Locked = True

Principal.BGaia.BackColor = &H80000004
Principal.BGaia.BackColor = &H80000002
Principal.BGaia.BackColor = &H80000002

End Sub

Private Sub color1()

't = Principal.FDist1.BackColor
Principal.FDist1.BackColor = &H80000003
Principal.FDist2.BackColor = &H80000003
Principal.FNVeiculos.BackColor = &H80000003
Principal.FMaxPass.BackColor = &H80000003
Principal.FMaxPassEd.BackColor = &H80000003
Principal.FMaxPassEd2.BackColor = &H80000003
Principal.FVeloc.BackColor = &H80000003
Principal.FVeloc2.BackColor = &H80000003

End Sub

Private Sub color2()

't = Principal.FDist1.BackColor
Principal.FDist1.BackColor = &H80000005
Principal.FDist2.BackColor = &H80000005
Principal.FDist3.BackColor = &H80000005
Principal.FDist4.BackColor = &H80000005
Principal.FNVeiculos.BackColor = &H80000005
Principal.FMaxPass.BackColor = &H80000005
Principal.FMaxPassEd.BackColor = &H80000003
Principal.FMaxPassEd2.BackColor = &H80000003

Principal.FVeloc.BackColor = &H80000005
Principal.FVeloc2.BackColor = &H80000005

End Sub

Sub Arrancar_modelo()

Call teste

Principal.Hide

Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN

'm.QuietMode allows you to turn off the message "Would you like to see the Results?"
'and it will also disable all other dialog including error messages.
'm.QuietMode = True
'm.check will force the model to be checked to insure no errors

m.Check
m.Activate
m.Save
m.Go

'LER PARAMETROS CONFIGURADOS E ATUALIZAR VALORES DA FORM
PRINCIPAL

'ACERTAR PARAMETROS E INICIAR SIMULACAO

End Sub

Private Sub teste()

Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN

'-----ALtera o espacamento em tempo para o lançamento de cabines.
'Este tem de ser calculado dependendo do numero de cabines e a distancia existente

Dim mycreate As Module
Dim index1 As Long
Dim val2 As Integer
Dim val1 As Integer

index1 = m.Modules.Find(smFindTag, "object.30")
Set mycreate = m.Modules.Item(index1)

'mycreate.Data("Value") = 135 'Acerta o tempo entre os lançamentos 'Tem de ser calculado
Dim s1 As Integer
Dim s2 As Integer
Dim s3 As Integer
Dim s4 As Integer

'-----Atribui o numero máximo de passageiros por cabine-----

```
Dim MaxPassageiros_Index As Integer
MaxPassageiros_Index = s.SymbolNumber("MaxPassageiros") 'determine index
s.VariableArrayValue(MaxPassageiros_Index) = Principal.FMaxPass.value 'Acerta o numero de
passageiros por cabine
```

'-----.

'-----Atribui o numero máximo de passageiros por a embarcar para
estacao de destino-----

```
Dim LimFilaEstRdEM_Index As Integer
LimFilaEstRdEM_Index = s.SymbolNumber("LimFilaEstRdEM") 'determine index
s.VariableArrayValue(LimFilaEstRdEM_Index) = Principal.FMaxPassEd.value 'Acerta o
numero de passageiros por cabine
```

'-----.

'-----Atribui o numero máximo de passageiros por a embarcar para
estacao de destino-----

```
Dim LimFilaEstMdER_Index As Integer
LimFilaEstMdER_Index = s.SymbolNumber("LimFilaEstMdER") 'determine index
s.VariableArrayValue(LimFilaEstMdER_Index) = Principal.FMaxPassEd2.value 'Acerta o
numero de passageiros por cabine
```

'-----.

'-----Altera a distancia entre as estações-----

```
'(1)m.Modules.Find(smFindName, "Distance", 1)
```

```
Dim IndexDist As Integer
Dim IndexEstM As Integer
Dim IndexEstM3 As Integer
```

```
IndexDist = m.Modules.Find(smFindName, "Distance", 1)
IndexEstM = m.Stations.Find(smFindName, "EstM", 1) 'index da estacao parque
IndexEstM3 = m.Stations.Find(smFindName, "EstM3", 1) 'index da saida da esatcao motriz
```

```
Dim AuxComEI_Index As Integer
```

```
If Principal.CheckBox1.value = False Then
```

```
Dim d1 As Integer
Dim d3 As Integer
```

```
d1 = Principal.FDist1.value / 2
d3 = Principal.FDist1.value / 2
```

'-----Atribui o numero ao variavel que permite entrada de
passageiros na estacao intermedia-----

```
AuxComEI_Index = s.SymbolNumber("AuxComEI") 'determine index
s.VariableArrayValue(AuxComEI_Index) = 0 'Permite entrada na estacao intermedia
```

'-----.

```
Else
```

```
d1 = Principal.FDist1.value
d3 = Principal.FDist3.value
```



```
'-----Atribui o numero ao variavel que permite entrada de
passageiros na estacao intermedia-----
AuxComEI_Index = s.SymbolNumber("AuxComEI") 'determine index
s.VariableArrayValue(AuxComEI_Index) = 1 'Permite entrada na estacao intermedia
'-----.
```

End If

```
Set MyMod = m.Modules.Item(IndexDist)
MyMod.Data("Distance(1)") = Principal.FDist2.value
MyMod.Data("Distance(2)") = Principal.FDist2.value
MyMod.Data("Distance(3)") = d1
MyMod.Data("Distance(4)") = d3
MyMod.Data("Distance(5)") = 10
MyMod.Data("Distance(6)") = Principal.FDist4.value
MyMod.Data("Distance(7)") = Principal.FDist4.value
MyMod.Data("Distance(8)") = d1
MyMod.Data("Distance(9)") = d3
MyMod.Data("Distance(10)") = Principal.FDist1.value
```

```
*****
```

```
*****:PARAMETROS DE SIMULACAO:*****
```

```
s.RunEndTime = Principal.Ftsimul.value
```

```
Dim TempoSim_Index As Integer
```

```
TempoSim_Index = s.SymbolNumber("TempoSim") 'determine index
```

```
s.VariableArrayValue(TempoSim_Index) = Principal.Ftsimul.value 'Acerta o numero de
passageiros por cabine
```

```
s.RunMaximumReplications = Principal.Fnrepli.value 'Na segunda replicação volta a pôr o valor
por defeito e não o inserido no código
```

```
's.InitializeSystemBetweenReplications = True
```

```
'-----
```

```
mycreate.UpdateShapes
```

```
'Unload Me
```

```
MsgBox ("Inicio da simulação")
```

```
'-----.
```

End Sub



Anexo B. Diário da Instalação Gaia – 2018

DATA			DIA DE OPERAÇÃO
DIA	MÊS	ANO	

PESSOAL NO SERVIÇO	Local	Função:	Turno A			Turno B		
			Nome	Início de serviço	Fim de serviço	Nome	Início de serviço	Fim de serviço
	ESTAÇÃO JARDIM DO MORRO		Encarregado de operação					
		Chefe operação						
		Operador						
		Operador aux						
		Operador aux						
ESTAÇÃO CAIS DE GAIA		Chefe operação						
		Operador						
		Operador aux						

INÍCIO DA OPERAÇÃO	HORA	TEMPO / DIRECÇÃO E INTENSIDADE DO VENTO

PARAGEM DA INSTALAÇÃO	DA HORA	ATÉ A HORA	MOTIVO
	DA HORA	ATÉ A HORA	MOTIVO
	DA HORA	ATÉ A HORA	MOTIVO

FIM DE OPERAÇÃO	HORA	Nº DE VIAGENS EFECTUADAS

TEMPO DE OPERAÇÃO TOTAL (HORAS)

OCORRÊNCIAS ESPECIAIS DURANTE A OPERAÇÃO

MANUTENÇÃO: INTERVENÇÕES REALIZADAS (TURNO A)

MANUTENÇÃO: INTERVENÇÕES REALIZADAS (TURNO B)

VERIFICAÇÕES EFECTUADAS	ANTES DE CARREGAR A LINHA	N.º DE CABINES	TEMPERATURA EXTERIOR

ASSINATURA Turno A	
--------------------	--

ASSINATURA Turno B	
--------------------	--



Anexo C. Relatórios do ARENA - Objetivo 1

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

3,095

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

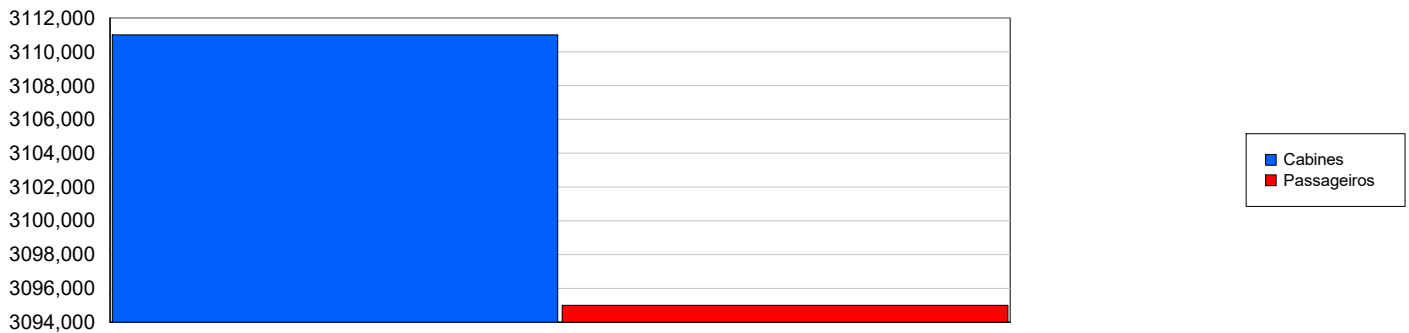
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.4974	0,013172793	0.06693064	1.6837
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	4.0000	0,000000000	4.0000	4.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	4.4974	0,013172793	4.0669	5.6837

Other

Number In	Value
Cabines	3111.00
Passageiros	3095.00



Number Out	Value
Cabines	3095.00
Passageiros	3095.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	15.8300	(Insufficient)	0.00	24.0000
Passageiros	23.1991	(Correlated)	0.00	78.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEMdER.Queue	0.4216	0,020982919	0.00047869	1.2863
FilaEMEIdER.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
FilaERdEM.Queue	0.4381	0,017934604	0.00026397	1.6170
FilaEREIdEM.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdER.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdER.Queue	0.9690	(Correlated)	0.00	13.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.1532	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaERdEM.Queue	1.2528	(Correlated)	0.00	16.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1907	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	2.6324	0,030027830	0.00	5.0000
EstI2	0.08755556	(Correlated)	0.00	1.0000
EstI3	2.6028	(Correlated)	0.00	5.0000
EstI4	0.08666667	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	2.5945	(Correlated)	0.00	5.0000
EstM3	0.00177778	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.6240	0,040184279	0.00	5.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	15.8300	(Insufficient)	0.00	16.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1583	(Insufficient)	0.00	0.1600

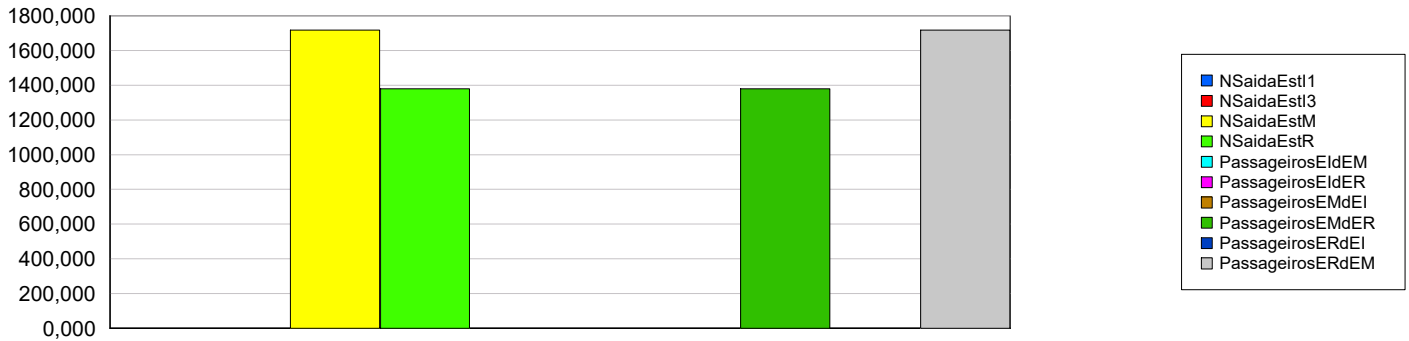
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	0.00
NSaidaEstl3	0.00
NSaidaEstM	1716.00
NSaidaEstR	1379.00
PassageirosEldEM	0.00
PassageirosEldER	0.00
PassageirosEMdEI	0.00
PassageirosEMdER	1379.00
PassageirosERdEI	0.00
PassageirosERdEM	1716.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	395.11	(Correlated)	0.00	791.00
NTCabine2	387.16	(Correlated)	0.00	782.00
NTransfPassE1	865.45	(Correlated)	0.00	1379.00
NTransfPassE3	1059.11	(Correlated)	0.00	1716.00
TotalPassEM	3160.92	(Correlated)	0.00	6328.00
TotalPassER	3097.26	(Correlated)	0.00	6256.00
ValorFila1	1.7701	(Correlated)	0.00	8.0000
ValorFila3	2.2023	(Correlated)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

3,095

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

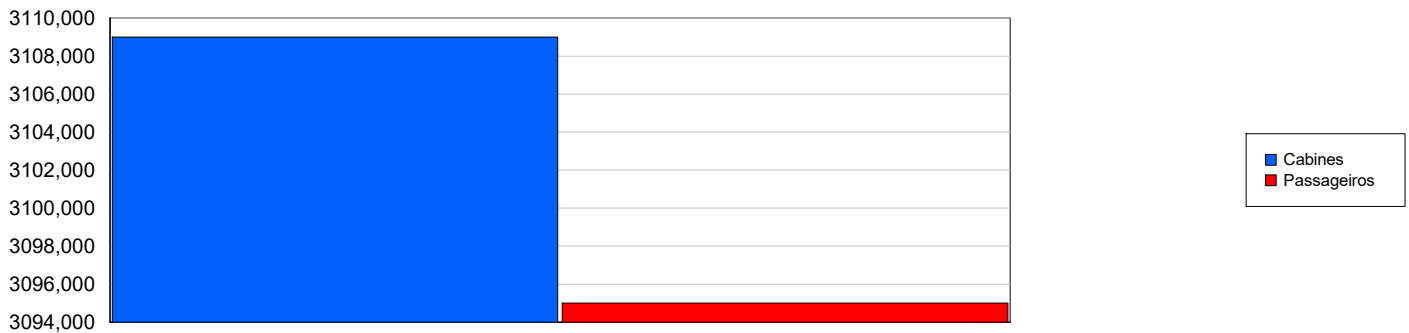
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.4395	0,010380300	0.06711451	1.3360
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	3.0000	0,000000000	3.0000	3.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	3.4395	0,010380300	3.0671	4.3360

Other

Number In	Value
Cabines	3109.00
Passageiros	3095.00



Number Out	Value
Cabines	3095.00
Passageiros	3095.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	13.8913	(Insufficient)	0.00	22.0000
Passageiros	17.7423	(Correlated)	0.00	64.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEMdER.Queue	0.3690	0,015405477	0.00064781	1.0365
FilaEMEIdER.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
FilaERdEM.Queue	0.3760	0,016375608	0.00044784	1.2693
FilaEREIdEM.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdER.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdER.Queue	0.8482	(Correlated)	0.00	12.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.1532	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaERdEM.Queue	1.0752	(Correlated)	0.00	12.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1907	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	2.0709	0,003355254	0.00	3.0000
EstI2	0.0919	0,000501781	0.00	1.0000
EstI3	2.0535	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	0.0911	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	2.0481	(Correlated)	0.00	3.0000
EstM3	0.00116667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.0656	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	13.8913	(Insufficient)	0.00	14.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1389	(Insufficient)	0.00	0.1400

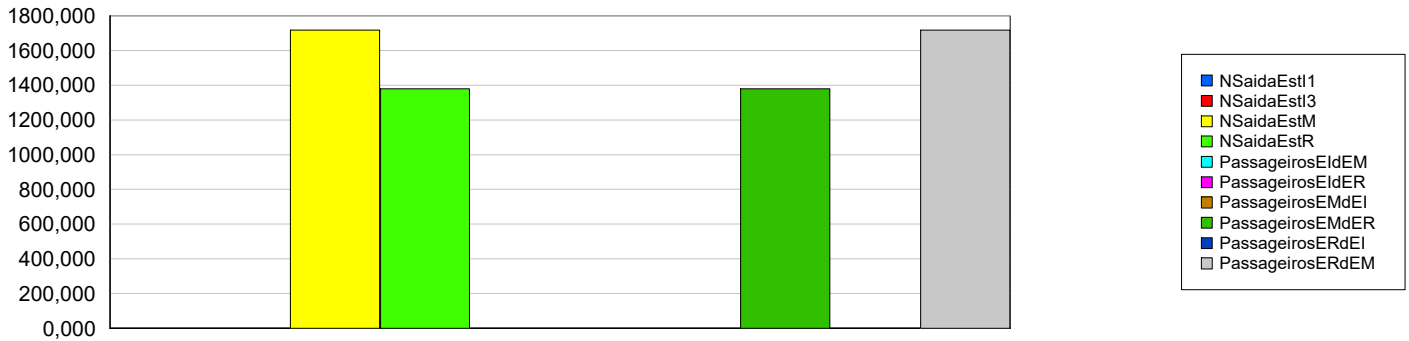
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	0.00
NSaidaEstl3	0.00
NSaidaEstM	1716.00
NSaidaEstR	1379.00
PassageirosEldEM	0.00
PassageirosEldER	0.00
PassageirosEMdEI	0.00
PassageirosEMdER	1379.00
PassageirosERdEI	0.00
PassageirosERdEM	1716.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	414.97	(Correlated)	0.00	829.00
NTCabine2	407.99	(Correlated)	0.00	822.00
NTransfPassE1	866.72	(Correlated)	0.00	1379.00
NTransfPassE3	1060.72	(Correlated)	0.00	1716.00
TotalPassEM	3319.75	(Correlated)	0.00	6632.00
TotalPassER	3263.95	(Correlated)	0.00	6576.00
ValorFila1	1.6645	(Correlated)	0.00	8.0000
ValorFila3	2.0710	(Correlated)	0.00	8.0000



Anexo D. Relatórios do ARENA - Objetivo 2

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

3,095

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

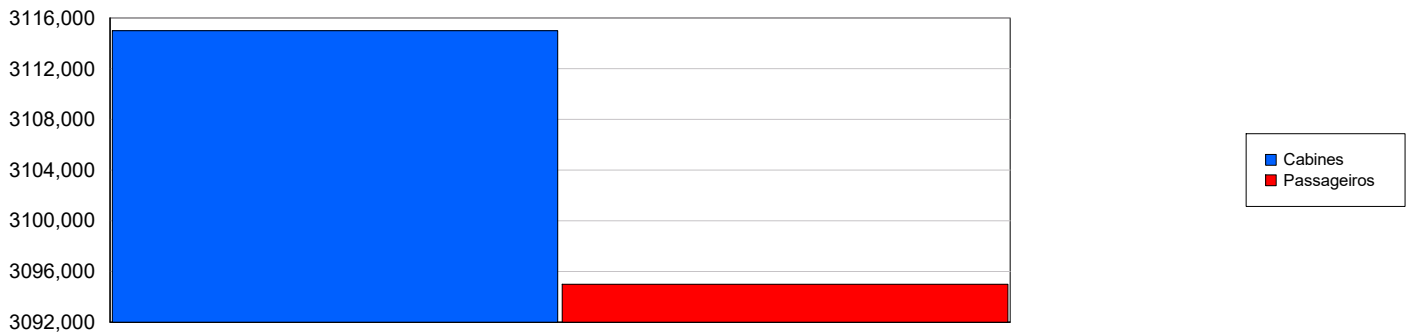
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.4143	(Correlated)	0.05013152	1.6172
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.0000	0,000000000	5.0000	5.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.4143	(Correlated)	5.0501	6.6172

Other

Number In	Value
Cabines	3115.00
Passageiros	3095.00



Number Out	Value
Cabines	3095.00
Passageiros	3095.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	19.7942	(Insufficient)	0.00	26.0000
Passageiros	27.9289	(Correlated)	0.00	89.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEMdER.Queue	0.3484	0,020384070	0.00013152	1.1019
FilaEMEIdER.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
FilaERdEM.Queue	0.3771	0,035048590	0.00072198	1.5672
FilaEREIdEM.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdER.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdER.Queue	0.8009	(Correlated)	0.00	11.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.1149	(Correlated)	0.00	6.0000
FilaERdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaERdEM.Queue	1.0785	(Correlated)	0.00	17.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1430	(Correlated)	0.00	6.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	3.8110	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI2	0.07608333	0,000783274	0.00	1.0000
EstI3	3.7690	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI4	0.07525000	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	3.7528	(Correlated)	0.00	4.0000
EstM3	0.00166667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	3.7947	(Correlated)	0.00	4.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	19.7942	(Insufficient)	0.00	20.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1979	(Insufficient)	0.00	0.2000

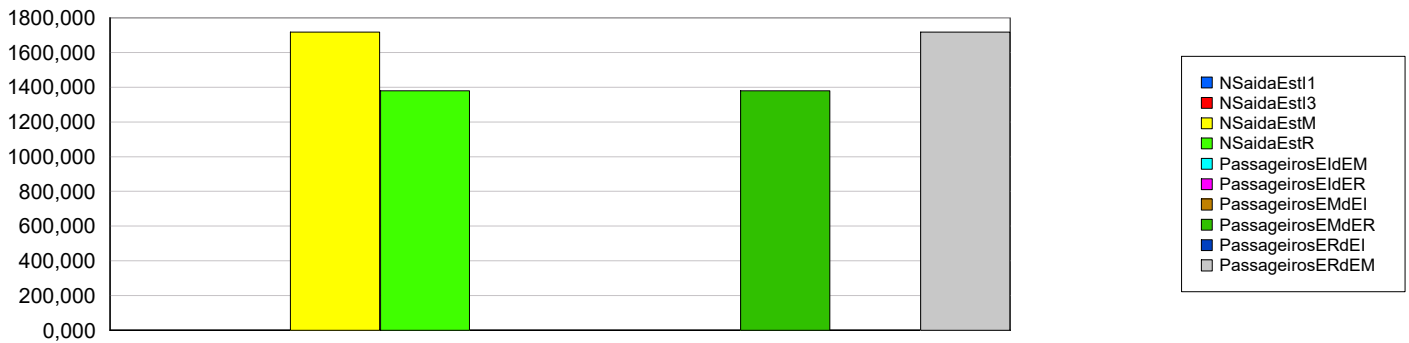
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	0.00
NSaidaEstl3	0.00
NSaidaEstM	1716.00
NSaidaEstR	1379.00
PassageirosEldEM	0.00
PassageirosEldER	0.00
PassageirosEMdEI	0.00
PassageirosEMdER	1379.00
PassageirosERdEI	0.00
PassageirosERdEM	1716.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	458.51	(Correlated)	0.00	917.00
NTCabine2	448.56	(Correlated)	0.00	907.00
NTransfPassE1	864.47	(Correlated)	0.00	1379.00
NTransfPassE3	1057.86	(Correlated)	0.00	1716.00
TotalPassEM	2751.07	(Correlated)	0.00	5502.00
TotalPassER	2691.36	(Correlated)	0.00	5442.00
ValorFila1	1.5038	(Correlated)	0.00	6.0000
ValorFila3	1.8745	(Correlated)	0.00	6.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

3,095

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

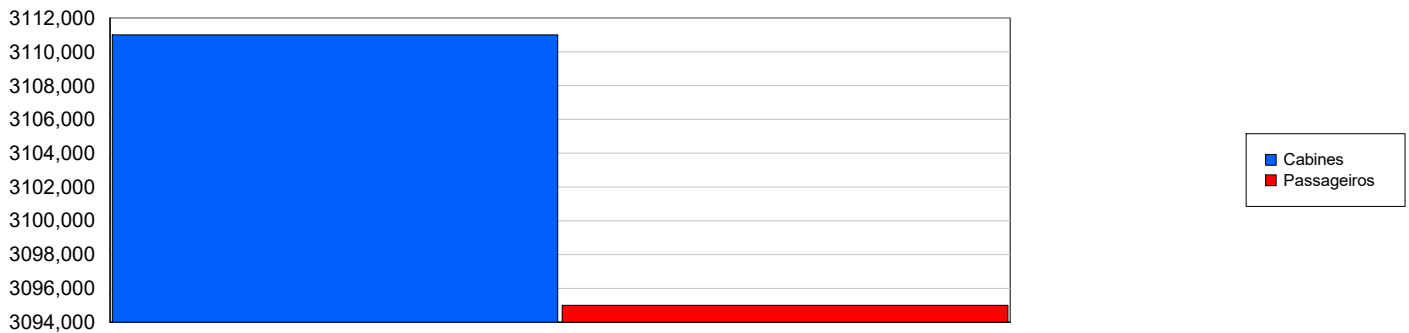
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.4848	0,011248273	0.05016593	1.3073
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.0000	0,000000000	5.0000	5.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.4848	0,011248273	5.0502	6.3073

Other

Number In	Value
Cabines	3111.00
Passageiros	3095.00



Number Out	Value
Cabines	3095.00
Passageiros	3095.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	15.8367	(Insufficient)	0.00	24.0000
Passageiros	28.2927	(Correlated)	0.00	92.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEMdER.Queue	0.4337	(Correlated)	0.00016593	1.2119
FilaEMEIdER.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
FilaERdEM.Queue	0.4357	0,017679836	0.00054795	1.2573
FilaEREIdEM.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdER.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdER.Queue	0.9969	(Correlated)	0.00	13.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.1149	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaERdEM.Queue	1.2462	(Correlated)	0.00	12.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1430	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	3.0490	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI2	0.06083333	0,000670728	0.00	1.0000
EstI3	3.0156	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI4	0.06016667	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	3.0026	(Correlated)	0.00	4.0000
EstM3	0.00133333	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	3.0360	(Correlated)	0.00	4.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	15.8367	(Insufficient)	0.00	16.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1584	(Insufficient)	0.00	0.1600

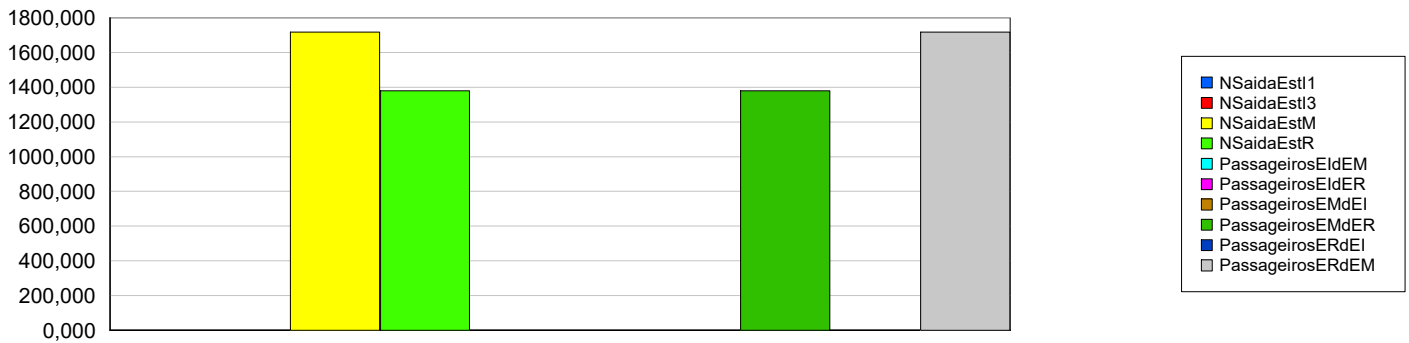
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	0.00
NSaidaEstl3	0.00
NSaidaEstM	1716.00
NSaidaEstR	1379.00
PassageirosEldEM	0.00
PassageirosEldER	0.00
PassageirosEMdEI	0.00
PassageirosEMdER	1379.00
PassageirosERdEI	0.00
PassageirosERdEM	1716.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	366.87	(Correlated)	0.00	733.00
NTCabine2	358.91	(Correlated)	0.00	725.00
NTransfPassE1	864.27	(Correlated)	0.00	1379.00
NTransfPassE3	1057.69	(Correlated)	0.00	1716.00
TotalPassEM	2934.96	(Correlated)	0.00	5864.00
TotalPassER	2871.27	(Correlated)	0.00	5800.00
ValorFila1	1.8818	(Correlated)	0.00	8.0000
ValorFila3	2.3417	(Correlated)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

3,095

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

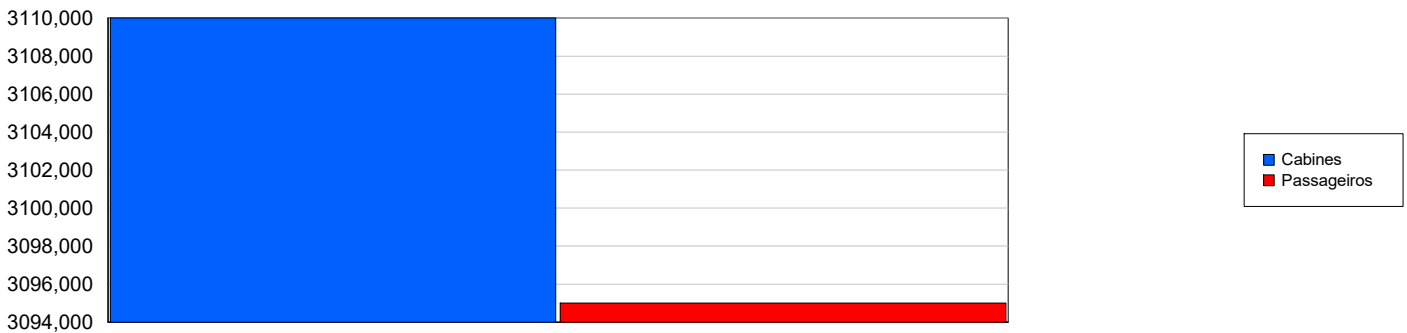
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.5151	0,019928263	0.05001409	2.0238
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.0000	0,000000000	5.0000	5.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.5151	0,019928263	5.0500	7.0238

Other

Number In	Value
Cabines	3110.00
Passageiros	3095.00



Number Out	Value
Cabines	3095.00
Passageiros	3095.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	14.8483	(Insufficient)	0.00	23.0000
Passageiros	28.4486	(Correlated)	0.00	90.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEMdER.Queue	0.4531	0,024295361	0.00098812	1.3220
FilaEMEIdER.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
FilaERdEM.Queue	0.4747	0,034867414	0.00001409	1.9738
FilaEREIdEM.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdER.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdER.Queue	1.0413	(Correlated)	0.00	14.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.1149	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaERdEM.Queue	1.3577	(Correlated)	0.00	17.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1430	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	2.8588	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI2	0.05708333	0,000603117	0.00	1.0000
EstI3	2.8273	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	0.05641667	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	2.8153	(Correlated)	0.00	3.0000
EstM3	0.00125000	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.8465	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	14.8483	(Insufficient)	0.00	15.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1485	(Insufficient)	0.00	0.1500

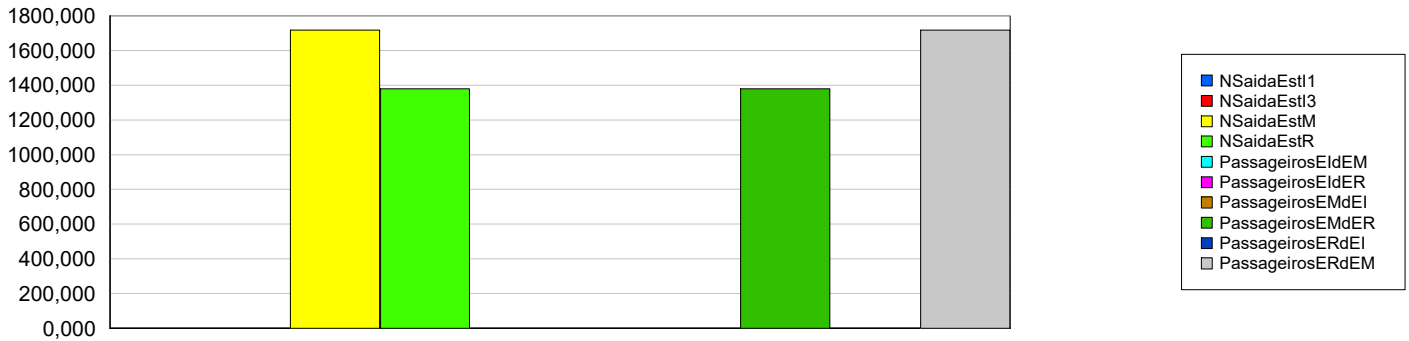
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	0.00
NSaidaEstl3	0.00
NSaidaEstM	1716.00
NSaidaEstR	1379.00
PassageirosEldEM	0.00
PassageirosEldER	0.00
PassageirosEMdEI	0.00
PassageirosEMdER	1379.00
PassageirosERdEI	0.00
PassageirosERdEM	1716.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	344.01	(Correlated)	0.00	688.00
NTCabine2	336.54	(Correlated)	0.00	680.00
NTransfPassE1	864.23	(Correlated)	0.00	1379.00
NTransfPassE3	1057.58	(Correlated)	0.00	1716.00
TotalPassEM	2752.06	(Correlated)	0.00	5504.00
TotalPassER	2692.34	(Correlated)	0.00	5440.00
ValorFila1	2.0061	(Correlated)	0.00	8.0000
ValorFila3	2.4977	(Correlated)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

3,095

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

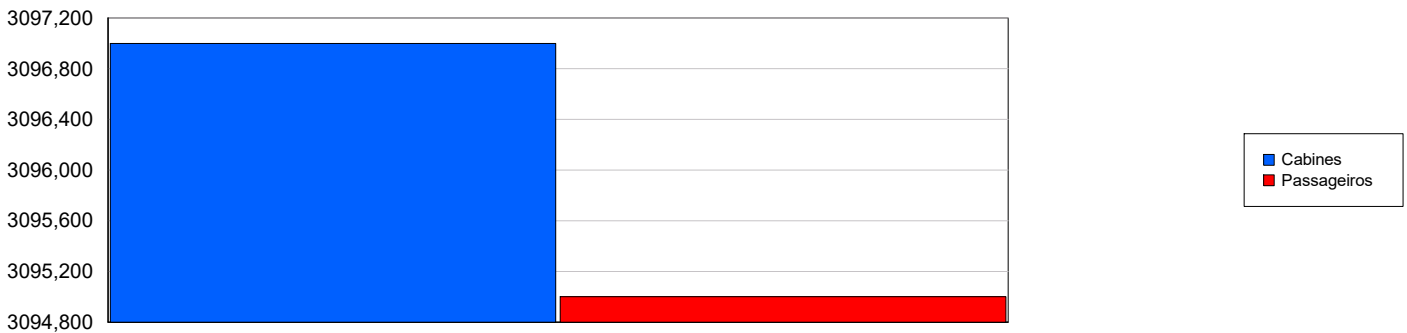
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	2.5007	0,061192212	0.05102767	4.9854
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	3.3333	(Correlated)	3.3333	3.3333
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.8340	0,061192212	3.3844	8.3187

Other

Number In	Value
Cabines	3097.00
Passageiros	3095.00



Number Out	Value
Cabines	3095.00
Passageiros	3095.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	1.9919	(Insufficient)	0.00	42.0000
Passageiros	30.0939	(Correlated)	0.00	116.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEMdER.Queue	2.4126	0,084071660	0.00102767	4.9329
FilaEMEIdER.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
FilaERdEM.Queue	2.4813	0,080298913	0.00145312	4.9354
FilaEREIdEM.Queue	0.05000000	(Correlated)	0.05000000	0.05000000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdER.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEMdER.Queue	5.5449	(Correlated)	0.00	41.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.1149	(Insufficient)	0.00	40.0000
FilaERdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaERdEM.Queue	7.0966	(Correlated)	0.00	41.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1430	(Insufficient)	0.00	40.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	0.3417	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstI2	0.01025000	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstI3	0.3389	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstI4	0.01016667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	0.3389	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstM3	0.00011111	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	0.3417	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	1.9919	(Insufficient)	0.00	2.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.01991944	(Insufficient)	0.00	0.02000000

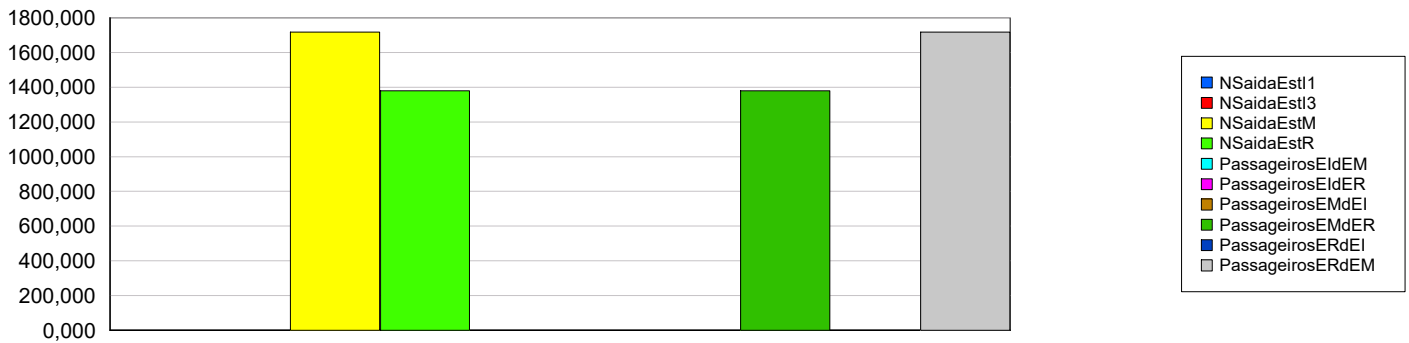
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	0.00
NSaidaEstl3	0.00
NSaidaEstM	1716.00
NSaidaEstR	1379.00
PassageirosEldEM	0.00
PassageirosEldER	0.00
PassageirosEMdEI	0.00
PassageirosEMdER	1379.00
PassageirosERdEI	0.00
PassageirosERdEM	1716.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	61.9322	(Insufficient)	0.00	123.00
NTCabine2	60.9322	(Insufficient)	0.00	122.00
NTransfPassE1	861.64	(Insufficient)	0.00	1379.00
NTransfPassE3	1054.22	(Insufficient)	0.00	1716.00
TotalPassEM	2477.29	(Insufficient)	0.00	4920.00
TotalPassER	2437.29	(Insufficient)	0.00	4880.00
ValorFila1	11.2181	(Insufficient)	0.00	40.0000
ValorFila3	13.9663	(Insufficient)	0.00	40.0000



Anexo E. Relatórios do ARENA - Objetivo 3

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

3,244

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	18.3413	9,85367	0.4213	569.66
Passageiros	365.66	(Insufficient)	0.03853123	563.98
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	6.5263	0,078016948	3.3333	6.6667
Passageiros	3.3333	(Insufficient)	3.3333	3.3333
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	24.8677	9,78968	7.0880	572.99
Passageiros	368.99	(Insufficient)	3.3719	567.32

Other

Number In	Value
Cabines	3126.00
Passageiros	9024.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	3112.00			
Passageiros	3244.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	13.7700	(Insufficient)	0.00	22.0000
Passageiros	2956.86	(Correlated)	0.00	5788.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdER.Queue	373.47	(Insufficient)	5.1876	569.66
FilaEMdEI.Queue	368.71	(Insufficient)	0.03853123	569.80
FilaEMdER.Queue	2.2462	(Correlated)	0.00709202	6.8148
FilaEMEIdER.Queue	0.4763	0,000946357	0.3833	0.4833
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdER.Queue	1444.17	(Correlated)	0.00	2867.00
FilaEMdEI.Queue	1464.28	(Correlated)	0.00	2879.00
FilaEMdER.Queue	11.2748	(Correlated)	0.00	37.0000
FilaEMEIdER.Queue	2.3793	0,078549226	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaERdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEREIdEM.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	2.1839	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI2	1.3048	(Correlated)	0.00	2.0000
EstI3	2.1452	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	1.2814	(Correlated)	0.00	2.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	2.1259	(Correlated)	0.00	3.0000
EstM3	0.00155556	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.1650	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	13.7700	(Insufficient)	0.00	14.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1377	(Insufficient)	0.00	0.1400

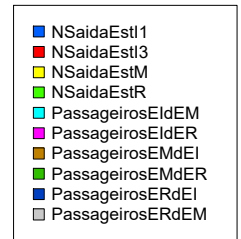
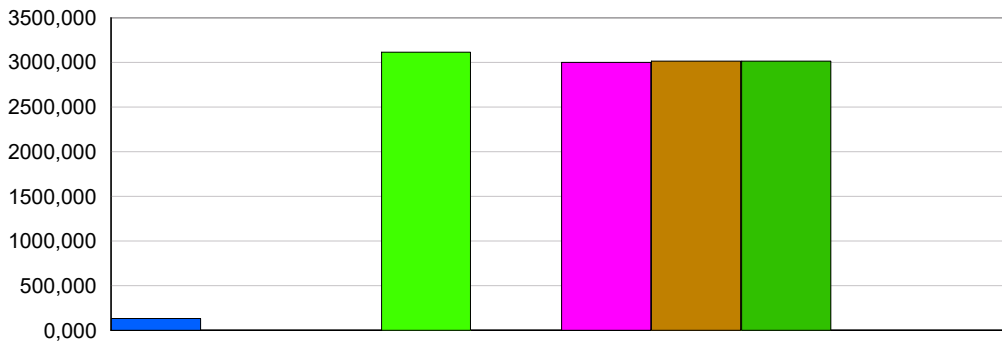
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	132.00
NSaidaEstl3	0.00
NSaidaEstM	0.00
NSaidaEstR	3112.00
PassageirosEldEM	0.00
PassageirosEldER	2998.00
PassageirosEMdEI	3013.00
PassageirosEMdER	3013.00
PassageirosERdEI	0.00
PassageirosERdEM	0.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	197.36	(Correlated)	0.00	394.00
NTCabine2	190.42	(Correlated)	0.00	387.00
NTransfPassE1	1506.97	(Correlated)	0.00	2997.00
NTransfPassE3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TotalPassEM	1578.89	(Correlated)	0.00	3152.00
TotalPassER	1523.32	(Correlated)	0.00	3096.00
ValorFila1	7.9814	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

8,118

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

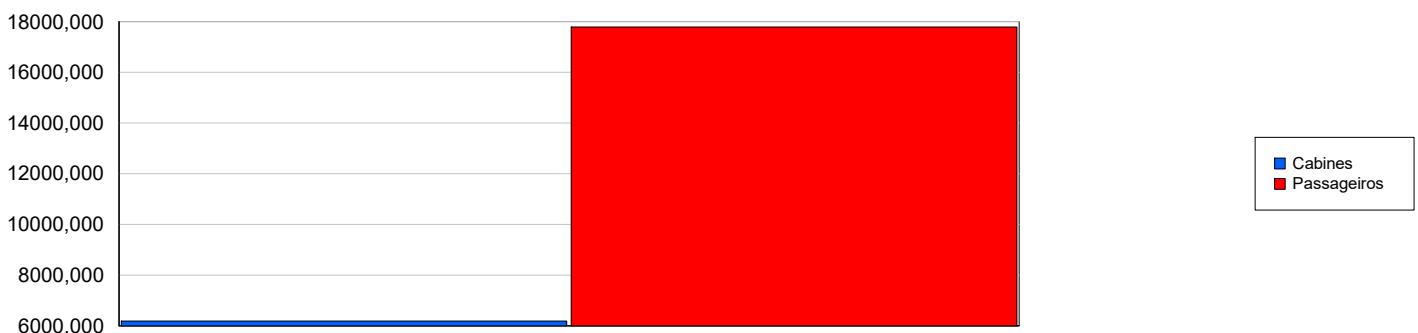
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	88.2717	(Correlated)	0.1525	572.78
Passageiros	145.37	(Correlated)	0.03853123	574.14
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.8188	0,045430379	3.3333	8.6667
Passageiros	5.0636	0,120235638	3.3333	12.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	94.0906	(Correlated)	7.1555	581.44
Passageiros	150.44	(Correlated)	3.3719	577.47

Other

Number In	Value
Cabines	6182.00
Passageiros	17787.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	6168.00			
Passageiros	8118.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	13.7700	(Insufficient)	0.00	22.0000
Passageiros	5043.82	(Correlated)	0.00	9679.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	326.47	(Insufficient)	33.5555	539.47
FilaEIdER.Queue	140.25	(Correlated)	4.9774	266.86
FilaEMdEI.Queue	151.10	(Correlated)	0.03853123	293.88
FilaEMdER.Queue	140.07	(Correlated)	0.03368549	280.21
FilaEMEIdER.Queue	0.4833	(Correlated)	0.4833	0.4833
FilaERdEI.Queue	480.78	(Insufficient)	420.59	583.20
FilaERdEM.Queue	5.8422	(Correlated)	0.00550084	12.5557
FilaEREIdEM.Queue	0.4877	(Correlated)	0.4833	2.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	1356.74	(Correlated)	0.00	2613.00
FilaEIdER.Queue	686.58	(Correlated)	0.00	1301.00
FilaEMdEI.Queue	748.37	(Correlated)	0.00	1441.00
FilaEMdER.Queue	699.11	(Correlated)	0.00	1388.00
FilaEMEIdER.Queue	1.1793	0,017270268	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	1443.45	(Correlated)	0.00	2849.00
FilaERdEM.Queue	29.4066	(Correlated)	0.00	66.0000
FilaEREIdEM.Queue	2.2718	0,080941264	0.00	16.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	2.1839	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI2	1.3048	(Correlated)	0.00	2.0000
EstI3	2.1452	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	1.2814	(Correlated)	0.00	2.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	2.1259	(Correlated)	0.00	3.0000
EstM3	0.00155556	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.1650	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	13.7700	(Insufficient)	0.00	14.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1377	(Insufficient)	0.00	0.1400

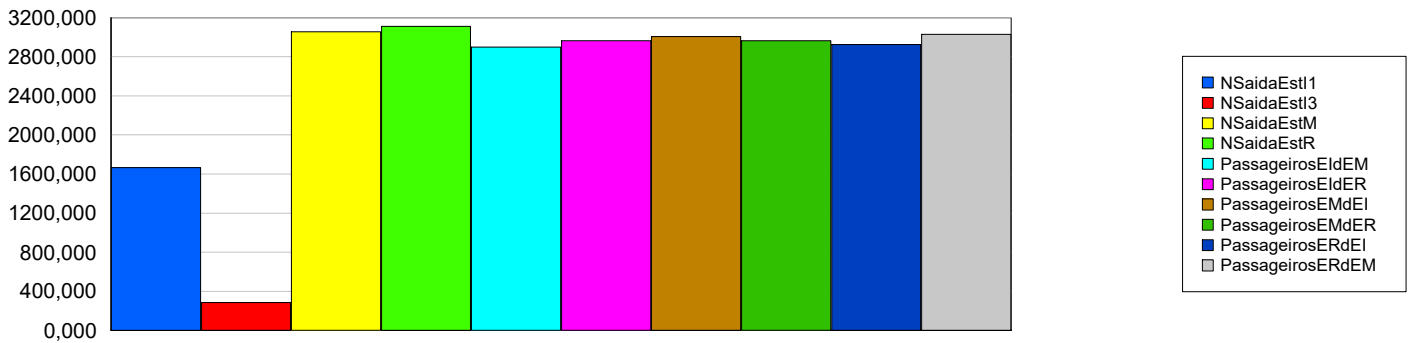
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	1665.00
NSaidaEstl3	285.00
NSaidaEstM	3056.00
NSaidaEstR	3112.00
PassageirosEldEM	2898.00
PassageirosEldER	2963.00
PassageirosEMdEI	3006.00
PassageirosEMdER	2965.00
PassageirosERdEI	2925.00
PassageirosERdEM	3030.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	197.36	(Correlated)	0.00	394.00
NTCabine2	190.42	(Correlated)	0.00	387.00
NTransfPassE1	731.01	(Correlated)	0.00	1464.00
NTransfPassE3	1389.24	(Correlated)	0.00	2795.00
TotalPassEM	1578.89	(Correlated)	0.00	3152.00
TotalPassER	1523.32	(Correlated)	0.00	3096.00
ValorFila1	7.9814	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	7.8569	(Insufficient)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

9,385

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Time

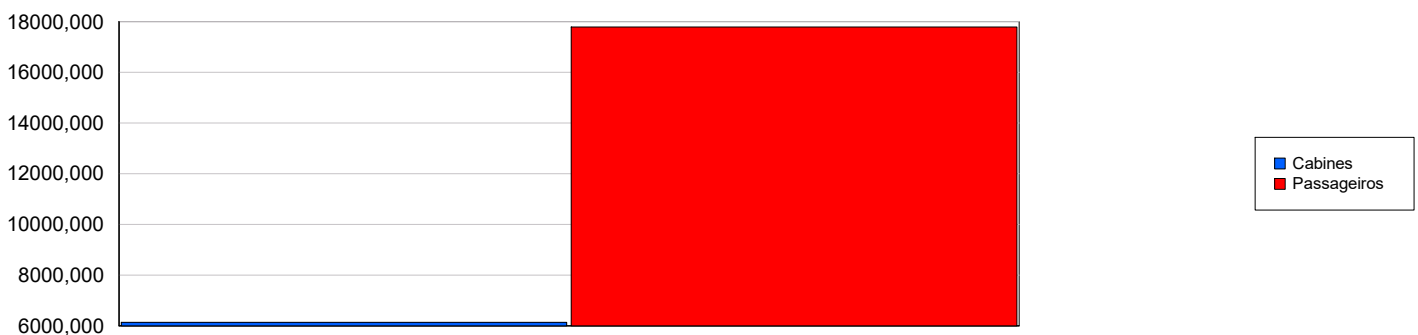
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	29.9419	(Correlated)	0.00771910	572.78
Passageiros	14.4219	(Correlated)	0.00116066	574.14
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.1835	0,057587138	3.3333	8.6667
Passageiros	4.2643	0,066964591	3.3333	12.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	35.1254	(Correlated)	3.3411	581.44
Passageiros	18.6862	(Correlated)	3.3345	577.47

Other

Number In

Value

Cabines	6140.00
Passageiros	17787.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	6126.00			
Passageiros	9385.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	13.7700	(Insufficient)	0.00	22.0000
Passageiros	4389.47	(Correlated)	0.00	8412.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	326.47	(Insufficient)	33.5555	539.47
FilaEIdER.Queue	6.8208	(Correlated)	0.00771910	18.6849
FilaEMdEI.Queue	2.9270	(Correlated)	0.00116066	8.1444
FilaEMdER.Queue	357.17	(Insufficient)	0.03368549	546.20
FilaEMEIdER.Queue	0.4833	(Insufficient)	0.4833	0.4833
FilaERdEI.Queue	480.78	(Insufficient)	420.59	583.20
FilaERdEM.Queue	5.8422	(Correlated)	0.00550084	12.5557
FilaEREIdEM.Queue	0.4877	(Correlated)	0.4833	2.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	1356.74	(Correlated)	0.00	2613.00
FilaEIdER.Queue	33.5201	(Correlated)	0.00	89.0000
FilaEMdEI.Queue	14.6145	(Correlated)	0.00	43.0000
FilaEMdER.Queue	1432.87	(Correlated)	0.00	2806.00
FilaEMEIdER.Queue	0.1249	(Insufficient)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	1443.45	(Correlated)	0.00	2849.00
FilaERdEM.Queue	29.4066	(Correlated)	0.00	66.0000
FilaEREIdEM.Queue	2.2718	0,080941264	0.00	16.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	2.1839	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI2	1.3048	(Correlated)	0.00	2.0000
EstI3	2.1452	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	1.2814	(Correlated)	0.00	2.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	2.1259	(Correlated)	0.00	3.0000
EstM3	0.00155556	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.1650	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	13.7700	(Insufficient)	0.00	14.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1377	(Insufficient)	0.00	0.1400

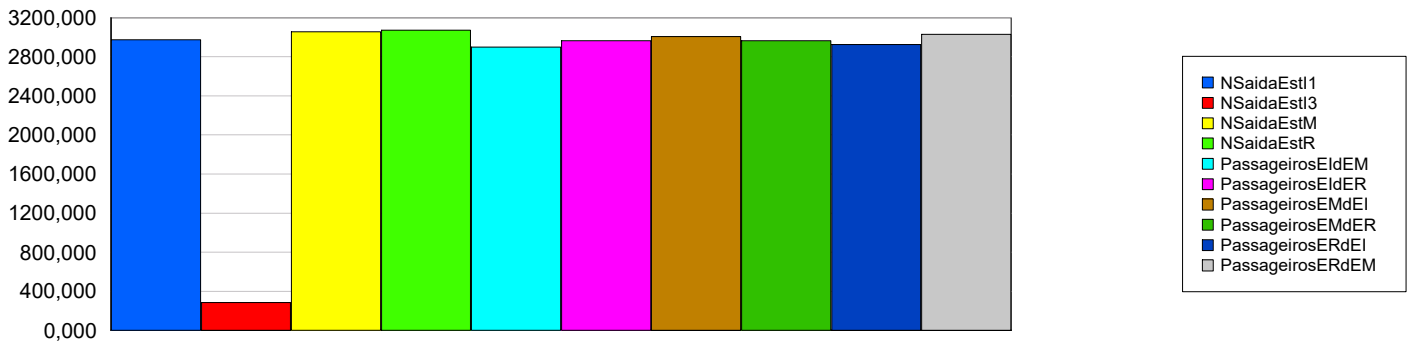
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	2974.00
NSaidaEstl3	285.00
NSaidaEstM	3056.00
NSaidaEstR	3070.00
PassageirosEldEM	2898.00
PassageirosEldER	2963.00
PassageirosEMdEI	3006.00
PassageirosEMdER	2965.00
PassageirosERdEI	2925.00
PassageirosERdEM	3030.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	197.36	(Correlated)	0.00	394.00
NTCabine2	190.42	(Correlated)	0.00	387.00
NTransfPassE1	57.0908	(Insufficient)	0.00	155.00
NTransfPassE3	1389.24	(Correlated)	0.00	2795.00
TotalPassEM	1578.89	(Correlated)	0.00	3152.00
TotalPassER	1523.32	(Correlated)	0.00	3096.00
ValorFila1	7.9814	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	7.8569	(Insufficient)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

8,939

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	2.8726	(Correlated)	0.00002542	21.8677
Passageiros	4.5049	(Correlated)	0.00499753	19.2030
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.2135	0,050910911	3.3333	14.0000
Passageiros	4.2783	0,066191839	3.3333	14.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	8.0861	(Correlated)	3.3387	25.2011
Passageiros	8.7832	(Correlated)	3.3383	27.5660

Other

Number In	Value
Cabines	5743.00
Passageiros	9027.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	5729.00			
Passageiros	8939.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	13.7700	(Insufficient)	0.00	22.0000
Passageiros	124.74	(Correlated)	0.00	195.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	5.7327	(Correlated)	0.00533136	21.8677
FilaEIdER.Queue	2.7763	(Correlated)	0.00869499	12.1263
FilaEMdEI.Queue	4.1336	(Correlated)	0.01039579	12.9327
FilaEMdER.Queue	0.9305	0,144075060	0.00002542	4.6152
FilaEMEIdER.Queue	0.4833	(Correlated)	0.4833	0.4833
FilaERdEI.Queue	5.4083	(Correlated)	0.00499753	19.2030
FilaERdEM.Queue	0.8932	(Correlated)	0.00130523	10.5552
FilaEREIdEM.Queue	0.4919	(Correlated)	0.4833	2.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	14.1659	(Correlated)	0.00	57.0000
FilaEIdER.Queue	6.9809	(Correlated)	0.00	32.0000
FilaEMdEI.Queue	10.5641	(Correlated)	0.00	34.0000
FilaEMdER.Queue	2.3030	0,367729846	0.00	13.0000
FilaEMEIdER.Queue	1.0931	0,050234444	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	13.1361	(Correlated)	0.00	46.0000
FilaERdEM.Queue	2.3061	(Correlated)	0.00	26.0000
FilaEREIdEM.Queue	1.1657	0,067994876	0.00	16.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	2.1839	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI2	1.3048	(Correlated)	0.00	2.0000
EstI3	2.1452	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	1.2814	(Correlated)	0.00	2.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	2.1259	(Correlated)	0.00	3.0000
EstM3	0.00155556	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.1650	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	13.7700	(Insufficient)	0.00	14.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1377	(Insufficient)	0.00	0.1400

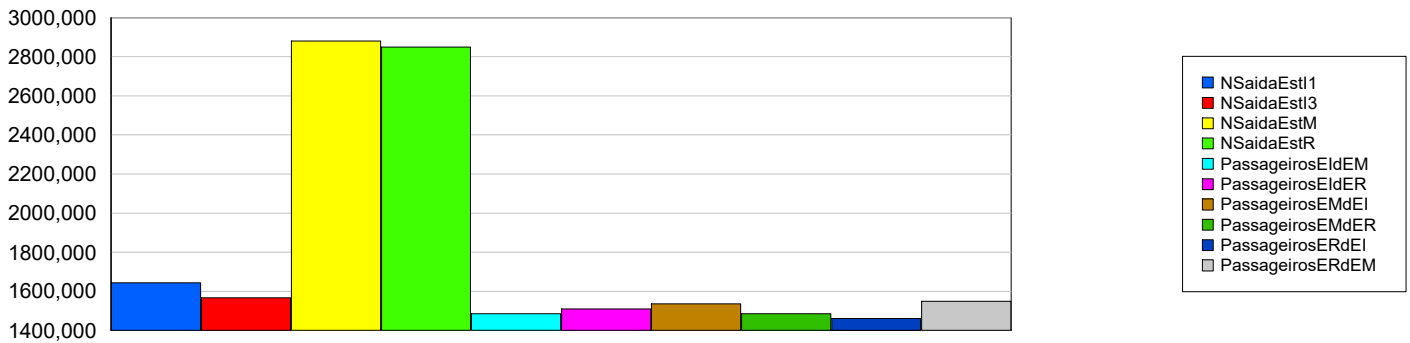
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	1643.00
NSaidaEstl3	1567.00
NSaidaEstM	2880.00
NSaidaEstR	2849.00
PassageirosEldEM	1485.00
PassageirosEldER	1510.00
PassageirosEMdEI	1536.00
PassageirosEMdER	1486.00
PassageirosERdEI	1461.00
PassageirosERdEM	1549.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	197.36	(Correlated)	0.00	394.00
NTCabine2	190.42	(Correlated)	0.00	387.00
NTransfPassE1	678.41	(Correlated)	0.00	1357.00
NTransfPassE3	715.95	(Correlated)	0.00	1422.00
TotalPassEM	1578.89	(Correlated)	0.00	3152.00
TotalPassER	1523.32	(Correlated)	0.00	3096.00
ValorFila1	7.6429	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	7.6249	(Insufficient)	0.00	8.0000



Anexo F. Relatórios do ARENA - Objetivo 4

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

9,641

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

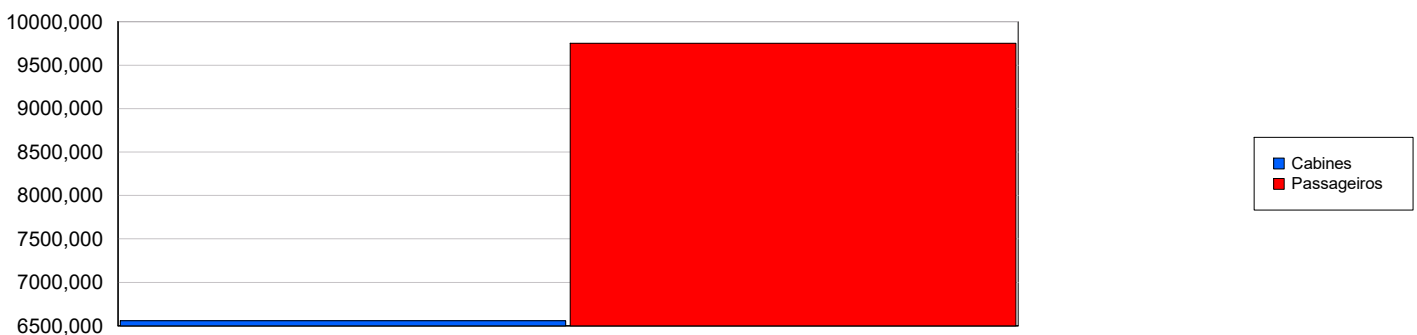
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	4.3074	(Correlated)	0.00027364	34.8381
Passageiros	8.0942	(Correlated)	0.00129816	29.0442
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.1377	0,134623711	2.6667	6.6667
Passageiros	3.0575	(Correlated)	2.6667	4.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	9.4451	(Correlated)	2.6677	37.5048
Passageiros	11.1516	(Correlated)	2.6680	31.7108

Other

Number In	Value
Cabines	6558.00
Passageiros	9751.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	6543.00			
Passageiros	9641.00			

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	14.7958	(Insufficient)	0.00	23.0000
Passageiros	161.34	(Correlated)	0.00	411.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	3.8311	(Correlated)	0.00027364	17.6558
FilaEIdER.Queue	8.0504	(Correlated)	0.00107485	34.8381
FilaEMdEI.Queue	6.9574	(Correlated)	0.00686225	18.4823
FilaEMdER.Queue	4.5877	(Correlated)	0.00221020	21.1189
FilaEMEIdER.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
FilaERdEI.Queue	8.5567	(Correlated)	0.00129816	29.0442
FilaERdEM.Queue	0.7485	0,227873511	0.00001635	8.6219
FilaEREIdEM.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	11.6849	(Correlated)	0.00	80.0000
FilaEIdER.Queue	17.6304	(Correlated)	0.00	82.0000
FilaEMdEI.Queue	10.5288	(Correlated)	0.00	64.0000
FilaEMdER.Queue	15.9347	(Correlated)	0.00	73.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.2311	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	31.3168	(Correlated)	0.00	144.00
FilaERdEM.Queue	1.7554	(Correlated)	0.00	16.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1548	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	3.4266	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI2	0.05688889	0,000884783	0.00	1.0000
EstI3	2.2535	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	0.05622222	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	3.3610	(Correlated)	0.00	4.0000
EstM3	0.00166667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.2714	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	14.7958	(Insufficient)	0.00	15.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1480	(Insufficient)	0.00	0.1500

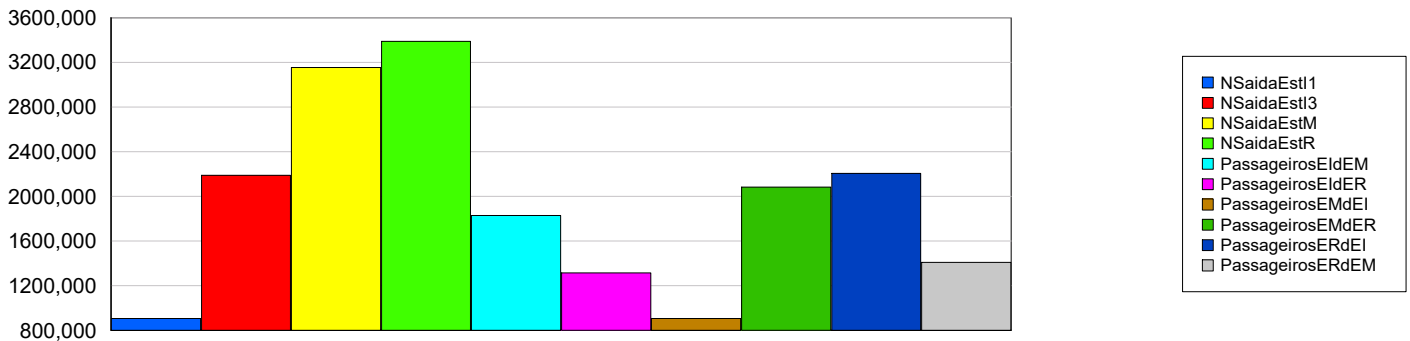
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	908.00
NSaidaEstl3	2190.00
NSaidaEstM	3154.00
NSaidaEstR	3389.00
PassageirosEldEM	1830.00
PassageirosEldER	1314.00
PassageirosEMdEI	908.00
PassageirosEMdER	2084.00
PassageirosERdEI	2207.00
PassageirosERdEM	1408.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	258.06	(Correlated)	0.00	516.00
NTCabine2	250.61	(Correlated)	0.00	508.00
NTransfPassE1	1064.50	(Correlated)	0.00	2080.00
NTransfPassE3	673.29	(Correlated)	0.00	1393.00
TotalPassEM	2064.51	(Correlated)	0.00	4128.00
TotalPassER	2004.89	(Correlated)	0.00	4064.00
ValorFila1	5.8064	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	6.9799	(Insufficient)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

9,641

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

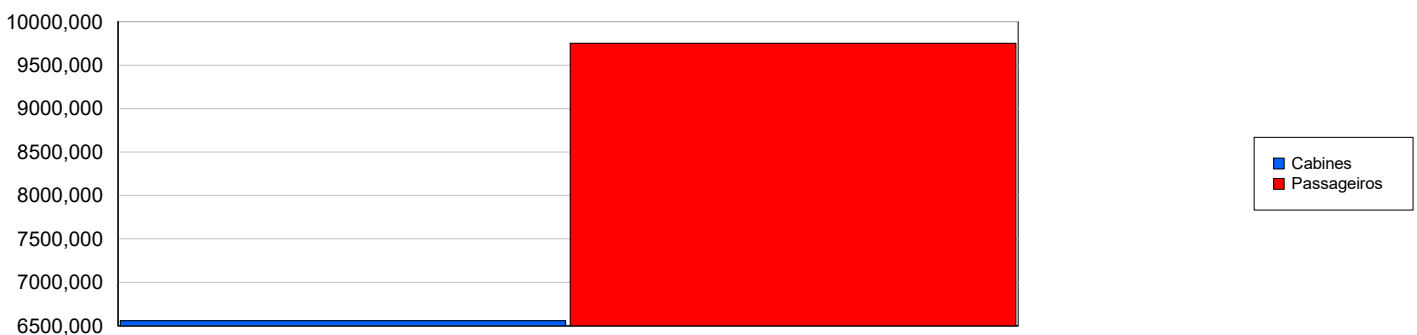
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	3.2538	(Correlated)	0.00027364	36.9893
Passageiros	9.8816	(Correlated)	0.00129816	35.9489
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.1377	(Correlated)	2.6667	6.6667
Passageiros	3.0575	(Correlated)	2.6667	4.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	8.3915	(Correlated)	2.6677	39.6560
Passageiros	12.9390	(Correlated)	2.6680	39.9489

Other

Number In	Value
Cabines	6558.00
Passageiros	9751.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	6543.00			
Passageiros	9641.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	14.7958	(Insufficient)	0.00	23.0000
Passageiros	159.08	(Correlated)	0.00	387.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	3.2564	(Correlated)	0.00027364	13.6478
FilaEIdER.Queue	7.8023	(Correlated)	0.00107485	36.9893
FilaEMdEI.Queue	14.3894	(Correlated)	0.01068612	35.9489
FilaEMdER.Queue	1.3496	(Correlated)	0.00221020	6.8364
FilaEMEIdER.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
FilaERdEI.Queue	8.0046	(Correlated)	0.00129816	27.5133
FilaERdEM.Queue	1.6097	(Correlated)	0.00001635	12.8954
FilaEREIdEM.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	9.9674	(Correlated)	0.00	60.0000
FilaEIdER.Queue	17.0869	(Correlated)	0.00	82.0000
FilaEMdEI.Queue	21.7759	(Correlated)	0.00	122.00
FilaEMdER.Queue	4.6876	(Correlated)	0.00	30.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.2311	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	29.2987	(Correlated)	0.00	128.00
FilaERdEM.Queue	3.7734	(Correlated)	0.00	34.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1548	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	3.4266	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI2	0.05688889	0,000884783	0.00	1.0000
EstI3	2.2535	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	0.05622222	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	3.3610	(Correlated)	0.00	4.0000
EstM3	0.00166667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.2714	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	14.7958	(Insufficient)	0.00	15.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1480	(Insufficient)	0.00	0.1500

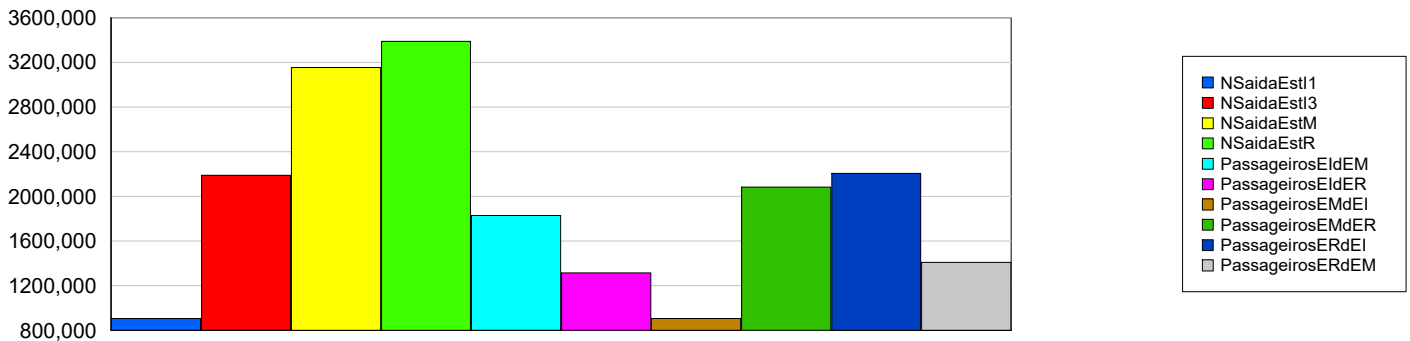
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	908.00
NSaidaEstl3	2190.00
NSaidaEstM	3154.00
NSaidaEstR	3389.00
PassageirosEldEM	1830.00
PassageirosEldER	1314.00
PassageirosEMdEI	908.00
PassageirosEMdER	2084.00
PassageirosERdEI	2207.00
PassageirosERdEM	1408.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	258.06	(Correlated)	0.00	516.00
NTCabine2	250.61	(Correlated)	0.00	508.00
NTransfPassE1	1075.75	(Correlated)	0.00	2080.00
NTransfPassE3	671.27	(Correlated)	0.00	1393.00
TotalPassEM	2064.51	(Correlated)	0.00	4128.00
TotalPassER	2004.89	(Correlated)	0.00	4064.00
ValorFila1	5.8064	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	6.9799	(Insufficient)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

9,641

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

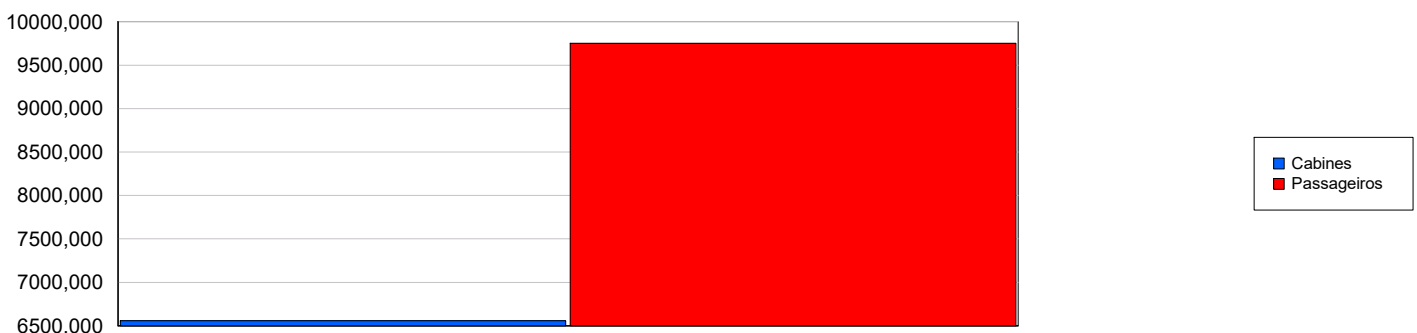
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.8182	(Correlated)	0.00027364	36.1176
Passageiros	6.4227	(Correlated)	0.00129816	29.0442
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.1377	(Correlated)	2.6667	6.6667
Passageiros	3.0575	(Correlated)	2.6667	4.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	10.9559	(Correlated)	2.6677	42.7843
Passageiros	9.4801	(Correlated)	2.6680	31.7108

Other

Number In	Value
Cabines	6558.00
Passageiros	9751.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	6543.00			
Passageiros	9641.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	14.7958	(Insufficient)	0.00	23.0000
Passageiros	169.19	(Correlated)	0.00	411.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	3.8993	(Correlated)	0.00027364	17.6558
FilaEIdER.Queue	11.5394	(Correlated)	0.00107485	34.7612
FilaEMdEI.Queue	1.1147	(Correlated)	0.00686225	4.8767
FilaEMdER.Queue	7.1334	(Correlated)	0.00221020	36.0509
FilaEMEIdER.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
FilaERdEI.Queue	8.6146	(Correlated)	0.00129816	29.0442
FilaERdEM.Queue	0.6583	(Correlated)	0.00001635	8.6219
FilaEREIdEM.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	11.8886	(Correlated)	0.00	80.0000
FilaEIdER.Queue	25.2713	(Correlated)	0.00	116.00
FilaEMdEI.Queue	1.6869	(Correlated)	0.00	23.0000
FilaEMdER.Queue	24.7766	(Correlated)	0.00	123.00
FilaEMEIdER.Queue	0.2311	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	31.5283	(Correlated)	0.00	144.00
FilaERdEM.Queue	1.5439	(Correlated)	0.00	16.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1548	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	3.4266	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI2	0.05688889	0,000884783	0.00	1.0000
EstI3	2.2535	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	0.05622222	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	3.3610	(Correlated)	0.00	4.0000
EstM3	0.00166667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.2714	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	14.7958	(Insufficient)	0.00	15.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1480	(Insufficient)	0.00	0.1500

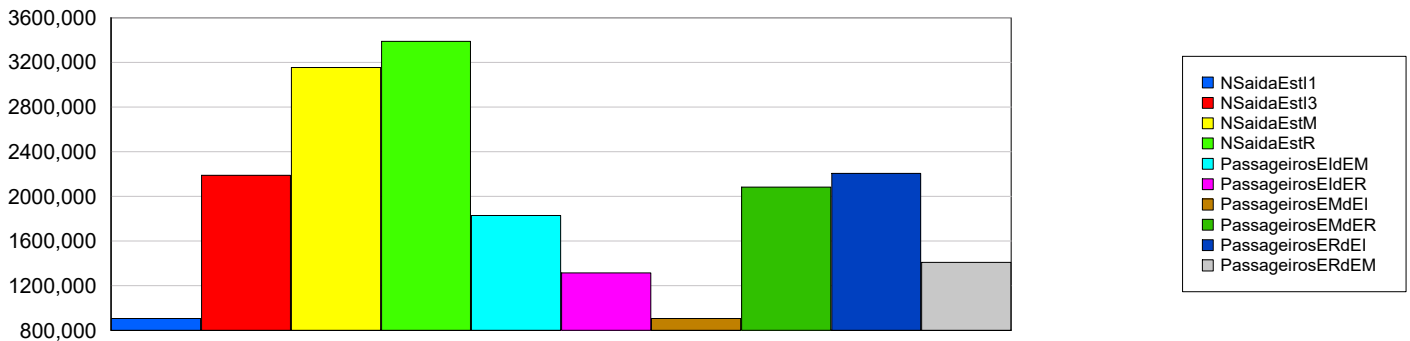
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	908.00
NSaidaEstl3	2190.00
NSaidaEstM	3154.00
NSaidaEstR	3389.00
PassageirosEldEM	1830.00
PassageirosEldER	1314.00
PassageirosEMdEI	908.00
PassageirosEMdER	2084.00
PassageirosERdEI	2207.00
PassageirosERdEM	1408.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	258.06	(Correlated)	0.00	516.00
NTCabine2	250.61	(Correlated)	0.00	508.00
NTransfPassE1	1055.66	(Correlated)	0.00	2080.00
NTransfPassE3	673.50	(Correlated)	0.00	1393.00
TotalPassEM	2064.51	(Correlated)	0.00	4128.00
TotalPassER	2004.89	(Correlated)	0.00	4064.00
ValorFila1	5.8064	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	6.9799	(Insufficient)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

9,641

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

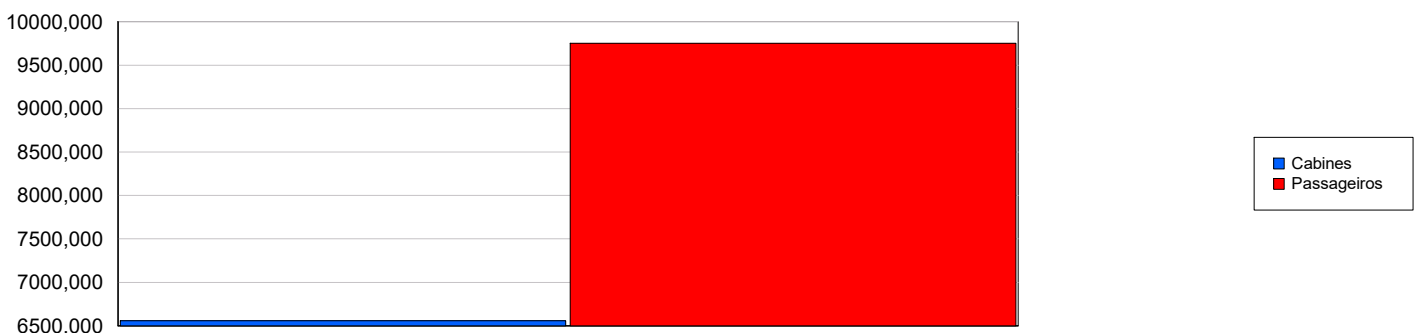
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	3.1659	(Correlated)	0.00027364	46.1392
Passageiros	10.8220	(Correlated)	0.00129816	35.9489
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.1377	(Correlated)	2.6667	6.6667
Passageiros	3.0575	(Correlated)	2.6667	4.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	8.3036	(Correlated)	2.6677	48.8059
Passageiros	13.8794	(Correlated)	2.6680	39.9489

Other

Number In	Value
Cabines	6558.00
Passageiros	9751.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	6543.00			
Passageiros	9641.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	14.7958	(Insufficient)	0.00	23.0000
Passageiros	162.98	(Correlated)	0.00	424.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	3.9227	(Correlated)	0.00027364	17.6558
FilaEIdER.Queue	8.6725	(Correlated)	0.00107485	46.1392
FilaEMdEI.Queue	16.0771	(Correlated)	0.01068612	35.9489
FilaEMdER.Queue	0.6142	0,025965661	0.00114431	1.8194
FilaEMEIdER.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
FilaERdEI.Queue	8.6343	(Correlated)	0.00129816	29.0442
FilaERdEM.Queue	0.6276	(Correlated)	0.00001635	8.6219
FilaEREIdEM.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	11.9586	(Correlated)	0.00	80.0000
FilaEIdER.Queue	18.9928	(Correlated)	0.00	96.0000
FilaEMdEI.Queue	24.3301	(Correlated)	0.00	132.00
FilaEMdER.Queue	2.1335	(Correlated)	0.00	13.0000
FilaEMEIdER.Queue	0.2311	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	31.6002	(Correlated)	0.00	144.00
FilaERdEM.Queue	1.4719	(Correlated)	0.00	16.0000
FilaEREIdEM.Queue	0.1548	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	3.4266	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI2	0.05688889	0,000884783	0.00	1.0000
EstI3	2.2535	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	0.05622222	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	3.3610	(Correlated)	0.00	4.0000
EstM3	0.00166667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.2714	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	14.7958	(Insufficient)	0.00	15.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1480	(Insufficient)	0.00	0.1500

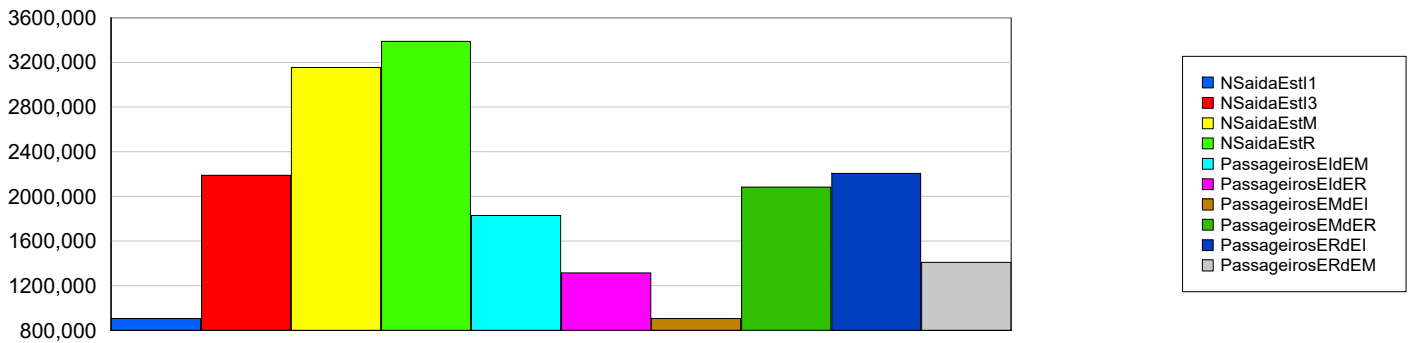
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	908.00
NSaidaEstl3	2190.00
NSaidaEstM	3154.00
NSaidaEstR	3389.00
PassageirosEldEM	1830.00
PassageirosEldER	1314.00
PassageirosEMdEI	908.00
PassageirosEMdER	2084.00
PassageirosERdEI	2207.00
PassageirosERdEM	1408.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	258.06	(Correlated)	0.00	516.00
NTCabine2	250.61	(Correlated)	0.00	508.00
NTransfPassE1	1078.30	(Correlated)	0.00	2080.00
NTransfPassE3	673.58	(Correlated)	0.00	1393.00
TotalPassEM	2064.51	(Correlated)	0.00	4128.00
TotalPassER	2004.89	(Correlated)	0.00	4064.00
ValorFila1	5.8064	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	6.9799	(Insufficient)	0.00	8.0000

Transporte por cabo

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

9,644

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

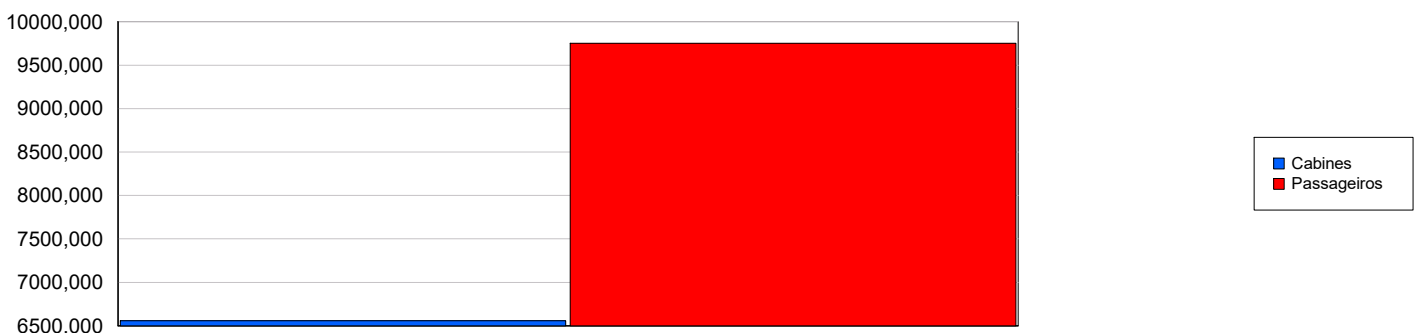
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	7.8123	(Correlated)	0.00027364	59.7916
Passageiros	1.4135	(Correlated)	0.00033605	10.2738
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	5.1381	(Correlated)	2.6667	6.6667
Passageiros	3.0568	(Correlated)	2.6667	4.0000
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Passageiros	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	12.9504	(Correlated)	2.6677	66.4583
Passageiros	4.4703	(Correlated)	2.6670	12.9405

Other

Number In	Value
Cabines	6556.00
Passageiros	9751.00



Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Cabines	6541.00			
Passageiros	9644.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cabines	14.7958	(Insufficient)	0.00	23.0000
Passageiros	165.07	(Correlated)	0.00	337.00

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
FilaEIdEM.Queue	2.5600	(Correlated)	0.00027364	13.6478
FilaEIdER.Queue	11.5057	(Correlated)	0.00107485	34.7090
FilaEMdEI.Queue	0.5913	0,025811829	0.00089111	1.5735
FilaEMdER.Queue	7.3614	(Correlated)	0.00221020	36.2675
FilaEMEIdER.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
FilaERdEI.Queue	1.7481	(Correlated)	0.00033605	10.2738
FilaERdEM.Queue	11.4517	(Correlated)	0.00001635	59.7249
FilaEREIdEM.Queue	0.06666667	(Correlated)	0.06666667	0.06666667
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Fila EstR.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FilaEIdEM.Queue	7.8584	(Correlated)	0.00	59.0000
FilaEIdER.Queue	25.1975	(Correlated)	0.00	116.00
FilaEMdEI.Queue	0.8949	(Correlated)	0.00	12.0000
FilaEMdER.Queue	25.5686	(Correlated)	0.00	131.00
FilaEMEIdER.Queue	0.2311	(Correlated)	0.00	8.0000
FilaERdEI.Queue	6.4253	(Correlated)	0.00	70.0000
FilaERdEM.Queue	26.6468	(Correlated)	0.00	139.00
FilaEREIdEM.Queue	0.1542	(Correlated)	0.00	8.0000
Mover veiculo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

Station

Other

Number Entities Transferring	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EstI1	3.4266	(Correlated)	0.00	4.0000
EstI2	0.05688889	0,000884783	0.00	1.0000
EstI3	2.2535	(Correlated)	0.00	3.0000
EstI4	0.05622222	(Correlated)	0.00	1.0000
EstM	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
EstM1	3.3610	(Correlated)	0.00	4.0000
EstM3	0.00166667	(Insufficient)	0.00	1.0000
EstR1	2.2714	(Correlated)	0.00	3.0000
EstR3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Transporter

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	14.7958	(Insufficient)	0.00	15.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	100.00	(Insufficient)	100.00	100.00

Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Veiculo	0.1480	(Insufficient)	0.00	0.1500

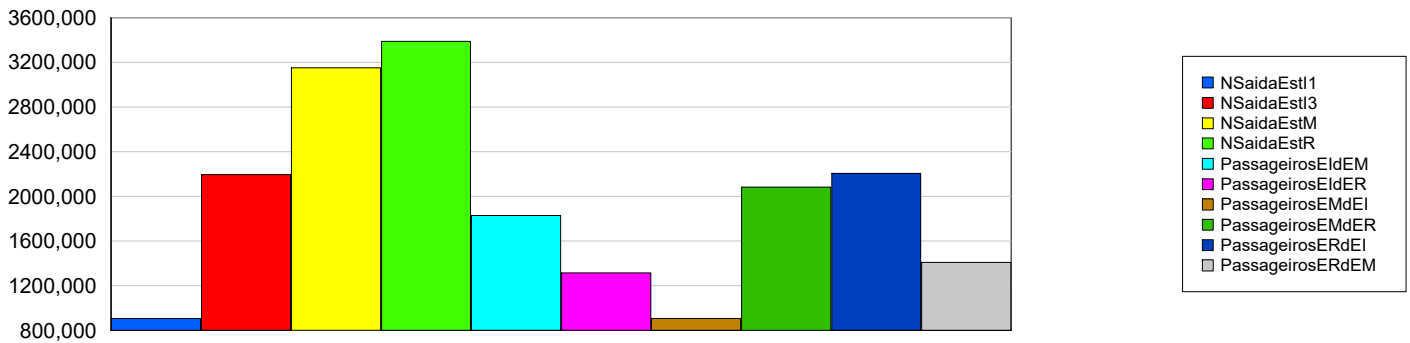
Transporte por cabo

Replications: 1 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Value
NSaidaEstl1	908.00
NSaidaEstl3	2195.00
NSaidaEstM	3152.00
NSaidaEstR	3389.00
PassageirosEldEM	1830.00
PassageirosEldER	1314.00
PassageirosEMdEI	908.00
PassageirosEMdER	2084.00
PassageirosERdEI	2207.00
PassageirosERdEM	1408.00



Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
NPassageiros	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NPassageiros2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NTCabine	258.06	(Correlated)	0.00	516.00
NTCabine2	250.61	(Correlated)	0.00	508.00
NTransfPassE1	1054.87	(Correlated)	0.00	2080.00
NTransfPassE3	648.44	(Correlated)	0.00	1388.00
TotalPassEM	2064.51	(Correlated)	0.00	4128.00
TotalPassER	2004.89	(Correlated)	0.00	4064.00
ValorFila1	5.8064	(Insufficient)	0.00	8.0000
ValorFila3	6.9799	(Insufficient)	0.00	8.0000