

TRILHOS: EFICIÊNCIA E NOVOS RUMOS



Monitoramento On-line do Carregamento na Ocupação de Passageiros na Linha 1 – Azul: Estudo de Caso

Eng.º Mecânico e Metroviário – OTM – I – (ESTAÇÃO) – Marcos Augusto Toassa
Fontealba - GOP/OPE/CP3/TAT – Registro Funcional: r25897-4 - Estação: TAT – Tatuapé
– Linha 3 – Vermelha.

Eng.º Dr.º Prof.º Jorge Martins Secall – Consultor Técnico de Engenharia
Metroferroviária.

18 de setembro de
2019

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

BREVE CURRÍCULO DOS AUTORES DESTE ARTIGO TÉCNICO

Eng.º Mecânico Esp.º - Marcos Augusto Toassa Fontealba

METROVIÁRIO – OTM - I - (Operador de Transporte Metroviário - I) - do METRÔ - Companhia do Metropolitano de São Paulo S.A. - São Paulo - Estado de São Paulo, desde Julho de 2011. Engenheiro Mecânico, com CREA Ativo sob o N.º: 5069309345. Possui Pós-Graduação - Especialização/MBA - Engenharia Metroferroviária e Engenharia Ferroviária - Ênfase: Engenharia de Manutenção de Equipamentos do Material Rodante; pós-graduação concluída em Maio de 2019, tendo sido realizada no IMT/CEPEFER - Instituto Mauá de Tecnologia/Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia Ferroviária. Participou da 19ª Semana de Tecnologia Metroferroviária, em 2013, como Palestrante.

Eng.º Dr.º Prof.º Jorge Martins Secall

Possui Graduação em Física pela Universidade de São Paulo (1995), Mestrado em Rail Systems Engineering, MSc (Eng) pela University of Sheffield, Inglaterra (1999) e Doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2007). Possui enorme experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em sinalização ferroviária, atuando principalmente nos seguintes temas: transportes urbanos sobre trilhos, ferrovias, segurança operacional, gestão de ativos e renovação em sistemas de transporte metroferroviários.

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Tema Escolhido

Análise Numérica, Operacional e Estatística do Carregamento de um Trem, durante a sua Ocupação de Passageiros, no intervalo de tempo do Início e do Encerramento da Operação Comercial, tendo como Correlação de Estudo, a Interface com os Equipamentos deste Material Rodante e a Área Operacional de Controle de Tráfego.

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Objetivos Principais

- Analisar o processo de monitoramento on-line, por meio da gestão de oferta e demanda de passageiros, de trens da Frota X do Metrô, presentes na Linha 1 - Azul do Metrô;
- Expor informações técnicas que envolvam o sistema de suspensão primária e secundária destes trens da Frota X, e, como estas informações estarão correlacionadas para obtenção do resultado deste estudo;
- Os benefícios resultantes deste tipo de análise para com a implementação deste processo de aquisição de dados, em um sistema metroviário;
- Estudar o comportamento do fluxo de embarque e desembarques nas estações de Metrô presentes na Linha 1 – Azul;
- Mostrar como funciona as aplicações tecnológicas de Engenharia Metroferroviária, desenvolvida para determinado fim, em uma Linha Metroviária de São Paulo.

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Justificativa

A escolha deste Artigo Técnico, justifica-se, pelo fato de que, eu sou funcionário da Companhia do Metropolitano de São Paulo S.A. – Metrô de São Paulo, na área operacional de estação, estando atualmente lotado na Estação: Tatuapé – Linha 3 – Vermelha; e, por meio de um IN – Instrumento Normativo Interno – segundo as Autorizações Gerenciais da minha Área: GOP/OPE/CP3/TAT – Estação: Tatuapé, para com a Área de Estudo: GMT/MTT/EPR/ELN, conforme Consta neste IN - NOR - 02 - 205 - Rev. 06 - Cursos de Pós-Graduação - Págs.: 5 - Capítulo: 3.2 - Itens: 3.2.2 e 3.2.3 ; Pág.: 5 - Capítulo: 3.4 - Item: 3.4.1; Pág.: 6 - Capítulo: 3.4 - Item: 3.4.9 e 3.4.10; Pág. 8 - Capítulo: 6.1 e 6.4 - Anexos: A - Capítulo 2; Anexos: E (e) F; e, por meio desta solicitação realizado por e-mail, foi proposto esta Temática para minha pessoa, para realizar este tipo de estudo de caso, dentro desta Interface entre as 02 – Gerências: GOP e GMT, e, intermediado administrativamente e academicamente, pela UNIMETRO - Universidade Corporativa do Metrô.

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Metodologia de Pesquisa

Para elaborar este Artigo Técnico, foram realizadas algumas pesquisas, bem como também foram realizadas diversas análises em obras literárias, artigos e teses sobre o assunto, bem como pesquisas em internet e revistas temáticas sobre engenharia metroviária.

Além disso, foram obtidos dados por meio das áreas gerenciais acima especificadas internamente na Companhia do Metropolitano de São Paulo S.A., que seriam elas as seguintes: GOP – Gerência de Operações; e, a GMT – Gerência de Manutenção.

Na maioria dos casos, assume-se a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso.

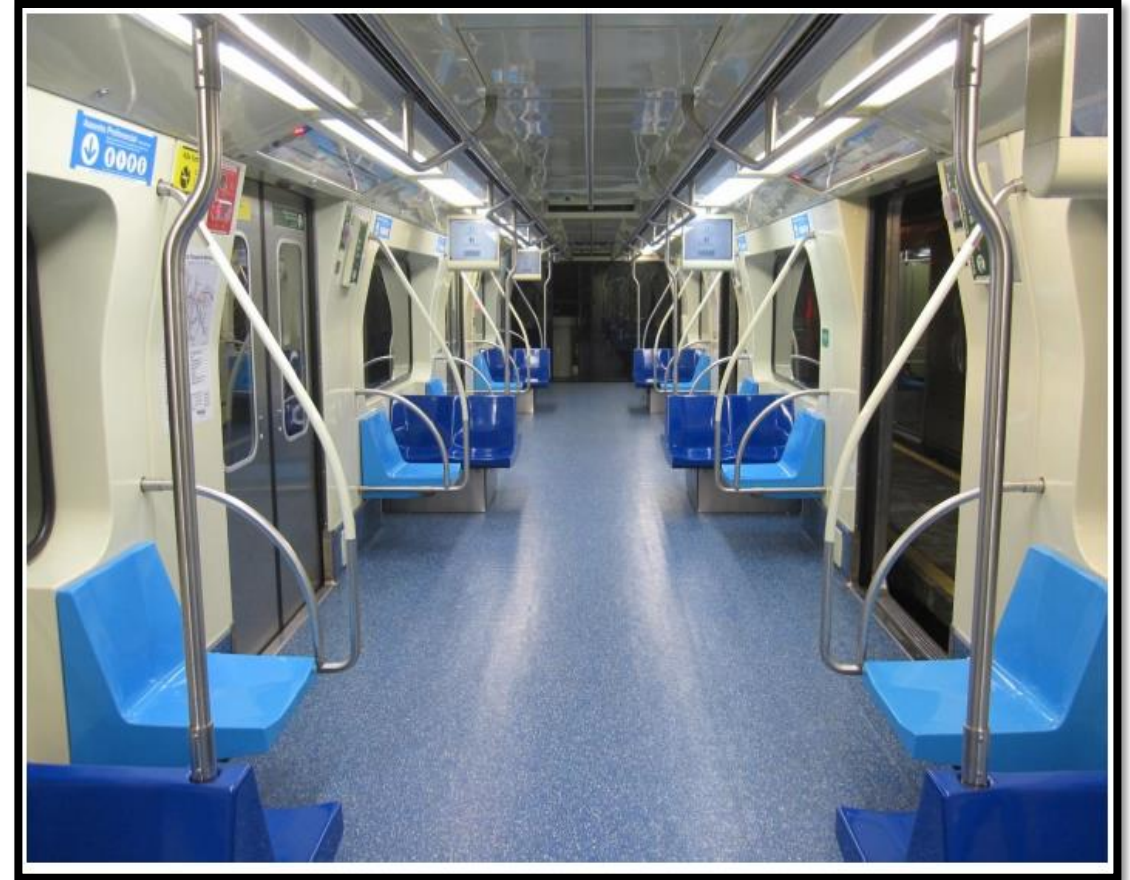
As pesquisas de caráter bibliográfico estão relacionadas a uma modalidade específica de documentos, cujas obras são escritas através de editoras ou materiais acadêmicos, devidamente comercializadas em livrarias e classificadas em bibliotecas, como livros, jornais, revistas ou almanaques.

O método de pesquisa utilizado neste Artigo Técnico, foi a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso com a finalidade de identificar um gargalo do Metrô de São Paulo, e identificar possíveis otimizações no processo de oferta e demanda e mensuração do carregamento dos trens em uma determinada Linha, na qual encontra-se em processo de saturação na ocupação de passageiros, e desta forma, poder elaborar estratégias operacionais que possam minimizar este problema.

“O estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análises aprofundadas de um ou mais objetivos da análise” (MIGUEL et al., 2012, p.130).

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações



DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

Corpo do Trem:	Aço inoxidável
Aceleração:	1,12 m/s ²
Desaceleração:	1,2 m/s ² (operação normal) / 1,5 m/s ² (emergência)
Largura:	3,177 m
Comprimento do veículo:	130,5 m
Comprimento Total:	21,75 m (cada carro)
Altura:	3,625 m
Peso:	37,267 kg (tara carro A) --- 36.042 kg (tara carro B) --- Peso total do trem em lotação máxima (condição 8 pass/m ²) = 351.692 toneladas.
Velocidade máxima:	100 km/h (máxima de projeto)
Tipo de tração:	Elétrica (Corrente alternada)
Motor:	24 motores de indução Toshiba com inv de tensão Bombardier trifásico por motor
Potência:	220 kW
Tipo de transmissão:	Manual / ATO – Automático / ATO-RED / CBTC (Controle por comunicação entre trens, via e estações)
Tipo de climatização:	HVAC (Ar Refrigerado)
Alimentação:	750 Vcc
Captação de energia:	Terceiro Trilho
Classificação UIC:	BoBo + BoBo + BoBo + BoBo + BoBo + BoBo

Truque:	Villares Pioneiro III - "H" rígido
Freios:	Regenerativo/Reostático, Pneumático(atrito)
Segurança:	Interface de comunicação de áudio com operador / Botões de abertura de portas / Extintores de incêndio abaixo dos bancos / Travamento automático das folhas de portas
Acoplamento:	Engate tipo N2 (carro A)
Bitola:	1,60 m

Fonte: Metro (2019)

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

Lotação por carro	Carro A	Carro B
Sentados	38	50
Em pé (6 passageiros / m ²)	208	220
Em pé (8 passageiros / m ²)	278	293
Total do Carro (8 passageiros / m ²)	246	270
Lotação por trem		
Sentados	276	
Em pé (6 passageiros / m ²)	1296	
Em pé (8 passageiros / m ²)	1728	
Total do Trem (8 passageiros m ²)	2004	

Fonte: Metro (2019)

Peso por carro	Carro A	Carro B
Peso vazio (kg)	37.267	36.042
Peso do carro lotado (kg) - 8 pessoas por m ²	58.912	58.467
Peso total do trem - 8 pessoas por m ²	351.692	

Fonte: Metro (2019)

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações ANÁLISE SOBRE SISTEMAS DE MONITORAMENTO ON-LINE

- "O Monitoramento é uma coleta sistemática e uma análise da informação de como um projeto progride" (SHAPIRO, 2002).

Significa que as informações são coletadas durante toda a execução das intervenções e que a análise dessas informações contribui para que os responsáveis pela implementação das intervenções acompanhem os resultados alcançados e verifiquem a necessidade de ajustes nas ações para que os objetivos e metas sejam alcançados.

- "É criado para melhorar a eficiência e a eficácia de um projeto ou organização" (SHAPIRO, 2002).

Ora, se por meio do monitoramento coletar informações sobre os processos realizados no decorrer da implementação das intervenções, podemos mensurar os recursos utilizados, o tempo despendido nas ações, bem como visualizar se os objetivos estão sendo alcançados ou não.

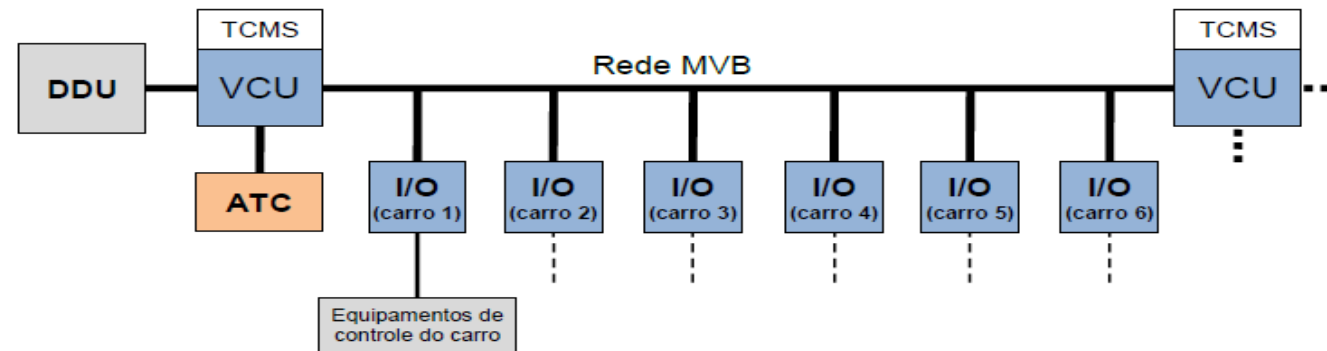
Todas essas informações decorrentes do processo de monitoramento facilitam a tomada de decisões, ou seja, o gerenciamento correto das intervenções, com vistas sempre a alcançar os objetivos com o tempo e os custos adequados.

- "É baseado em metas e atividades dirigidas durante as fases de planejamento do trabalho" (SHAPIRO, 2002).

REDE MVB

A rede de dados **MVB** tem a função de transmitir o estado dos equipamentos do carro ao operador na cabine através das telas da DDU.

A rede de dados (MVB) é comandada pelo sistema de gerenciamento do trem, o TCMS.



Nomenclatura da rede	
TCMS	Sistema de comunicação e gerenciamento do trem
MVB	Rede de comunicação do trem
I/O	Módulo de entrada e saída / Roteador da rede. Realiza a distribuição da informação.
VCU	Processador da rede. Realiza a administração da rede.
DDU	As DDU apresentam os estados dos equipamentos do trem, indicam as funções do ATC e fornecem as imagens das câmeras e todos os ajustes do sistema PA/PIS.

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

Informações sobre o POT - Programa de Oferta de Trens - Linha 1 - Azul

O Metrô de São Paulo, dentro da Gerência de Operações - GOP, na Coordenadoria de Estratégias Operacionais (CEO), pesquisa, estuda, elabora, analisa e verifica as necessidades da oferta de trens, dentre outras atividades.

A oferta de trens é elaborada basicamente visando os seguintes parâmetros:

- número de entradas de usuários em cada estação, em determinado intervalo

- matriz origem x destino;

- tempo de parada em cada plataforma;

- particularidades em razão de restrições na via – velocidade em trechos elevados, velocidade em caso de chuva, etc.

Os dados de entrada de usuários são monitorados diariamente, em cada estação, por faixas horárias, através de dados enviados ao Centro de Controle Operacional (CCO).

Anualmente, ou esporadicamente, como em caso de inauguração de novas estações/linhas, são realizadas pesquisas origem x destino, que mostrarão a necessidade de alteração de estratégias.

São enviados ao CCO dados referentes ao comportamento dos trens, por exemplo, a modalidade de operação dos trens, tempo gasto entre estações, comandos especiais do CCO, tempo de parada em cada plataforma, entre outros.

Os dados dos tempos de parada programados para cada plataforma por faixas horárias, carregados no Programa de Oferta de Trens (POT), são resultados de estudos e fórmulas retirados do METRÔ de SP (2005).

Verificando diariamente os tempos de parada reais recebidos pelo CCO, comparando com a média dos meses anteriores e associando aos dados de entrada e matriz OD, podemos observar a necessidade de alterações/melhorias na operação comercial.

Quanto maior o desvio no tempo de parada – diferença entre o tempo de parada real e o tempo de parada programado – maior é a interferência dos usuários impedindo o fechamento das portas dos trens.

Assim que detectado o problema, utilizamos a avaliação visual em campo e realizadas as medições para o devido ajuste no Programa de Oferta de Trens.

POT = Quantidade de trens necessários ao atendimento do Programa de Oferta de Trens, levando em consideração que a lotação na interestação mais carregada não poderá exceder a 6 passageiros em pé por metro quadrado, exceto quando este intervalo não seja obtido pela frota de trem disponível, descontada a reserva técnica de 10%; considerando somente os dias úteis.

PROGRAMA DE OFERTA DE TRENS - LINHA 1 - AZUL - MÊS: 04/2019
Trens Estacionados ao Longo da Via – Início da Operação Comercial:

Tabela 5 - Tabela de despachos de trem com base no POT-01DU0055

NPV	Local do estacionamento	Horário do Despacho	Origem da Viagem	Destino
5	TM1 de LUZ	04:31:17	LZT1	TUC
13	ETC2	04:31:31	JAB1	ETC2
8	SAU1	04:32:13	PAT1	TUC
9	TM1 de ANR	04:33:43	ANR1	TUC
3	ETC2	04:34:05	ETC2	JAB2
1	TM2 de ANR	04:36:22	ANR2	TUC
10	PAT1	04:36:46	PAT1	TUC
15	PIG1	04:36:46	ETC1	TUC
4	TM2 de LUZ	04:39:59	LZT2	JAB2
17	PAT1	04:41:42	PAT1	TUC
2	TM2 de LUZ	04:42:16	LZT2	TUC
18	ETC1	04:44:08	ETC1	JAB
19	JQM1	04:46:29	VGO1	TUC
20	ETC1	04:48:46	ETC1	JAB
6	ETC2	04:50:00	ETC2	JAB
21	JAB1	04:51:00	JAB1	TUC
22	JAB1	04:53:10	JAB1	TUC
7	ETC2	04:54:07	ETC2	JAB
23	PAT1	04:55:17	PAT1	TUC
24	PAT1	04:57:21	PAT1	TUC
25	PAT1	04:59:22	PAT1	TUC
26	PAT1	05:01:20	PAT1	TUC
27	PAT1	05:05:16	PAT1	TUC

NPV	Local do estacionamento	Horário do Despacho	Origem da Viagem	Destino
28	PAT1	05:07:14	PAT1	TUC
11	ETC2	05:07:24	ETC2	JAB
2	PAT1	05:09:15	PAT1	TUC
12	ETC2	05:10:15	ETC2	JAB
29	PAT1	05:11:10	PAT1	TUC
2	PAT2	05:11:15	PAT2	TUC
30	PAT1	05:13:08	PAT1	TUC
14	ETC2	05:15:40	ETC2	JAB
31	PAT1	05:17:01	PAT1	TUC
32	PAT1	05:18:56	PAT1	TUC
16	ETC2	05:20:45	ETC2	JAB
33	PAT1	05:22:46	PAT1	TUC
34	PAT1	05:24:41	PAT1	TUC
35	PAT1	05:28:31	PAT1	TUC
36	PAT1	05:32:21	PAT1	TUC
37	PAT1	05:36:11	PAT1	TUC
38	PAT1	05:40:01	PAT1	TUC
39	PAT1	05:43:51	PAT1	TUC
40	PAT1	05:51:52	PAT1	TUC
41	PAT1	06:00:00	PAT1	TUC
42	PAT1	06:18:18	PAT1	TUC
43	PAT1	06:26:26	PAT1	TUC

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

Estratégias

> TOTAL DE 1016 VIAGENS PROGRAMADAS

> TRENS

43 - 35 - 43

> ALTERNÂNCIA

JAB: das 05h às 23h

TUC: das 05h20 às 06h e das 09h às 23h

>BX Oferta Revisa:

Lista de percurso 3 das 04h40 às 09h00

Lista de percurso 4 das 09h00 à 01h00

>ESTRATÉGIAS DO PICO

Conforme PO 204A01

>TREM DO BILHETE

Inibir troca de trem às 05h10 na 3ª e 5ª feira

>TREM RESERVA NO PICO DA MANHÃ

Posicionar 1 trem no ETC

>TREM RESERVA NO PICO DA TARDE

Posicionar 1 trem na TM-ANR

Trens da transferência

>JAB: npv244 - 00:10 - ANR1: 00:22 - PSO1: 00:24 - PSE1: 00:30

>TUC: npv 04 - 00:13 - PSE2: 00:30 - PSO2: 00:36 - ANR2: 00:38

Últimos trens

>JAB: npv244 - 00:10

>TUC: npv 05 - 00:19

Despachos Programados: 521

Medições

Horário:	07:00-08:00	12:00-13:00	17:30-18:30
Headway			
Local:	PSE2	PSE2	LIB1
Programado:	122	143	118
Velocidade Comercial			
Via 1	29,4 km/h	29,3 km/h	29,2 km/h
Via 2	29,8 km/h	29,8 km/h	29,6 km/h
Tempo de Viagem			
Via 1	00:41:08	00:41:20	00:41:29
Via 2	00:40:40	00:40:35	00:40:55

Observações

> Máximo intervalo em qualquer estação: 6 min

> Modo de Regulação: conforme PO 13-701B17

> Viagens Programadas

04h30 - 05h40 - 37
05h40 - 07h40 - 117
07h40 - 09h40 - 116
09h40 - 11h40 - 101
11h40 - 13h40 - 102
13h40 - 15h40 - 100
15h40 - 17h40 - 117
17h40 - 19h40 - 119
19h40 - 21h40 - 99
21h40 - 23h40 - 83
23h40 - 01h40 - 25

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

TABELA DE MEDIDAS DA OCUPAÇÃO DE USUÁRIOS - TREM - X-98
INÍCIO DA OPERAÇÃO COMERCIAL - LINHA 1 - AZUL - DATA: 25/04/2019
Trens Estacionados ao Longo da Via – Início da Operação Comercial:

ESTAÇÃO	Tempo de Viagem - (minutos/segundos)	Horário do Despacho	Origem	Destino	Quantidade de Usuários - Carro:5
JAB	1 minuto 59 segundos	04:41:05	JAB	CON	104
COM	1 minuto 59 segundos	04:43:18	CON	JUD	102
JUD	1 minuto 47 segundos	04:33:25	JUD	SAU	103
SAL	1 minuto 43 segundos	04:34:53	SAU	ARV	107
ARV	1 minuto 49 segundos	04:35:45	ARV	SCZ	101
SCZ	2 minuto 04 segundos	04:38:01	SCZ	VMN	111
VMN	1 minuto 45 segundos	04:39:00	VMN	ANR	107
ANR	2 minuto 34 segundos	04:39:07	ANR	PSO	067
PSO	2 minuto 19 segundos	04:41:09	PSO	VGO	084
VGO	1 minuto 41 segundos	04:41:34	VGO	JQM	087
JQM	1 minuto 46 segundos	04:43:18	JQM	LIB	094
LIB	1 minuto 52 segundos	04:45:27	LIB	PSE	102
PSE	2 minuto 39 segundos	04:47:36	PSE	BTO	187
BTO	1 minuto 41 segundos	04:49:45	BTO	LUZ	192
LUZ	1 minuto 53 segundos	04:50:45	LUZ	TRD	197
TRD	1 minuto 39 segundos	04:51:54	TRD	PPQ	174
PPQ	1 minuto 46 segundos	04:54:03	PPQ	TTE	167
TTE	2 minuto 03 segundos	04:54:50	TTE	CDU	114
CDU	1 minuto 41 segundos	04:56:12	CDU	SAN	084
SAN	2 minuto 13 segundos	04:58:21	SAN	JPA	044
JPA	1 minuto 48 segundos	05:00:30	JPA	PIG	024
PIG	1 minuto 41 segundos	05:04:48	PIG	TUC	017
TUC	1 minuto 53 segundos	05:08:05	TUC	-----	005

4.2 Contagem e Cronometragem nos Trens: (X-97) e (X-98) no Início da Operação Comercial

Com relação as contagens e cronometragens da ocupação e do carregamento, abaixo, encontra-se as tabelas de medidas com estas informações:

4.2.1 Definição do tamanho da amostra neste Artigo Técnico

De acordo com Barnes (1977), para se estabelecer o tempo padrão de atividades, são necessários a coleta de amostras na forma de cronometragem, onde o número de amostras é definido pela equação a seguir, com 95% de aderência e confiabilidade nos resultados:

$$N' = \left(\frac{10 * \sqrt{NEX^2 - (EX)^2}}{EX} \right)^2$$

N' = número necessário de observações para prever o tempo verdadeiro

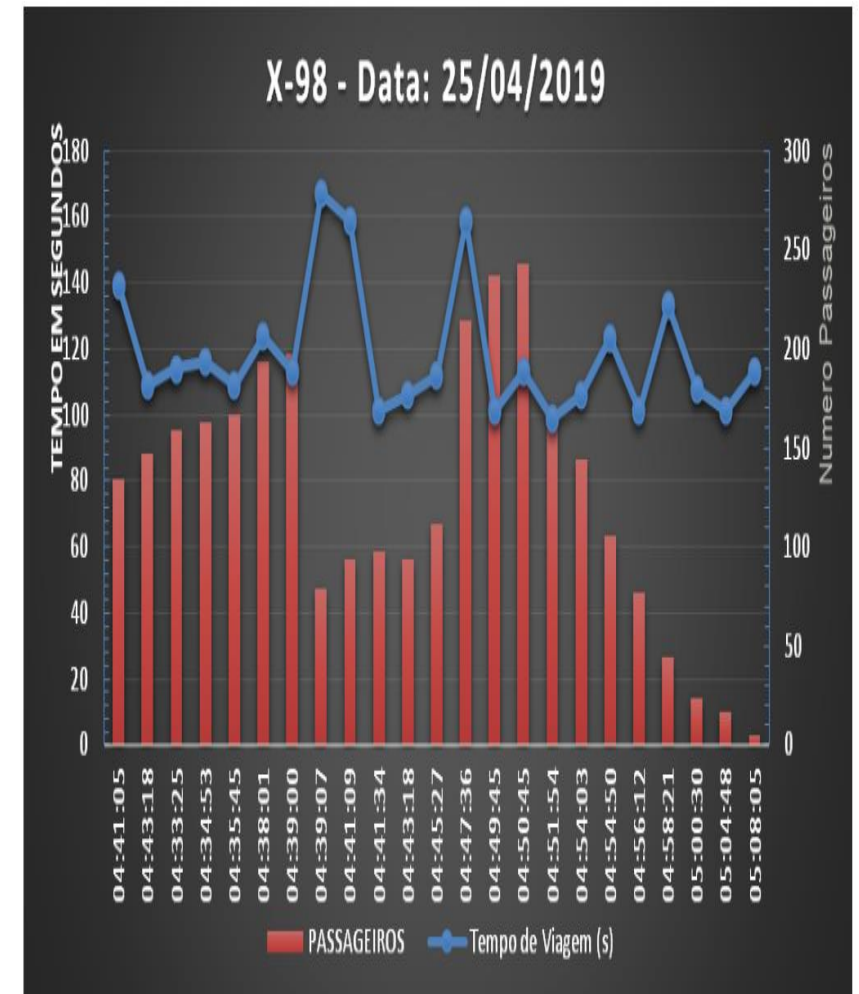
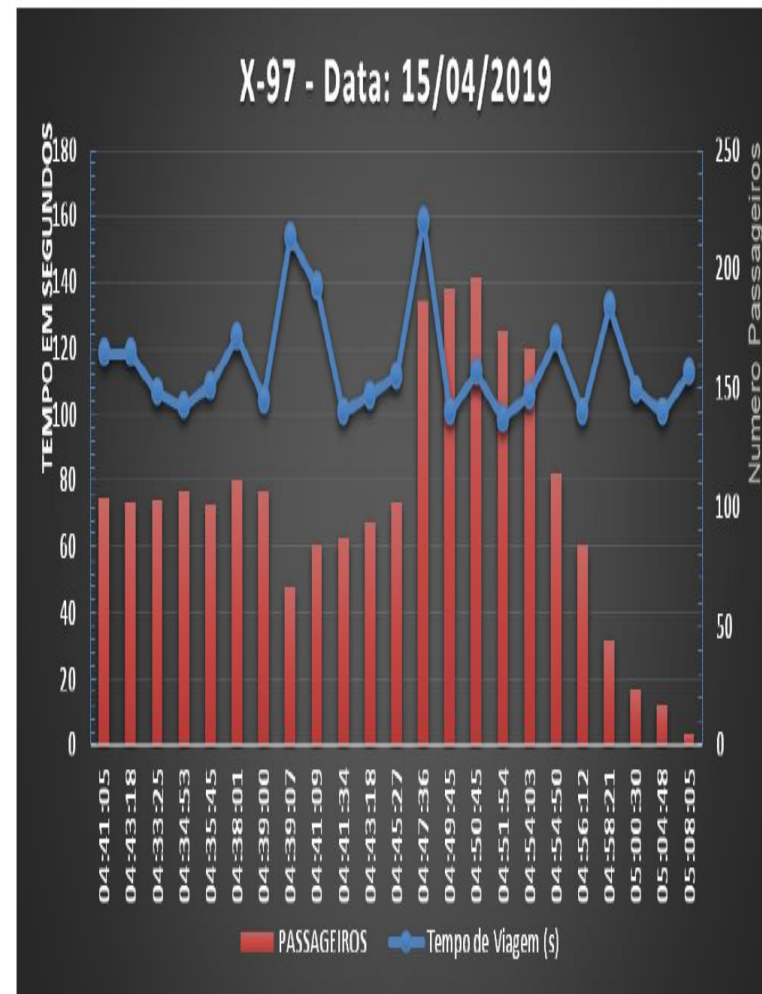
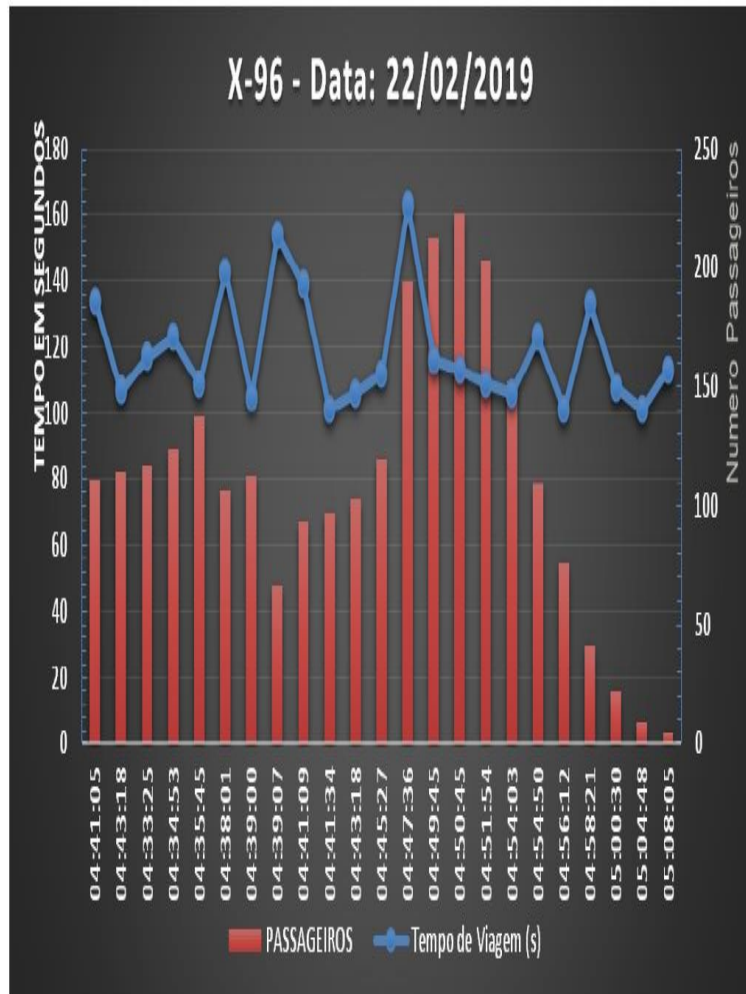
N = número efetivo de observações do elemento

X = leituras individuais em mais de 1minuto.

X^2 = quadrado das leituras individuais

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações



DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

Conforme Análise e Teste da Distribuição t de Student e de Shapiro Wilk, abaixo, os Relatórios Estatísticos do Teste de Normalidade (Shapiro; Wilk, 1965) elaborado pelo Autor deste Artigo Técnico, utilizando o Software IBM SPSS - Statistical Package for the Social

Case Processing Summary							
	Dia	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Passageiros	D1	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D2	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D3	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D4	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D5	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D6	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D7	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D8	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	D9	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%
	Dd10	23	100,0%	0	,0%	23	100,0%

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

Descriptives					
	Dia			Statistic	Std. Error
Passageiros	D1	Mean		126,3913	14,12994
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	97,0876	
			Upper Bound	155,6950	
		5% Trimmed Mean		126,6135	
		Median		134,0000	
		Variance		4592,067	
		Std. Deviation		67,76479	
		Minimum		5,00	
		Maximum		243,00	
		Range		238,00	
		Interquartile Range		88,00	
		Skewness		-,096	,481
		Kurtosis		-,694	,935
	D2	Mean		110,6957	12,49070
	D3	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	84,7915	
			Upper Bound	136,5998	
		5% Trimmed Mean		110,3792	
		Median		111,0000	
		Variance		3588,403	
		Std. Deviation		59,90328	
		Minimum		5,00	
		Maximum		223,00	
		Range		218,00	
		Interquartile Range		61,00	
		Skewness		,118	,481
		Kurtosis		-,158	,935
	D4	Mean		103,2174	11,09160
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	80,2148	
			Upper Bound	126,2200	
		5% Trimmed Mean		103,4130	
		Median		102,0000	
		Variance		2829,542	
		Std. Deviation		53,19343	
		Minimum		5,00	
		Maximum		197,00	
		Range		192,00	
		Interquartile Range		30,00	
		Skewness		,122	,481
		Kurtosis		-,230	,935
	D5	Mean		126,3913	14,12994
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	97,0876	
			Upper Bound	155,6950	
		5% Trimmed Mean		126,6135	
		Median		134,0000	
		Variance		4592,067	
		Std. Deviation		67,76479	
		Minimum		5,00	
		Maximum		243,00	
		Range		238,00	
		Interquartile Range		88,00	
		Skewness		-,096	,481
		Kurtosis		-,694	,935
	D6	Mean		110,6957	12,49070
	D7	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	84,7915	
			Upper Bound	136,5998	
		5% Trimmed Mean		110,3792	
		Median		111,0000	
		Variance		3588,403	
		Std. Deviation		59,90328	
		Minimum		5,00	
		Maximum		223,00	
		Range		218,00	
		Interquartile Range		61,00	
		Skewness		,118	,481
		Kurtosis		-,158	,935
	D8	Mean		103,2174	11,09160
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	80,2148	
			Upper Bound	126,2200	
		5% Trimmed Mean		103,4130	
		Median		102,0000	
		Variance		2829,542	
		Std. Deviation		53,19343	
		Minimum		5,00	
		Maximum		197,00	
		Range		192,00	
		Interquartile Range		30,00	
		Skewness		,122	,481
		Kurtosis		-,230	,935
	D9	Mean		126,3913	14,12994
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	97,0876	
			Upper Bound	155,6950	
		5% Trimmed Mean		126,6135	
		Median		134,0000	
		Variance		4592,067	
		Std. Deviation		67,76479	
		Minimum		5,00	
		Maximum		243,00	
		Range		238,00	
		Interquartile Range		88,00	
		Skewness		-,096	,481
		Kurtosis		-,694	,935

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

Tests of Normality							
	Dia	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Passageiros	D1	,081	23	,200(*)	,972	23	,734
	D2	,158	23	,143	,944	23	,218
	D3	,202	23	,016	,926	23	,088
	D4	,081	23	,200(*)	,972	23	,734
	D5	,158	23	,143	,944	23	,218
	D6	,202	23	,016	,926	23	,088
	D7	,081	23	,200(*)	,972	23	,734
	D8	,158	23	,143	,944	23	,218
	D9	,202	23	,016	,926	23	,088
	Dd10	,081	23	,200(*)	,972	23	,734

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Passageiros	Based on Mean	,091	9	220	1,000
	Based on Median	,095	9	220	1,000
	Based on Median and with adjusted df	,095	9	218,213	1,000
	Based on trimmed mean	,094	9	220	1,000

T-Test

Group Statistics					
	Dia	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Passageiros	D1	23	126,3913	67,76479	14,12994
	D2	23	110,6957	59,90328	12,49070

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Passageiros	Equal variances assumed	1,297	,261	,832	44	,410	15,69565	18,85928	-22,31274	53,70404
	Equal variances not assumed			,832	43,347	,410	15,69565	18,85928	-22,32891	53,72021

Passageiros

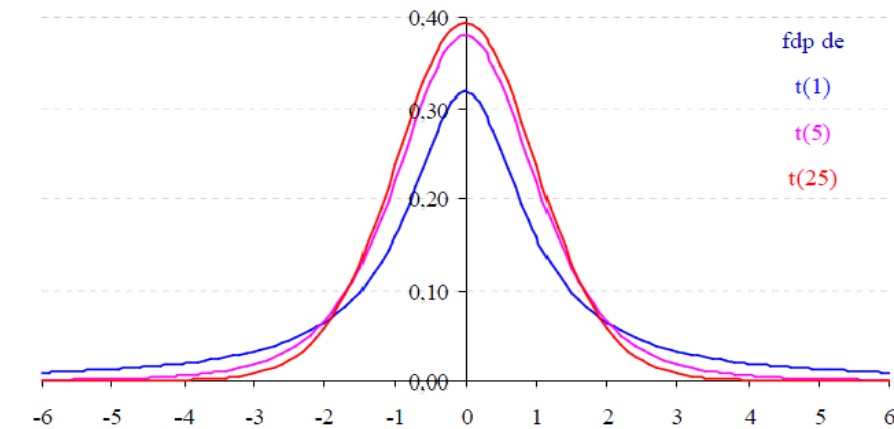
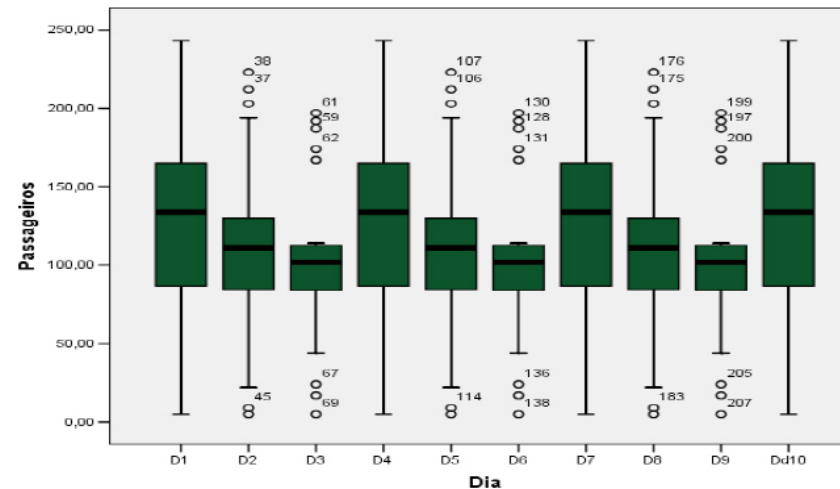


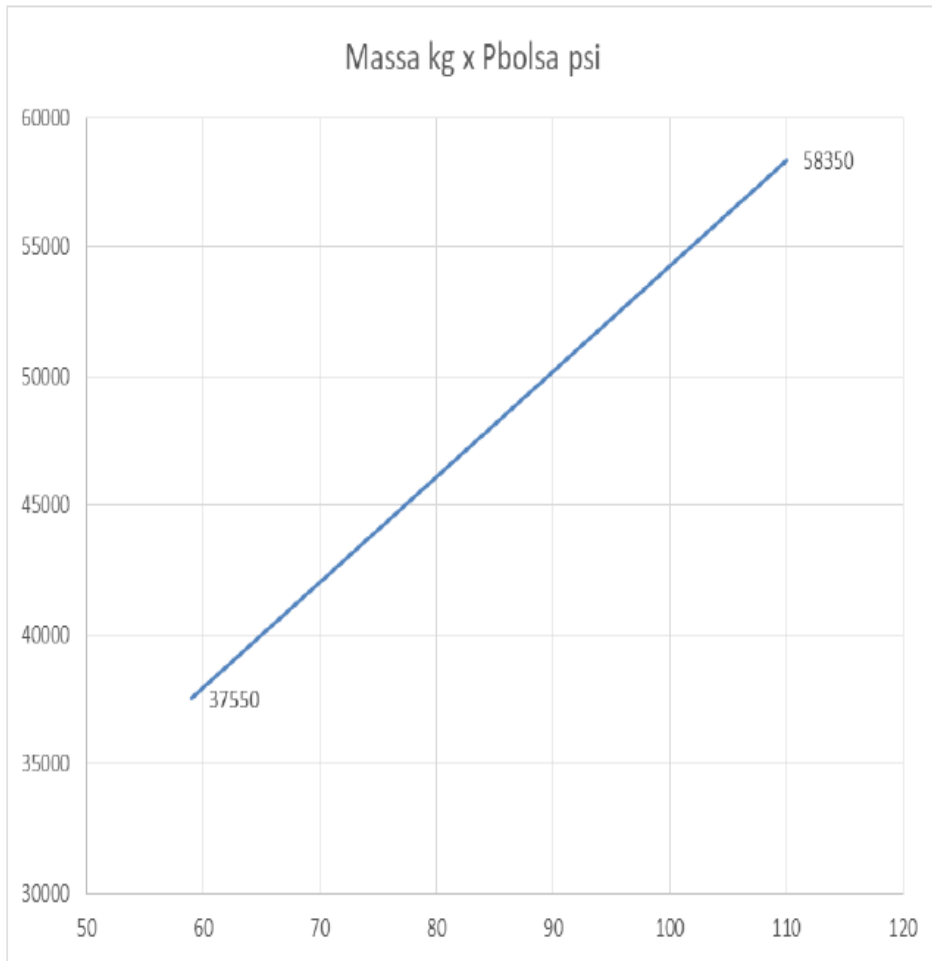
Figura - Gráfico da distribuição t (de Student) para os gl de 1, 5 e 25

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

SINAL TRAND MASSA PASS

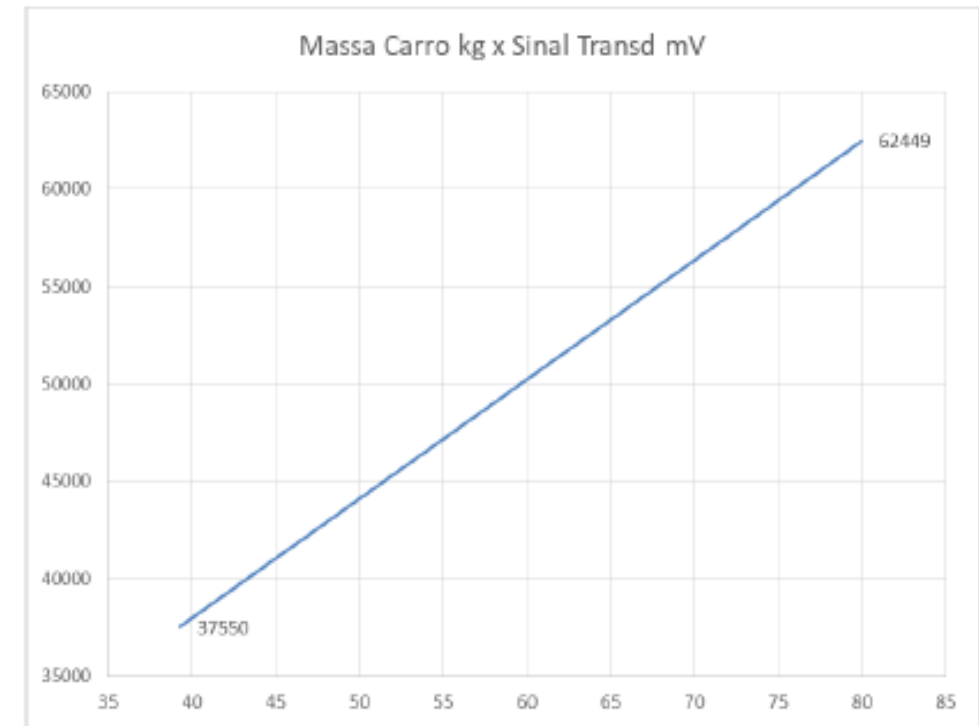
Massa kg x Pbolsa psi



Massa x Sinal Transd			
mV	kg	kg	QTD
Sin_TRD	Mass_Carro	Mass_Pass	No_Pass
39,3	37550	0	0,0
40,3	38162	612	9
41,3	38774	1224	17
42,3	39385	1835	26
43,3	39997	2447	35
44,3	40609	3059	44
47,3	42444	4894	70
48,3	43056	5506	79
49,3	43668	6118	87
50,3	44279	6729	96
51,3	44891	7341	105
52,3	45503	7953	114
53,3	46115	8565	122
54,3	46726	9176	131
55,3	47338	9788	140
56,3	47950	10400	149
57,3	48562	11012	157
58,3	49174	11624	166
59,3	49785	12235	175
60,3	50397	12847	184
61,3	51009	13459	192
62,3	51621	14071	201
63,3	52232	14682	210
64,3	52844	15294	218
65,3	53456	15906	227
66,3	54068	16518	236
67,3	54679	17129	245
68,3	55291	17741	253
69,3	55903	18353	262
70,3	56515	18965	271
71,3	57126	19576	280
72,3	57738	20188	288
73,3	58350	20800	297
74,3	58962	21412	306
75,3	59574	22024	315
76,3	60185	22635	323
77,3	60797	23247	332
78,3	61409	23859	341
79,3	62021	24471	350
80	62449	24899	356

Pbolsa	Massa	TRD
59	37550	39,3
110	58350	73,3
psi	kg	mV

Massa Carro kg x Sinal Transd mV



DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações



INFORMAÇÕES SOBRE A DEMANDA - MARÇO/2019

DEMANDA DE PASSAGEIROS POR ESTAÇÃO* - MÉDIA DOS DIAS ÚTEIS (em milhares)

Linha 1 - Azul		Linha 2 - Verde		Linha 3 - Vermelha		Linha 15 - Prata	
Estação	Entradas	Estação	Entradas	Estação	Entradas	Estação	Entradas
Jabaquara	91	Vila Prudente ⁵	71	Corinthians-Itaquera	99	Vila Prudente ⁵	32
Conceição	43	Tamanduateí	73	Artur Alvim	69	Oratório	7
São Judas	21	Sacomã	47	Patriarca	26	São Lucas	4
Saúde	39	Alto do Ipiranga	23	Guilhermina-Esperança	26	Camilo Haddad	3
Praça da Árvore	24	Santos-Imigrantes	17	Vila Matilde	32	Vila Tolstói	4
Santa Cruz	119	Chácara Klabin	70	Penha	38	Vila União	11
Vila Mariana	32	Ana Rosa ²	86	Carrão	63	-	-
Ana Rosa ¹	100	Paraíso ²	80	Tatuapé	93	-	-
Paraíso ¹	130	Brigadeiro	64	Belém	49	-	-
Vergueiro	34	Triunfo-Masp	62	Bresser-Moóca	48	-	-
São Joaquim	55	Consolação	141	Brás	98	-	-
Liberdade	30	Clínicas	27	Pedro II	24	-	-
Sé ³	254	Santuário N.S. de Fátima-Sumaré	16	Sé ⁴	288	-	-
São Bento	72	Vila Madalena	30	Anhangabaú	73	-	-
Luz	174	-	-	República	156	-	-
Tiradentes	19	-	-	Santa Cecília	33	-	-
Armênia	30	-	-	Marechal Deodoro	39	-	-
Portuguesa-Tietê	61	-	-	Palmeiras-Barra Funda	217	-	-
Carandiru	16	-	-	-	-	-	-
Santana	68	-	-	-	-	-	-
Jardim São Paulo-Ayrton Senna	16	-	-	-	-	-	-
Parada Inglesa	17	-	-	-	-	-	-
Tucuruvi	73	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1.519	TOTAL	807	TOTAL	1.470	TOTAL	61

*Corresponde à soma das entradas pelas linhas de bloqueios com as transferências entre linhas nas Estações Sé, Paraíso, Ana Rosa e Vila Prudente.

¹ Corresponde à soma dos usuários que embarcaram na Linha 1-Azul com as transferências da Linha 2-Verde.

² Corresponde à soma dos usuários que embarcaram na Linha 2-Verde com as transferências da Linha 1-Azul.

³ Corresponde à soma dos usuários que embarcaram na Linha 1-Azul com as transferências da Linha 3-Vermelha.

⁴ Corresponde à soma dos usuários que embarcaram na Linha 3-Vermelha com as transferências da Linha 1-Azul.

⁵ Corresponde à soma dos usuários que embarcaram na Linha 2-Verde com as transferências da Linha 15-Prata.

⁶ Corresponde à soma dos usuários que embarcaram na Linha 15-Prata com as transferências da Linha 2-Verde.

□ Dez estações de maior movimento (Considerou-se a soma dos valores das estações Paraíso e Ana Rosa)

Fonte: Diretoria de Operações / Coordenadoria de Informações Gerenciais e Estudos Estratégicos - 09/04/2019

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento e Aplicações

EXTENSÃO DA REDE SOBRE TRILHOS E TOTAL DE ESTAÇÕES

OD 2007	
	Extensão (km)
Metrô	61,4
CPTM	251,1
Extensão total	312,5
Estações totais por linhas (58 Metrô + 92 CPTM)	150
Estações descontando integrações (55 Metrô + 77 CPTM)	132

ref. Outubro/2007

OD 2017	
	Extensão (km)
Metrô	89,8
CPTM	267,5
Extensão total	357,3
Estações totais por linhas (82 Metrô + 102 CPTM)	184
Estações descontando integrações (75 Metrô + 85 CPTM)	160

ref. Abril/2018

EXTENSÃO DA REDE DE METRÔ EM DEZEMBRO 2018: 96,1 km

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Propostas para Estudos e Aplicações Futuras

China (2017)



Model	Density Level	Low	Medium	High	Overall
Googlenet	Low	94.38%	3.39%	2.23%	91.73%
	Medium	1.66%	81.12%	17.22%	
	High	1.05%	2.28%	96.68%	

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Propostas para Estudos e Aplicações Futuras

Visor de ocupação no metrô por porta

02/12/2018 10:20h
Próximo metrô em 5 min

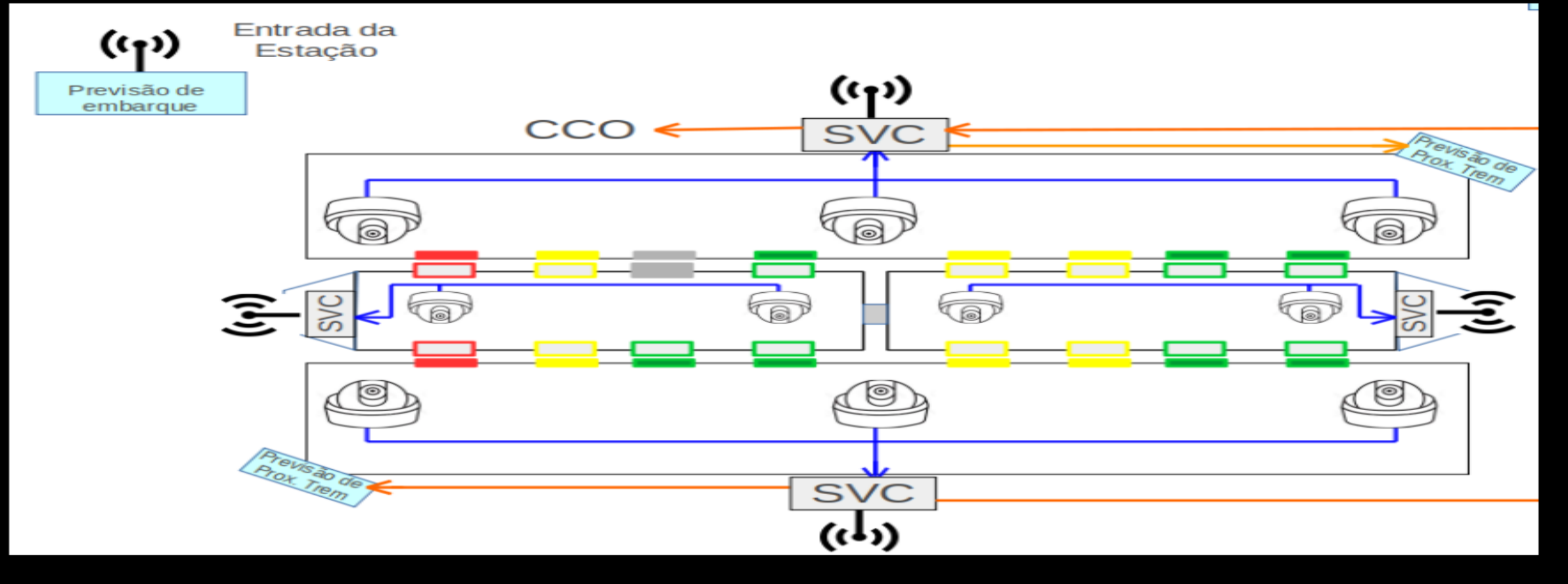


Operação Normal

DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Propostas para Estudos e Aplicações Futuras

Arquitetura da solução



DIRETRIZES DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO

Conclusão e Considerações Finais

A variável mais significativa durante uma viagem de trem é o tempo parado em cada estação.

Este tempo de "permanência" está à mercê do tempo que os passageiros têm de embarcar, desembarcar e distribuir-se dentro dos carros ou através da plataforma.

Nos períodos de pico, os tempos de permanência podem se estender com os passageiros para embarcar ou desembarcar.

Os tempos de permanência prolongados reduzem a capacidade da rede que conduz a menos serviços e mais serviços atrasados, impactando finalmente em cima da receita de um operador e contribuindo às percepções negativas da prestação de serviço para estes passageiros.

Foi visto que a previsibilidade do tempo de permanência é importante na criação de horários de serviço.

O presente estudo possibilitou a identificação do gargalo nos em relação a demanda atual, mantendo sua qualidade e reduzindo o seu tempo de ciclo.

Para garantir que a empresa consiga atingir a produtividade estipulada, a mesma deve atentar aos prazos já estabelecidos da atividade de prestação de serviço dos trens, nas estações.

Como recomendações para estudos futuros, sugere-se que a Companhia do Metropolitano de São Paulo S.A., adote um melhor controle dos processos e tempos decorrentes de cada uma das atividades, utilizando-se sensores e sistemas informatizados para apurar e realizar melhorias de acordo com os indicadores coletados.

Conforme a análise de disponibilidade dos trens da Frota X analisada, no contexto deste artigo técnico, foi realizada as medidas dos tempos dos despachos dos trens, no início da Operação Comercial, durante os meses de dezembro de 2018, janeiro de 2019, fevereiro de 2019, março de 2019, e, abril de 2019; e a correspondente cronoanálise de cada tempo de prestação de serviço, em cada estação, na Linha 1 - Azul, a estratégia operacional de despachos é identificada como o principal gargalo para obter a otimização de melhor carregamento, e, a melhor ocupação de passageiros, durante o início da operação comercial.

A proposta de melhoria proposta para a área de engenharia de manutenção dos equipamentos do material rodante, visou encontrar modos de reduzir este tempo análise, por meio de um sistema eficiente de monitoramento on-line, na qual possa melhor utilizar os dados do Sistema de Arquitetura de Rede - TCMS, para que, desta forma, consiga futuramente vir a contribuir com um aumento na disponibilidades de trens, em seus respectivos despachos, na Linha 1 - Azul; e, possibilitando desta forma, uma maior previsão de aumento de demanda de passageiros.

Para os cenários futuros de aplicações, fica proposto serem utilizados melhores estudos no sistema de arquitetura de redes do trem, o TCMS, para conseguir maior agilidade na aquisição de dados do sistema de carregamento do trem, e, uma melhor infraestrutura de transmissão de dados, dentro dos túneis, destas informações dos trens, sendo transmitidos essas informações diretamente para o Console do CCT - Console de Trens do CCO, de cada uma das respectivas Linhas, e, desta forma, possam realizar uma melhor tomada de decisão por parte dos operadores de console, melhorando a operação comercial.



Muito Obrigado.

matfontealba@metrosp.com.br

marcos.augusto.t.fontealba@gmail.com