

Nº 177309

Equação do distanciamento do distanciamento público

Douglas Mamoru Yamanaka

*Palestra apresentada no WORKSHOP
TRM TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E
METROLÓGICAS, 4., 2021., São Paulo.
18 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



Seu desafio é nosso

4º Workshop TRM

Equação do distanciamento do transporte público

19.04.2021

Sumário

- 1. Introdução**
- 2. Equação do distanciamento**
 - 2.1. Ônibus**
 - 2.2. Metrô**
 - 2.3. Trem**
- 3. Aplicação das equações nos modais**

Introdução

- ✓ Trabalho desenvolvido para o MPSP no âmbito do enfrentamento da COVID-19
- ✓ Fase 3
- ✓ Transporte público

Objetivo



Distanciamento social em lugares fechados

A abertura de serviços pode passar uma falsa sensação de segurança para as pessoas. Sim, quando o Governo de Minas Gerais libera o avanço para uma onda menos rígida, ele está seguro de que a transmissão está mais controlada. Mas, isso **não** significa que o novo coronavírus não está mais entre nós.

Para manter a abertura dos serviços, é fundamental que os cuidados sejam redobrados. Afinal, à medida que mais pessoas vão para as ruas, é preciso dificultar ainda mais a passagem do vírus.

Nos lugares fechados, o distanciamento social pode ser praticado com a manutenção de, pelo menos, **2 metros** entre as pessoas. Para isso, os estabelecimentos recebem indicações de **lotação máxima**, as quais devem ser obedecidas com bastante rigor.

O distanciamento social não é apenas uma forma de se proteger, mas de proteger as outras pessoas também. A doença pode parecer algo distante quando ouvimos uma notícia na televisão ou vemos recomendações nas redes sociais. Mas, quando ela chega na sua família, a dor pode se tornar muito mais próxima. Quase todos nós vivemos com alguém que faz parte do grupo de risco, como idosos, diabéticos, hipertensos etc. Por isso, devemos dobrar os cuidados e proteger quem amamos.

Calcule adequadamente a lotação máxima do seu estabelecimento

Obedeça às recomendações de saúde para evitar aglomerações perigosas dentro do seu estabelecimento. As pessoas devem conseguir se manter a **dois metros** uma das outras, especialmente nas filas. Se a regra for desobedecida, o número de casos pode aumentar e o comércio voltar novamente apenas aos serviços essenciais.

Transporte coletivo de passageiros (municipal)

Transporte coletivo de passageiros (metropolitano tipo Comum)

- 50% capacidade total do veículo
- Protocolos gerais, em especial: máscara, álcool gel e distanciamento lateral e frontal entre grupos de coabitantes, ventilação cruzada (janelas e/ou alçapão abertos) ou sistema de renovação de ar

Transporte coletivo de passageiros (metropolitano tipo executivo/seletivo)

- 50% assentos (janela)
- Protocolos gerais, em especial: máscara, álcool gel e distanciamento lateral e frontal entre grupos de coabitantes, ventilação cruzada (janelas e/ou alçapão abertos) ou sistema de renovação de ar

Transporte rodoviário fretado de passageiros

Transporte rodoviário de passageiros (intermunicipal, tipo comum, semidireto, direto, executivo ou seletivo)

Transporte rodoviário de passageiros (interestadual)

- 50% assentos (janela)
- Protocolos gerais, em especial: máscara, álcool gel e distanciamento lateral e frontal entre grupos de coabitantes, ventilação cruzada (janelas e/ou alçapão abertos) ou sistema de renovação de ar

Atendimento individual, sob agendamento.

- **Serviços domésticos (faxineiros, cozinheiros, motoristas, babás e jardineiros etc.)** O

brigatório uso correto da máscara por empregados e empregadores.

- **Condomínios Fechamento de áreas comuns.**

Academias e piscinas conforme protocolo "Serviços de Educação Física". (veja protocolo acima).

- **Transporte rodoviário fretado, metropolitano, executivo/seletivo, intermunicipal e interestadual**

Lotação máxima de 50% dos assentos (janela).

Uso contínuo e correto de máscara.

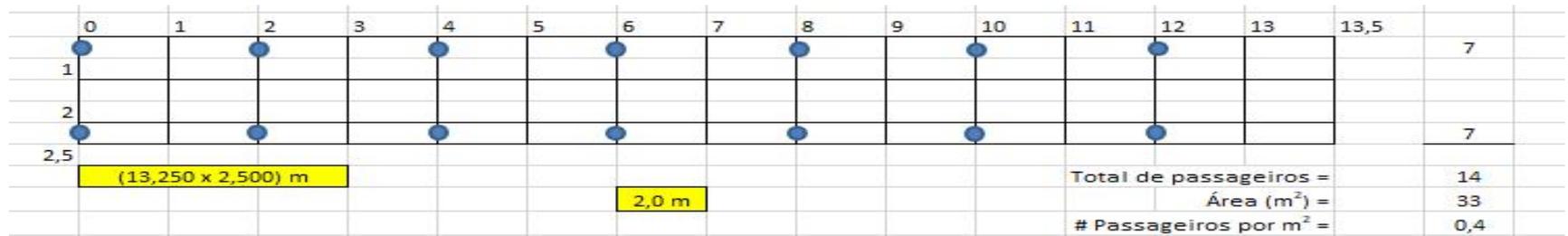
Janelas ou alçapão abertos e/ou sistema de renovação e ar.

Determinar o distanciamento entre passageiros nos modais

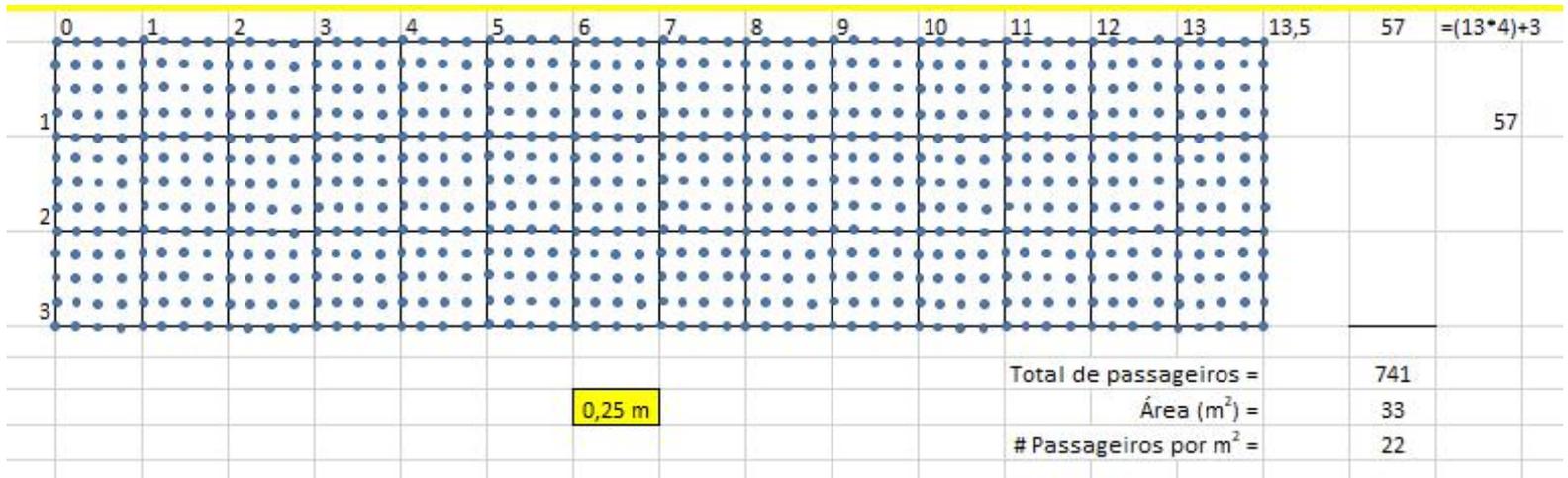


Equações

Ônibus

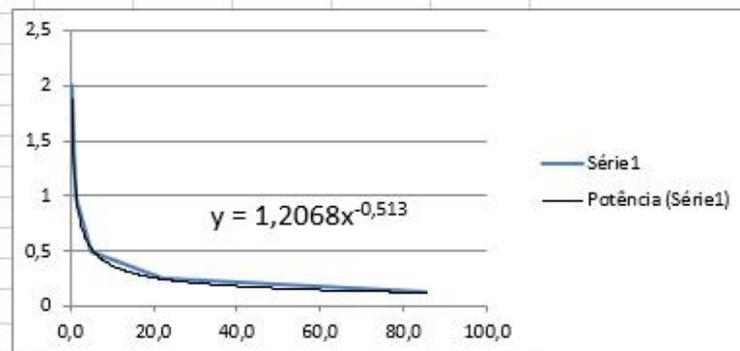
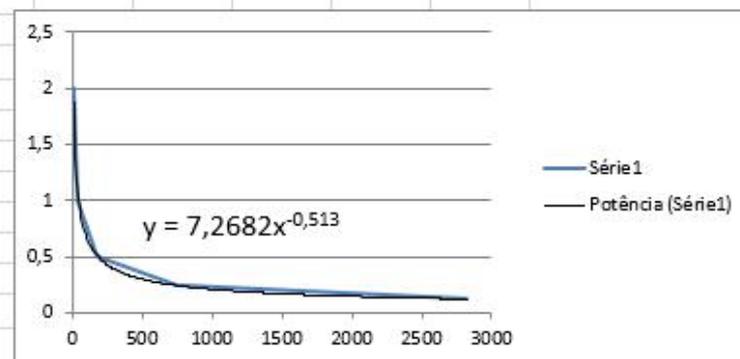
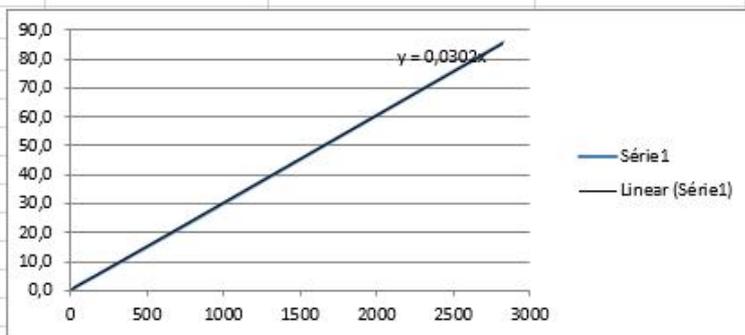


Ônibus



Ônibus

Total de passageiros	Nº de passageiros por m ²	Distanciamento (m)
14	0,4	2
42	1,3	1
174	5,3	0,5
741	22	0,25
2825	85	0,125

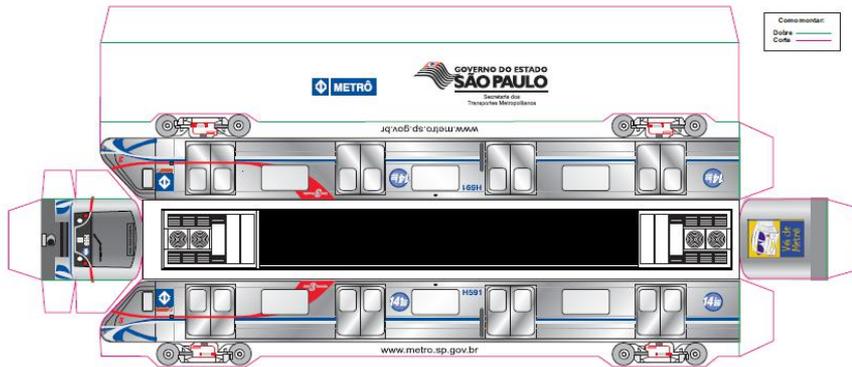
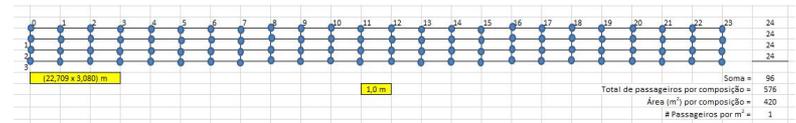


Metrô

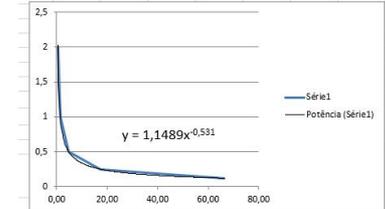
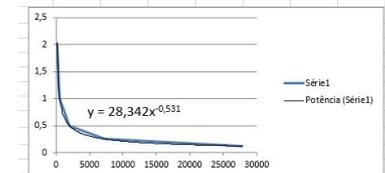
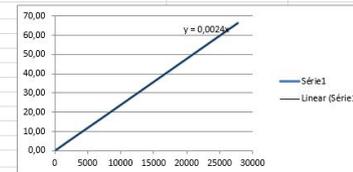
INFORMAÇÕES TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS GERAIS	TRUQUE	CAIXA	TRAÇÃO	AUXILIARES
Peso vazio: 30200 kg	Bitola: 1435 mm	Altura: 3022 mm	Motore: 4 motores em C.A. (síncrono)	Inversor: Siemens - série 255 IAA / 381 IAA 60 Hz, 30
Peso cheio: 33500 kg	Diâmetro das rodas: 820 mm	Dimensões (Carro A): Comprimento: 22750 mm Largura: 3080 mm	Carbur.: 10BT	Refrigerador: 72 Voz
Lotação: 477 passageiros	Alimentação - 1º eixo: 750 Vca	Materiais: Alumínio	FREIO	DESEMPENHO
Passageiros verticais: 66	Suspensão secundária: Bóia de ar	Interior: Fibras de vidro	Elétrico: Regenativo	Desaceleração máxima: 1,12 m/s²
Passageiros em pé: 299	Caixa de engrenagens: Flange	Climatização: Ar condicionado	Airto: Aré-dedimento	Desaceleração - Freio de emergência (airto): 1,5 m/s²
	Diâmetro de halo: Kevlar			Velocidade máxima: 90 km/h

Frota H



Total de passageiros por composição	Nº de passageiros por m²	Distanciamento (m)
144	0,34	2
576	1	1
1974	5	0,5
7254	17	0,25
27750	66	0,125



Trem

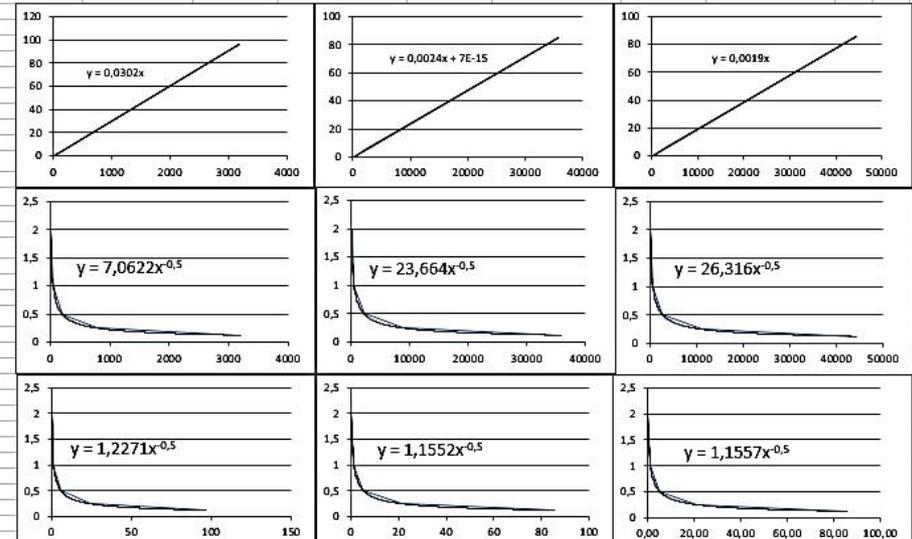


Audiência Pública

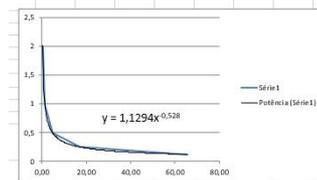
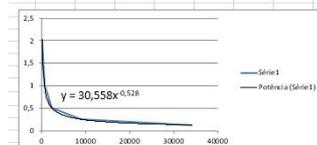
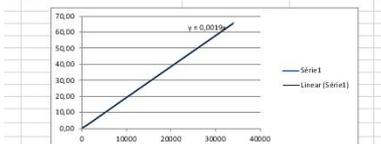
REQUISITOS BÁSICOS:

- Comprimento aproximado do trem: 170,0 m
- Largura da caixa: 3,05 m.
- Capacidade aproximada: 2500 passageiros.
- Bitola da via: 1.600 mm.
- Rampa máxima: 4 %.
- Peso máximo por eixo: 18.500 daN.
- Alimentação Elétrica: 3.000 Vcc com catenária.
- Caixa: Aço inoxidável.

Distanciamento (m)	Ônibus		Metrô		Trem	
	Passageiros	Nº passageiros/m ²	Passageiros	Nº passageiros/m ²	Passageiros	Nº passageiros/m ²
2	12	0,38	140	0,33	173	0,33
1	50	1,5	560	1,3	693	1,3
0,5	200	6	2240	5	2770	5
0,25	798	24	8960	21	11081	21
0,125	3192	96	35840	85	44323	85



Total de passageiros	Nº de passageiros por m ²	Distanciamento (m)
172	0,33	2
684	1,32	1
2387	4,6	0,5
8953	17	0,25
34025	68	0,125

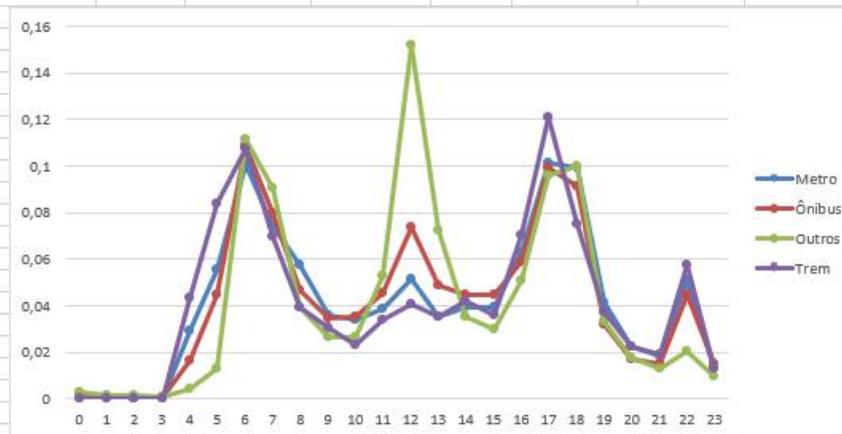




Aplicação das equações nos
modais

Curva de carga

Dia da Semana	(Tudo)				
Situação	(Tudo)				
Soma de Viagens (Fator de Expansão)	Rótulos de Coluna				
Horário	Metro	Ônibus	Outros	Trem	Total Geral
0	0,04%	0,25%	0,30%	0,00%	0,26%
1	0,00%	0,10%	0,13%	0,00%	0,11%
2	0,00%	0,04%	0,13%	0,03%	0,10%
3	0,04%	0,11%	0,06%	0,04%	0,06%
4	2,90%	1,62%	0,42%	4,36%	0,98%
5	5,58%	4,45%	1,31%	8,36%	2,49%
6	10,10%	10,90%	11,14%	10,73%	11,00%
7	7,45%	8,01%	9,06%	6,95%	8,66%
8	5,73%	4,68%	3,93%	3,94%	4,23%
9	3,62%	3,43%	2,67%	3,02%	2,91%
10	3,37%	3,49%	2,66%	2,31%	2,87%
11	3,85%	4,55%	5,24%	3,37%	4,94%
12	5,11%	7,40%	15,16%	4,07%	12,49%
13	3,55%	4,85%	7,25%	3,49%	6,37%
14	3,91%	4,45%	3,53%	4,19%	3,76%
15	3,91%	4,46%	2,98%	3,57%	3,37%
16	6,27%	5,89%	5,07%	7,05%	5,39%
17	10,11%	9,93%	9,57%	12,09%	9,76%
18	9,92%	9,10%	9,97%	7,52%	9,72%
19	4,14%	3,17%	3,30%	3,69%	3,36%
20	2,21%	1,72%	1,78%	2,27%	1,82%
21	1,84%	1,48%	1,31%	1,89%	1,41%
22	5,05%	4,44%	2,01%	5,73%	2,84%
23	1,31%	1,48%	0,98%	1,31%	1,12%
Total Geral	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%



Ônibus

	A	B	C	D	E	F
	Coluna	Data	Area	Empresa	Linha	Tot Passageiros Transportados
1	0	09/01/2019	AREA 4	EXPRESS	M40711 - TERM V CARRADIMETRO BELEM	125
2	0	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	809P10 - TERM CAMPO LIMPO/PIÑHEIROS	5061
3	1	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	807A10 - T CAMPO LIMPO/TERM SANTO AMARO	3524
4	2	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	706010 - VALO VELHO/TERM CAMPO LIMPO	1444
5	3	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	705910 - PG DO ENGENHO/TERM CAMPO LIMPO	1230
6	4	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	683610 - CAPAO REDONDO-TERM JOAO DIAS	2700
7	5	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	683610 - CAPAO REDONDO-TERM JOAO DIAS	142
8	6	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	683510 - VALO VELHO- TERM CAPELINHA	1821
9	7	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682610 - JD STO EDUARDO-TERM CAPELINHA	1039
10	8	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682510 - VALO VELHO-TERM CAPELINHA	1319
11	9	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682410 - PG FERNANDA-TERM CAPELINHA	1236
12	10	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682310 - JD GUARUJA-TERM CAPELINHA	726
13	11	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682210 - JD MACEDONIA-TERM CAPELINHA	1877
14	12	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682110 - JD JANGADEIRO-TERM CAPELINHA	1402
15	13	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682031 - JD ROSAS/TERM CAPELINHA	1094
16	14	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	682010 - JD DAS ROSAS-TERM CAPELINHA	1891
17	15	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	681810 - JD VALE DAS VIRTUDES-T.CAPELIN	1133
18	16	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	681610 - JD MITSUTAMI-TERM CAPELINHA	1374
19	17	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	857P10 - TERM CAMPO LIMPO/METRO PARAISO	3300
20	18	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	N70211 - TERM STO AMARO/IT PQ D PEDRO II	589
21	19	09/01/2019	AREA 7	GATUSA	515410 - STO AMARQEST DA LUZ	1971
22	20	09/01/2019	AREA 7	GATUSA	530010 - TERM STO AMARO/PO DOM PEDRO	6462
23	21	09/01/2019	AREA 7	GATUSA	101810 - VILA ROSA/SANTANA	1293
24	22	09/01/2019	AREA 2	NORTE BUSS	101610 - CEMITERIO DO HORTO/CENTER NORT	2288
25	23	09/01/2019	AREA 2	NORTE BUSS	707K10 - GUARAPIRANGA/METRO JABAQUARA	5342
26	24	09/01/2019	AREA 7	TRANSKUBA	705010 - JD DAS ROSAS/TERM CAMPO LIMPO	1323
27	25	09/01/2019	AREA 7	TRANSKUBA	695T51 - TERM CAPELINHA/METRO Y MARIANA	4785
28	26	09/01/2019	AREA 7	TRANSKUBA	686A10 - TERM STO AMARO-TERM PRI ISABEL	2569
29	27	09/01/2019	AREA 7	TRANSKUBA	647P10 - COHAB ADVENTISTA/PIÑHEIROS	3623
30	28	09/01/2019	AREA 7	TRANSKUBA	647A10 - VALO VELHO/PIÑHEIROS	3213
31	29	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO	681310 - JD LIDIA-TERM CAPELINHA	375
32	30	09/01/2019	AREA 7	CAMPO BELO		

AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
	Horário	#pass/hora	%	#pass/n° ônibus por hora	# Passageiros/m²	Distanciamento (m)	
	0	30	0,25	6	0	3,0	
	1	12	0,10	2	0	5,0	
	2	5	0,04	1	0	7,5	
	3	14	0,11	3	0	4,6	
	4	196	1,62	39	1	1,1	
	5	538	4,45	108	3	0,6	
	6	1317	10,90	263	8	0,4	
	7	968	8,01	194	6	0,5	
	8	566	4,68	113	3	0,6	
	9	414	3,43	83	3	0,7	
	10	422	3,49	84	3	0,7	
	11	550	4,55	110	3	0,6	
	12	894	7,40	179	5	0,5	
	13	586	4,85	117	4	0,6	
	14	538	4,45	108	3	0,6	
	15	539	4,46	108	3	0,6	
	16	712	5,89	142	4	0,6	
	17	1200	9,93	240	7	0,4	
	18	1099	9,10	220	7	0,4	
	19	383	3,17	77	2	0,8	
	20	208	1,72	42	1	1,1	
	21	179	1,48	36	1	1,2	
	22	536	4,44	107	3	0,6	
	23	179	1,48	36	1	1,2	
		12084	100			34	

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																												
26																												
27																												
28																												
29																												
30																												
31																												
32																												

Tipo de transporte:	Ônibus
Comprimento:	13
Largura:	2,50
Área:	33 m ²
Posição:	32463
Data:	25/01/2019
Linha:	645110 - TERM CAPELINHA - TERM BANDEIRA
Total de passageiros:	12084
N° de ônibus por hora:	3
Constante (n° passageiros):	7,808
Constante (n° passageiros/m²):	1,2053
Hora:	17
N° de passageiros por hora:	1200
# passageiros/# ônibus por hora:	240
N° de passageiros/m²:	7
Distanciamento entre passageiros:	0,4 m
	0,4 m

Trem

	A	B	C	D	E	F	K
1	Posição	ANO	MES	LINHA	TRECHO	ESTACAO	TOTAL
2	1	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Luz	110910
3	2	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Palmeiras-Barra Funda	1498731
4	3	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Água Branca	137678
5	4	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Lapa	710521
6	5	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Piqueri	167289
7	6	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Pirituba	357830
8	7	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Vila Clarice	88886
9	8	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Jaraguá	393587
10	9	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Vila Aurora	207174
11	10	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Perus	512605
12	11	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Caieiras	294002
13	12	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Franco da Rocha	534416
14	13	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Baltazar Fidelis	217147
15	14	2019	JANEIRO	7	LUZ-FMO	Francisco Morato	705784
16	15	2019	JANEIRO	7	FMO-JUN	Francisco Morato	106510
17	16	2019	JANEIRO	7	FMO-JUN	Botujuru	40331
18	17	2019	JANEIRO	7	FMO-JUN	Campo Limpo Paulista	88846
19	18	2019	JANEIRO	7	FMO-JUN	Várzea Paulista	48059
20	19	2019	JANEIRO	7	FMO-JUN	Jundiá	216316
21	20	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Júlio Prestes	176062
22	21	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Palmeiras-Barra Funda	2142273
23	22	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Lapa	540079
24	23	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Domingos de Moraes	407077
25	24	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Imperatriz Leopoldina	348697
26	25	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Presidente Altino	185371
27	26	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Osasco	979211
28	27	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Comandante Sampaio	280427
29	28	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Quitáúna	124605
30	29	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	General Miguel Costa	434568
31	30	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Carapicuíba	703571
32	31	2019	JANEIRO	8	JPR-IPV	Santa Terezinha	42888

Tipo de transporte:	Trem	
Comprimento:	170	
Largura:	3,05	
Área:	519	m ²
Posição:	2	
Ano:	2019	
Mês:	JANEIRO	
Linha:	7	
Trecho:	LUZ-FMO	
Estação:	Palmeiras-Barra Funda	
Total:	1498731	
Nº de passageiros por dia:	48346	
Tempo de espera:	4	min
Divisor:	15	
Constante (# passageiros):	26,316	
Constante (# passageiros/m ²):	1,1557	
Hora:	17	h
Nº de passageiros por hora:	5846	
Nº de passageiros/embarque:	390	
Nº de passageiros/m ² :	0,8	
Distanciamento entre passageiros:	1,3	m
	1,3	m

Seu desafio é nosso.

Douglas Mamoru Yamanaka

Laboratório de Metrologia Mecânica / TRM