CORREDOR CELSO GARCIA

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE TRÓLEBUS

MOVIMENTO RESPIRA SÃO PAULO

Jorge Françozo de Moraes

ÍNDICE

AUTOR :	PÁGINA 1
INTRODUÇÃO :	PÁGINA 1
HISTÓRICO :	PAGINA 3
POR QUE UTILIZAR OS TRÓLEBUS NESTE CORREDOR? :	PAGINA 4
CICLO DE ACELERAÇÃO E FRENAGEM DOS TRÓLEBUS :	PÁGINA 5
POTÊNCIA INSTALADA E PROJETADA :	PÁGINA 6
DEMANDA DE PASSAGEIROS NA HORA DO PICO POR SENTIDO :	PÁGINAS 7
LINHA TRONCAL DE TRÓLEBUS - DEMANDA DE PASSAGEIROS AO LONGO DO DIA/MÊS:	PÁGINA 8 E 9
CONFIGURAÇÕES DA CANALETA :	PÁGINAS 10 A 13
CONFIGURAÇÃO DA PARADA :	PÁGINA 14
PARADAS SUBTERRÂNEAS :	PÁGINA 15
FROTA DE TRÓLEBUS :	PÁGINA 16
OPERAÇÃO EMERGENCIAL DA FROTA DE TRÓLEBUS :	PÁGINA 17 E 18
ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO RESUMIDA :	PÁGINA 19
ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO DETALHADA :	PÁGINA 20
CONCLUSÃO :	PÁGINA 21

O AUTOR

Jorge Françozo de Moraes é técnico elétrico, consultor e pesquisador da historia da tração elétrica no Brasil e no mundo, tendo exercido a função de Técnico de Projetos e Manutenção de redes elétricas para trólebus, na extinta **CMTC** – Companhia Municipal de Transporte Coletivo e **Eletropaulo** – Eletricidade de São Paulo, no período de 1979 a 2006.

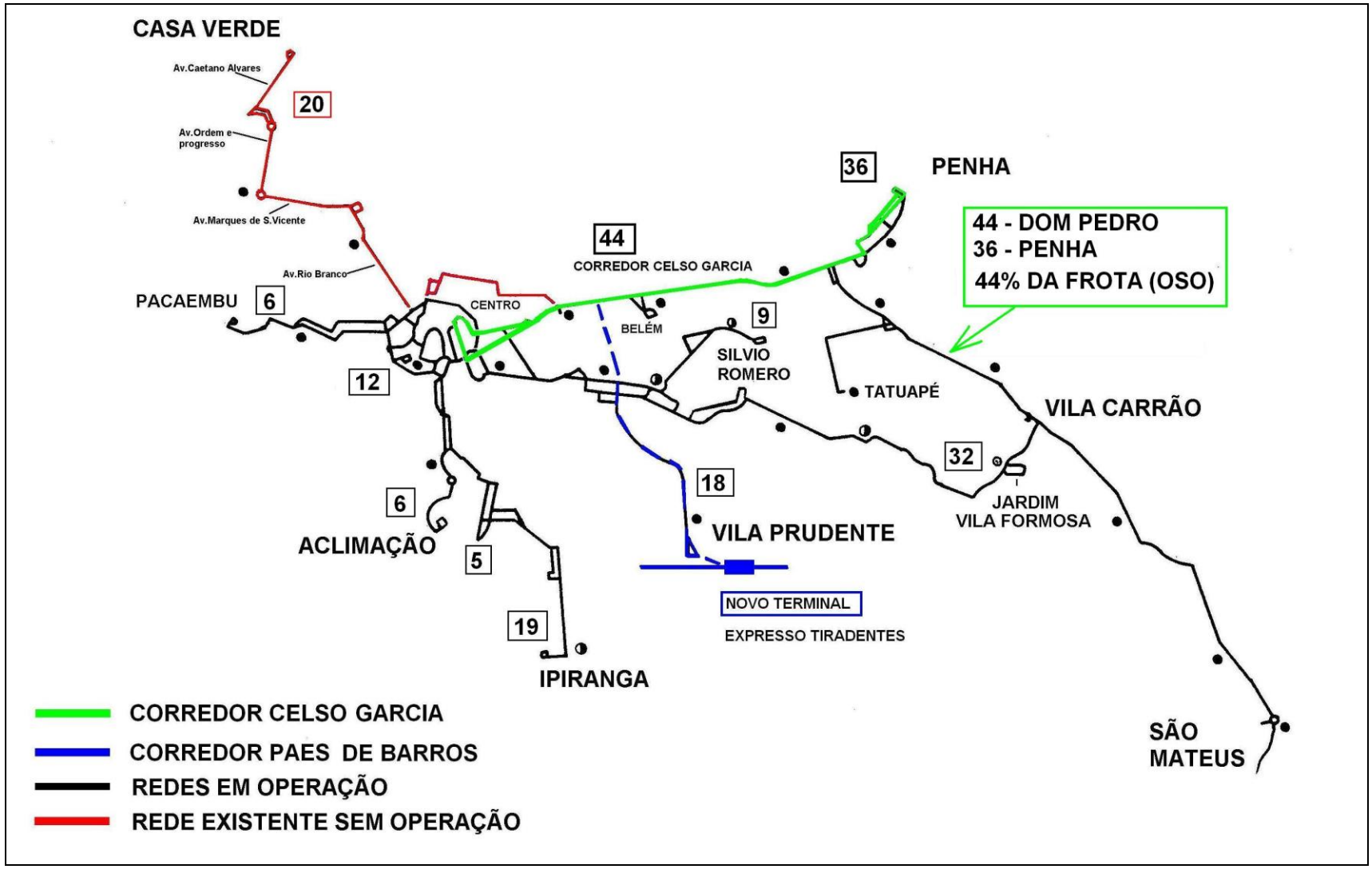
INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de viabilidade da utilização dos Trólebus no trecho compreendido entre o Centro da cidade (Terminal Parque Dom Pedro II) e o bairro da Penha (Terminal Aricanduva) onde toda a infra-estrutura elétrica de alimentação destes veículos já se encontra instalada.
Este trecho, compreendido pelas Avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia está inserido no Projeto "**Corredor São Miguel**" e é utilizado por linhas importantes do Sistema Trólebus atual.

Este trecho de aproximadamente 11 km possui rede dupla em toda a extensão e cinco subestações alimentadoras, com potência total de 8.250 kw, capaz de movimentar até 34 trólebus articulados, nas condições atuais existentes e até 44 trólebus articulados com a re-potencialização.
A rede elétrica atual poderá ser reconstruída para atender a nova configuração viária, com a utilização de postes metálicos especiais, com desenho arrojado, os quais também terão a função de sustentar as lâmpadas de iluminação pública, tornando todo o conjunto bastante estético.

Outro ponto muito importante é utilizar a **tração elétrica, totalmente não poluente**, de maior qualidade e conforto e evitar o desperdício de recursos públicos que foram investidos pela Prefeitura na implantação deste sistema na década de 80, em vista do fato de que a vida útil dos equipamentos eletro-eletrônicos poder chegar a 40 anos.

CORREDORES DE TRÓLEBUS



HISTÓRICO

O Sistema Trólebus foi implantado no Corredor Rangel Pestana – Celso Garcia em 1980 com a inauguração da linha "Parque Dom Pedro II – Penha".
Posteriormente o corredor passou a contar com ligações entre o Parque Dom Pedro II e Vila Carrão e São Mateus.

Em 2002 este corredor experimentou a sua máxima utilização quando existiam sete linhas em operação no trecho. Algumas destas linhas eram diametrais, fazendo a ligação entre a zona leste e a região de Pinheiros, na zona sul.
Nesta fase, havia 60 trólebus trafegando simultaneamente nas horas de pico, ao longo dos 11 km de extensão do corredor.

A partir do final de 2002, o processo de remodelação do Sistema de Transporte na cidade, determinou a substituição de várias linhas de trólebus por ônibus a diesel que utilizavam este e outros corredores e a transformação da famosa e histórica garagem do Brás em garagem de ônibus diesel, a qual abrigou os bondes a partir de 1911 e desde 1968 os trólebus.

Com isso, em 2013, este corredor se encontra subtilizado. A única linha que opera, proveniente de São Mateus para o centro, contribui com um volume de 17 trólebus distribuídos no trecho nos horários de pico, com freqüência de 15 trólebus/hora no pico da manhã.
A outra linha, igualmente importante, que faz a ligação de São Mateus à Penha opera em uma extensão de 2,5 km, a partir da Rua Antonio de Barros em direção à Penha e contribui com uma frota de 7 trólebus neste trecho e a freqüência é de 8 trólebus/hora no pico da manhã.

POR QUE UTILIZAR OS TRÓLEBUS NESTE CORREDOR?

Patrimônio e potência instalada:

Em primeiro lugar, devemos ponderar sobre o investimento de recursos públicos para implantação do trólebus neste corredor nos anos 80, representado pela instalação da rede dupla em toda a extensão, construção e montagem de cinco subestações retificadoras, que somam a potência de 8.250 kw (quilowatts), capaz de alimentar cerca de 34 trólebus simultaneamente.

Este patrimônio ainda tem vida útil elevada. Os principais equipamentos eletro-eletrônicos das subestações possuem vida útil de mais de 40 anos.
Com a expectativa da reconstrução do corredor, a rede de contato terá que ser removida e recolocada e parte dos fios de contato poderão ser reutilizados.

O material rodante:

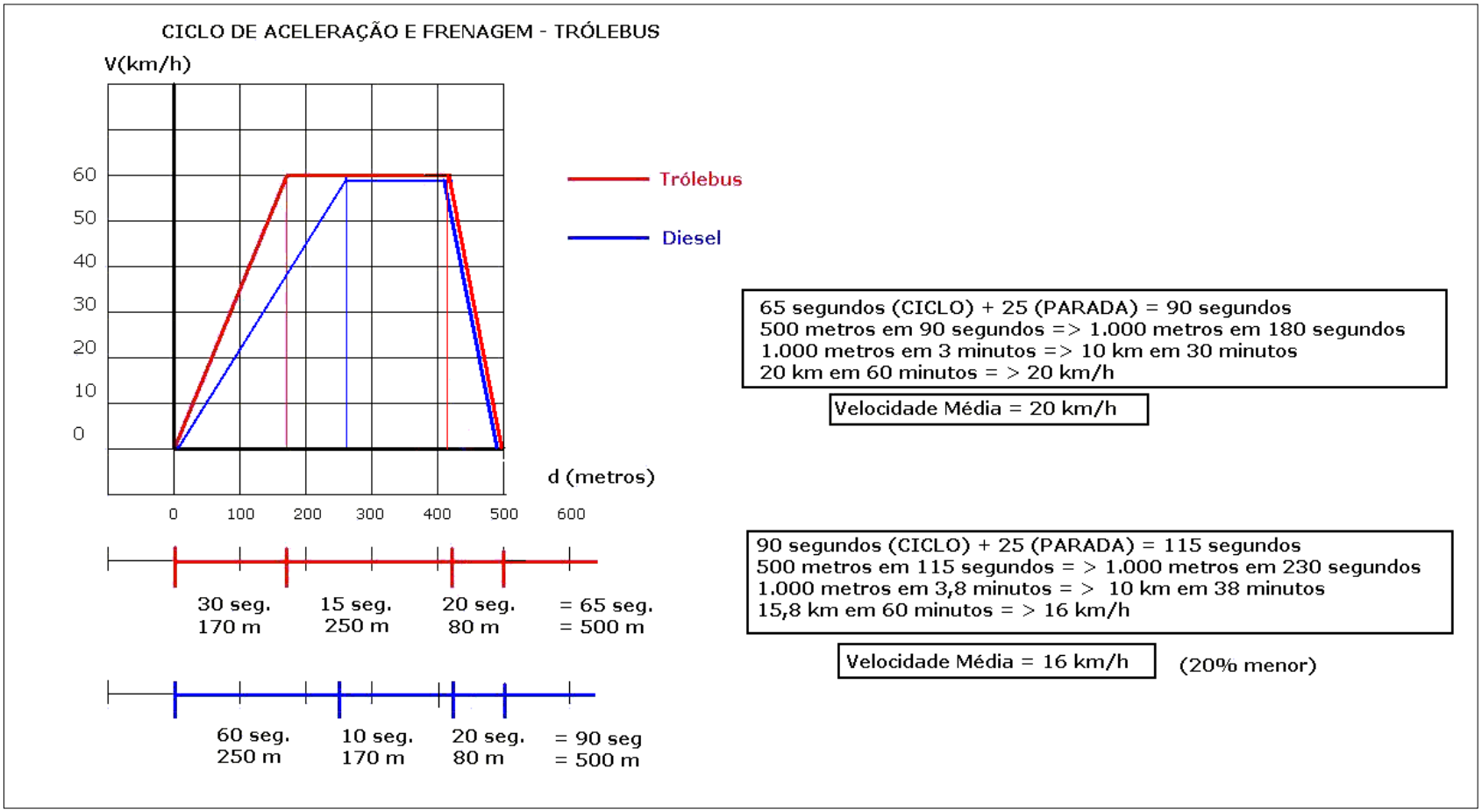
A Área 4 de concessão do Sistema de Transporte, onde a frota de trólebus está inserida, adquiriu 140 novos trólebus dotados de piso baixo e moderno sistema de propulsão. Outros 50 trólebus novos estão em fase de aquisição.
A partir do fato de estes novos veículos poderão fazer parte da frota necessária para operar as linhas que atualmente trafegam neste corredor e a nova linha prevista.
34 ou 44 novos veículos trafegariam na nova linha prevista enquanto os outros 40 operariam as linhas existentes provenientes de São Mateus ate o Terminal Penha.

Qualidades dos trólebus:

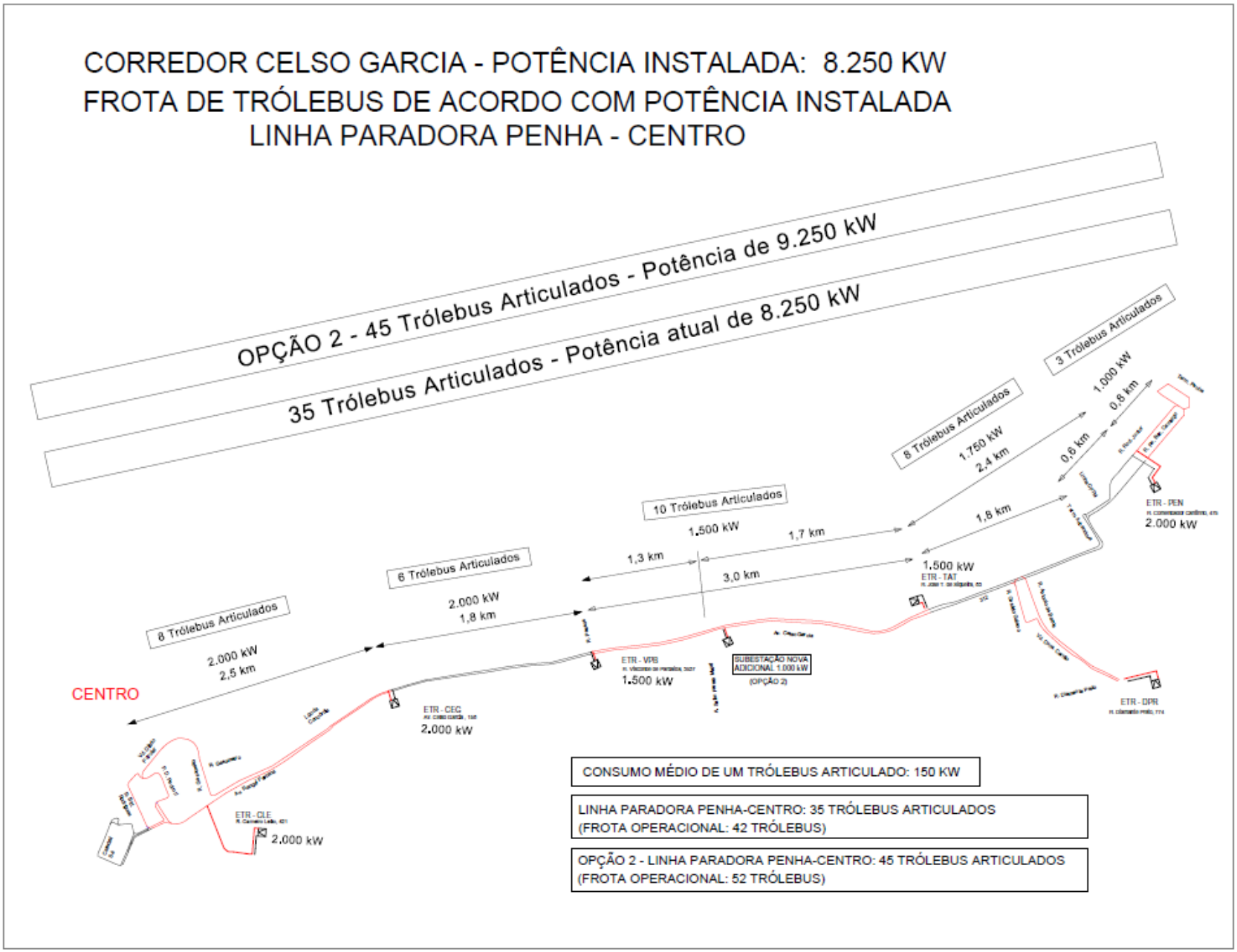
Rendimento energético de 90% contra 30 a 40% de qualquer tipo de ônibus que utilizam motores a combustão, maior conforto para os passageiros, emissão zero de poluentes, mais limpos e silenciosos, aceleração continua, suave e 20% maior daquela praticada pelos ônibus à combustão e é símbolo atual de transporte ecologicamente correto, tendo o seu uso incrementado em muitos paises preocupados com o meio ambiente.

CICLO DE ACELERAÇÃO E FRENAGEM DOS TRÓLEBUS

Para distanciamento de **500 metros** entre paradas a velocidade média dos trólebus é de **20 km/h** e **16 km/h** para os ônibus diesel, enquanto que para distanciamento de **750 metros** entre paradas, as velocidades médias aumentam para **24 km/h** para trólebus e **20 km/h** para ônibus diesel.



POTÊNCIA INSTALADA E PROJETADA



DEMANDA DE PASSAGEIROS NA HORA DE PICO POR SENTIDO

O região da Penha com seus dois terminais, já possue sua demanda consagrada com a integração de linhas alimentadoras de ônibus.
Com a implantação de vias especiais com alto indice de segregação, a criação de uma linha troncal até o centro, com velocidade média de 20 km/h e frequência de 90 a 120 segundos, a demanda prevista de escoamento de passageiros desta região será de 6.000 a 7.800 passageiros/hora/pico.

DEMANDA DE PASSAGEIROS DA LINHA DE 34 TRÓLEBUS NA HORA DE PICO POR SENTIDO

LINHA TRONCAL PENHA - DOM PEDRO - EXTENSÃO TOTAL 11,0 KM (POR SENTIDO) - 34 TRÓLEBUS - 18 METROS - VELOCIDADE MÉDIA 20 KM/H

Horário no Dia	Horas	Frota	Frota Total por Sentido (Meia Viagem)	Extensão de Meia Viagem (Km)	Capacidade por Trólebus	Lotação por trólebus com renovação de 30% (CENTRO)	Tempo para Meia Viagem (minutos)	Velocidade média (km/h)	Intervalo entre Tróleibus (minutos)	Intervalo entre Tróleibus (segundos)	Quantidade de Meia Viagens por hora (CENTRO)	Passageiros transportados (Dias úteis) (CENTRO)	Lotação por trólebus com renovação de 20% (PENHA)	Quantidade de Meia Viagens (PENHA)	Passageiros transportados (Dias úteis) (PENHA)
5 as 6	1	**34**	17	**11**	150	80	33	**20**	1,94	116	31	2.473	80	31	2473
6 as 8	**2**	**34**	17	**11**	150	**195**	33	**20**	1,94	116	31	12.055	**100**	31	6182
8 as 12	4	**28**	14	**11**	150	80	33	**20**	2,36	141	25	8.145	80	25	8145
12 as 18	6	**28**	14	**11**	150	80	33	**20**	2,36	141	25	12.218	80	25	12218
18 as 20	**2**	**34**	17	**11**	150	**100**	33	**20**	1,94	116	31	6.182	**195**	31	12055
20 as 22	2	**28**	14	**11**	150	80	33	**20**	2,36	141	25	4.073	80	25	4073
22 as 1	3	**16**	8	**11**	150	50	33	**20**	4,13	248	15	2.182	50	15	2182
												47.327			**47.327**

LINHA TRONCAL DE TRÓLEBUS - DEMANDA DE PASSAGEIROS AO LONGO DO DIA/MÊS

Total de passageiros transportados (Dias úteis)	Passageiros transportados (Sábados) (20% do dia útil)	Passageiros transportados (Domingos) (10% do dia útil)	Passageiros por trólebus (média diária}	**Passageiros por Mês**	**Remuneração (Reais)**
94.655	**18.931**	**9.465**	**1.830**	**2.195.985**	**R$ 6.587.956,36**

DEMANDA DE PASSAGEIROS DA LINHA DE 34 TRÓLEBUS NA HORA DE PICO POR SENTIDO

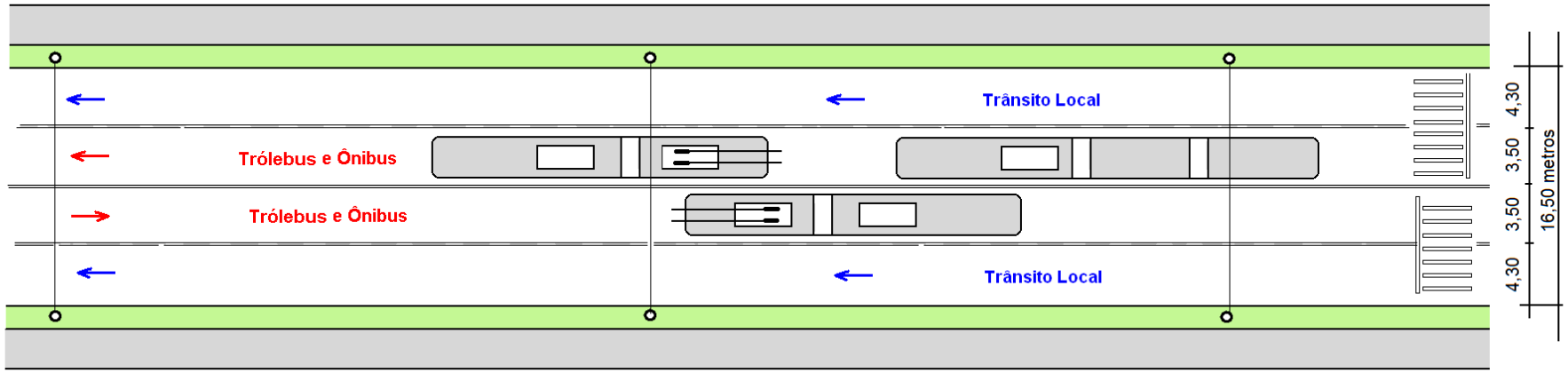
LINHA TRONCAL PENHA - DOM PEDRO - EXTENSÃO TOTAL 11,0 KM (POR SENTIDO) - 44 TRÓLEBUS - 18 METROS - VELOCIDADE MÉDIA 20 KM/H

Horário no Dia	Horas	Frota	Frota Total por Sentido (Meia Viagem)	Extensão de Meia Viagem (Km)	Capacidade por Trólebus	Lotação por trólebus com renovação de 30% (CENTRO)	Tempo para Meia Viagem (minutos)	Velocidade média (km/h)	Intervalo entre Tróleibus (minutos)	Intervalo entre Tróleibus (segundos)	Quantidade de Meia Viagens por hora (CENTRO)	Passageiros transportados (Dias úteis) (CENTRO)	Lotação por trólebus com renovação de 20% (PENHA)	Quantidade de Meia Viagens (PENHA)	Passageiros transportados (Dias úteis) (PENHA)
5 as 6	1	**44**	22	**11**	150	80	33	**20**	1,50	90	40	3.200	80	40	3200
6 as 8	**2**	**44**	22	**11**	150	**195**	33	**20**	1,50	90	40	15.600	**100**	40	8000
8 as 12	4	**28**	14	**11**	150	80	33	**20**	2,36	141	25	8.145	80	25	8145
12 as 18	6	**28**	14	**11**	150	80	33	**20**	2,36	141	25	12.218	80	25	12218
18 as 20	**2**	**44**	22	**11**	150	**100**	33	**20**	1,50	90	40	8.000	**195**	40	15600
20 as 22	2	**28**	14	**11**	150	80	33	**20**	2,36	141	25	4.073	80	25	4073
22 as 1	3	**16**	8	**11**	150	50	33	**20**	4,13	248	15	2.182	50	15	2182
												53.418			**53.418**

LINHA TRONCAL DE TRÓLEBUS - DEMANDA DE PASSAGEIROS AO LONGO DO DIA/MÊS

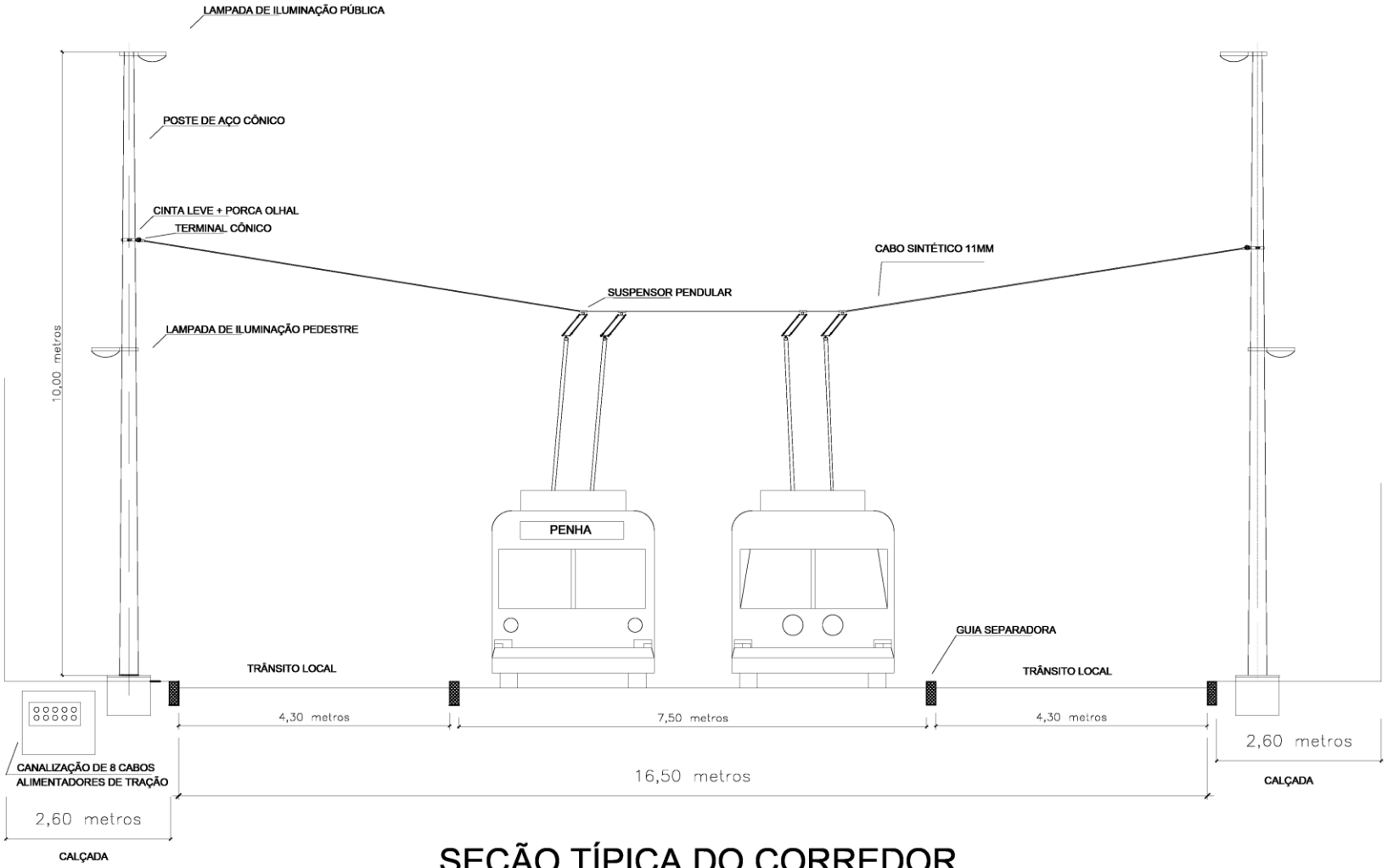
Total de passageiros transportados (Dias úteis)	Passageiros transportados (Sábados) (20% do dia útil)	Passageiros transportados (Domingos) (10% do dia útil)	Passageiros por trólebus (média diária}	Passageiros por Mês	Remuneração (Reais)
106.836	**21.367**	**10.684**	**2.066**	**2.478.604**	**R$ 7.435.810,91**

CONFIGURAÇÃO DA CANALETA



PISTAS EXCLUSIVAS JUNTAS

CONFIGURAÇÃO DA CANALETA



SEÇÃO TÍPICA DO CORREDOR

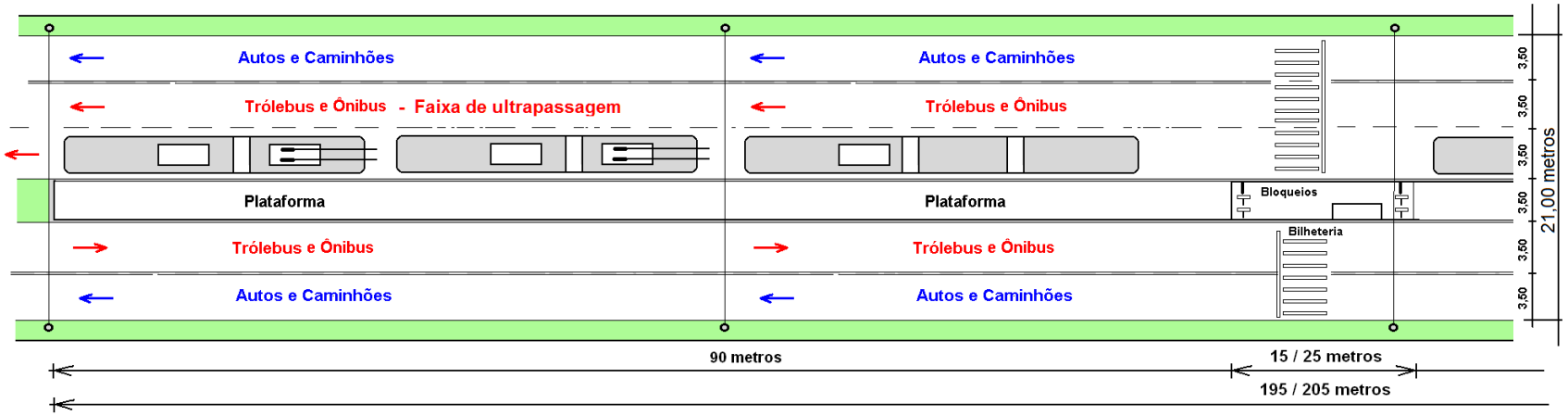
CONFIGURAÇÃO DA CANALETA

CONFIGURAÇÕES DA CANALETA

OPÇÃO 1 – A canaleta com pista dupla tem as seguintes vantagens:
- Confinação completa da operação do corredor sem invadir as pistas locais de trânsito.
- Possibilidade de ultrapassagens internas sem invadir as pistas locais de trânsito.
- A manutenção da rede elétrica dos trólebus irá ser facilitada, diminuindo as dificuldades de tráfego dos ônibus e trólebus na canaleta.

OPÇÃO 2 – A canaleta com pistas separadas por canteiro central tem as seguintes desvantagens:
- Invasão da pista local de trânsito por ocasião de veículos danificados.
- Dificulta a manutenção da rede elétrica dos trólebus com a invasão da pista local pelo ônibus e trólebus.

CONFIGURAÇÃO DA PARADA



As paradas irão possuir duas áreas de embarque e desembarque e uma área de entrada, venda de bilhetes e bloqueios.
O comprimento da plataforma principal terá 90 metros de comprimento e poderá comportar até três veículos bi-articulados enquanto que a plataforma secundária terá um comprimento de 50 metros com parada prevista de até dois veículos articulados. O comprimento total terá até 165 metros.
Outra configuração com duas plataformas de 90 metros cada uma, poderá ter um comprimento total 205 metros.
As pistas de rolamento em um dos sentidos serão duplas para permitir as ultrapassagens.
As linhas de trólebus irão parar juntas em uma ou outra plataforma, não havendo a necessidade de ultrapassagens entre elas.

PARADAS SUBTERRÂNEAS

Com a previsão de implantação de paradas e passagens subterrâneas, a tração elétrica se torna absolutamente necessária e adequada para evitar o acumulo de gases nocivos aos usuários.
A rede elétrica interna poderá ser substituída por corrediças metálicas fixadas ao teto da passagem subterrânea, com dupla isolação elétrica, tornando-se verdadeiros "trilhos" elétricos.
Esta solução será muito mais segura que a utilização da rede interna (fios de contato) e irá proporcionar total eficácia na operação dos trólebus.

A utilização de trólebus em trechos subterrâneos não é novidade em muitos sistemas nos Estados Unidos, Suíça, Alemanha e México.

Em São Paulo já existiram passagens subterrâneas para uso de trólebus na Av. 9 de Julho, Av. São Gabriel e Av. Lineu de Paula Machado.

Sistema de Essen - Alemanha

FROTA DE TRÓLEBUS

Trólebus articulado de 18 metros de comprimento com capacidade de 150 passageiros e dotados de baterias para operarem desconectados da rede, em situações emergenciais, com autonomia de 3 a 5 quilômetros.

OPERAÇÃO DOS TRÓLEBUS EM SITUAÇÕES EMERGENCIAIS

Com autonomia de até 5 km desconectados da rede aérea os trólebus poderão percorrer trechos de circuitos desligados.

Os desligamentos dos circuitos são provocados por curtos-circuitos na rede, provenientes de danos causados pelos trólebus ou por terceiros (rede partida).

Os disjuntores das subestações se desligam automaticamente quando ocorre o curto-circuito e o circuito correspondente ficará sem energia até que o curto-circuito seja removido da rede, na ocasião do reparo na rede.

Cada circuito é alimentado nas extremidades por duas subestações adjacentes e tem a extensão média de 2,5 km.

Para diminuir a distância de paralização nas situações de emergência cada circuito poderá ser subdivido em duas ou três partes, instalando-se chaves seccionadoras intermediárias.

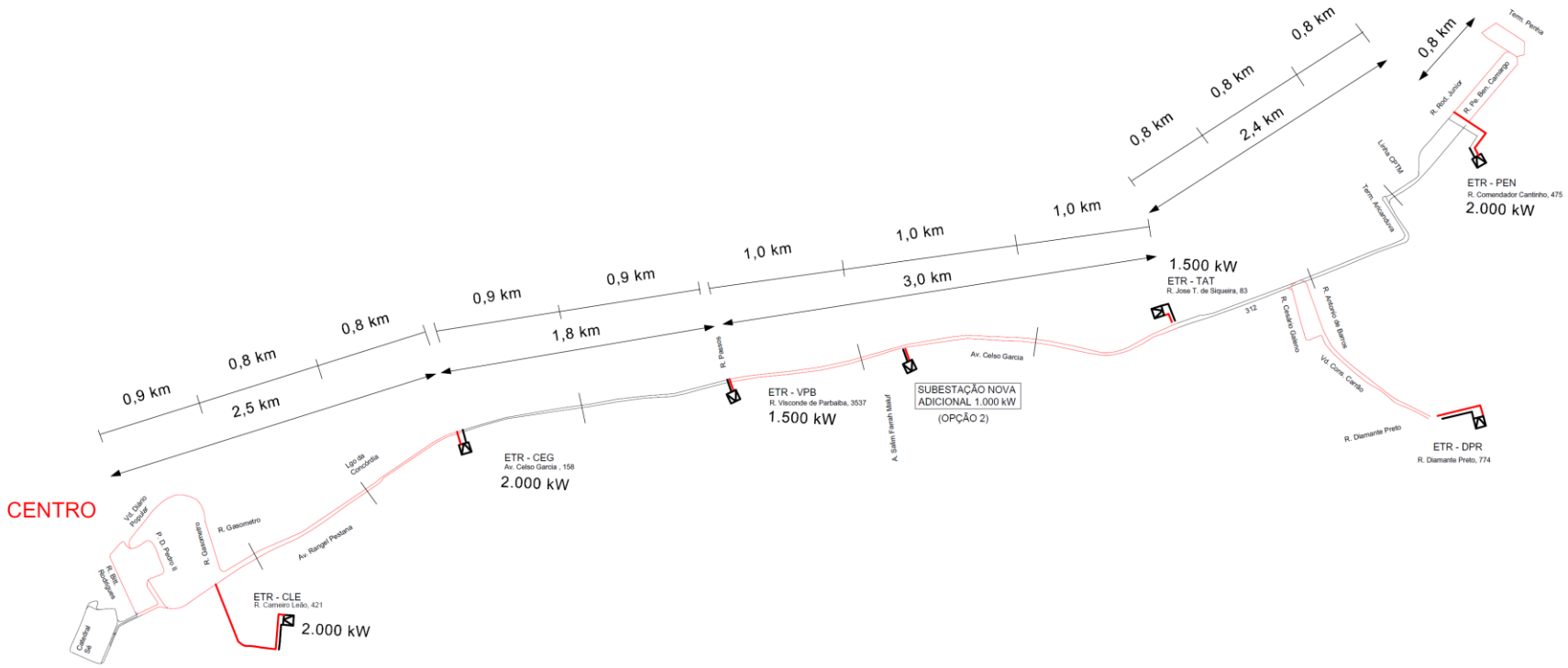
Estas chaves permanecerão ligadas durante a operação normal, mas, poderão ser desligadas de forma a isolar o trecho da rede com problemas, diminuindo assim o trecho sem energia a ser vencida com a operação dos trólebus acionados pelo grupo de baterias.

Esta configuração trará mais confiabilidade na operação, eliminando totalmente a a paralização da linha.

CONFIGURAÇÃO DAS SUBDIVISÕES DE CIRCUITOS PROPOSTA

CORREDOR CELSO GARCIA

SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA- SUB-DIVISÃO DE CIRCUITOS



ORÇAMENTO ESTIMATIVO RESUMIDO

CORREDOR CELSO GARCIA			
REDE DE TRÓLEBUS (RESUMO)	**QDE.**	**TOTAL**	
BASES DE CONCRETO PARA POSTE DE AÇO (ILUMINAÇÃO PÚBLICA + TRÓLEBUS)	880	R$ 1.368.449,91	O custo de implantação das bases e postes metálicos para Iluminação Pública podem ser considerados como parte integrante da requalificação urbana e não como custo de implantação da rede de trólebus.
POSTES DE AÇO (ILUMINAÇÃO PÚBLICA + TRÓLEBUS)	880	R$ 4.679.429,20	
POSTES DE CONCRETO - TERMINAL PENHA	52	R$ 107.113,76	
ESTRUTURAS DE REDE NO CORREDOR	402	R$ 3.283.976,04	
ESTRUTURAS DE REDE NO CENTRO	20	R$ 80.086,80	
ESTRUTURAS DE REDE NO TERMINL PENHA	34	R$ 160.731,52	
FIO DE CONTATO (REDE DUPLA NO CORREDOR) (M)	9.500	R$ 1.505.028,00	
FIO DE CONTATO (REDE SIMPLES NO CENTRO) (M)	500	R$ 39.606,00	
FIO DE CONTATO (REDE SIMPLES NO TERMINAL PENHA) (M)	450	R$ 71.290,80	
ANCORAGEM PROVISÁRIA DA REDE	19	R$ 20.780,72	
CANALIZAÇÃO SUBTERRÂNEA	10.200	R$ 6.233.697,36	
CABOS SUBTERRÂNEOS	77.600	R$ 12.974.875,20	
MÃO DE OBRA (REDE BIFILAR SIMPLES)	20,9	R$ 1.274.900,00	
TOTAL (SEM BDI)		**R$ 31.799.965,31**	
TOTAL (COM BDI 30%)		**R$ 41.339.954,90**	

ORÇAMENTO ESTIMATIVO DETALHADO

CORREDOR CELSO GARCIA - LINHA DE TRÓLEBUS - ORÇAMENTO ESTIMATIVO				
Estruturas de Rede	Qde.	Custo Unitário	Custo total	Referência
Rede Flexível Dupla no Corredor				
Tirante de suspensão em linha reta	260	R$ 4.959,05	R$ 1.289.351,70	Planilha SPTrans + 5%
Tirante de suspensão em curva	142	R$ 12.650,51	R$ 1.796.371,71	Planilha SPTrans + 5%
Tirante de alimentação	36	R$ 1.409,63	R$ 50.803,04	Planilha SPTrans + 5%
Transição para alimentação	36	R$ 797,40	R$ 28.738,21	Planilha SPTrans + 5%
Tirante de Pára -Raios	18	R$ 2.954,48	R$ 53.239,68	Planilha SPTrans + 5%
Fio trólei 107mm² (metros)	38000	39,61	R$ 1.505.028,00	Planilha SPTrans + 5%
Ancoragem provisória	19	R$ 1.093,72	R$ 20.780,72	Planilha SPTrans + 5%
Cabo alimentador subterrâneo 500mm² (m)	74000	R$ 167,20	R$ 12.372.948,00	Planilha SPTrans + 5%
Base de concreto para postes de aço	830	R$ 1.555,06	R$ 1.290.697,07	Mercado
Poste de Aço octogonal 10 m x 600 daN	680	R$ 4.504,78	R$ 3.063.250,29	Mercado
Poste de Aço octogonal 10 m x1400 daN	150	R$ 8.974,92	R$ 1.346.238,48	Mercado
Linha de 12 dutos subterrâneos (metros)	9500	R$ 568,65	R$ 5.402.144,60	SIURB
Caixa de passagem 1,4 x 1,4 x 1,4 m	158	R$ 2.550,00	R$ 403.750,00	SIURB
Saída de Subestação	4	R$ 16.367,93	R$ 65.471,70	Planilha SPTrans + 5%
Rede Flexível Simples no Corredor				
Tirante de suspensão em linha reta	14	R$ 2.763,66	R$ 38.691,28	Planilha SPTrans + 5%
Tirante de suspensão em curva	6	R$ 6.728,91	R$ 37.382,86	Planilha SPTrans + 5%
Tirante de alimentação	2	R$ 1.208,93	R$ 2.417,86	Planilha SPTrans + 5%
Transição para alimentação	2	R$ 797,40	R$ 1.594,80	Planilha SPTrans + 5%
Fio trólei 107mm² (metros)	1.000	R$ 39,61	R$ 39.606,00	Planilha SPTrans + 5%
Cabo alimentador subterrâneo 500mm² (m)	3.600	R$ 167,20	R$ 601.927,20	Planilha SPTrans + 5%
Base de concreto para postes de aço	50	R$ 1.555,06	R$ 77.752,84	Mercado
Poste de Aço octogonal 10 m x 600 daN	40	R$ 4.504,78	R$ 180.191,19	Mercado
Poste de Aço octogonal 10 m x1400 daN	10	R$ 8.974,92	R$ 89.749,23	Mercado
Linha de 12 dutos subterrâneos (metros)	700	R$ 568,65	R$ 398.052,76	SIURB
Caixa de passagem 1,4 x 1,4 x 1,4 m	12	R$ 2.550,00	R$ 29.750,00	SIURB
Rede rígida no Terminal Penha				
Tirante de suspensão em linha reta - rede dupla	10	R$ 4.959,05	R$ 49.590,45	Planilha SPTrans + 5%
Tirante de suspensão em curva - rede simples	24	R$ 4.630,88	R$ 111.141,07	Planilha SPTrans + 5%
Fio trólei 107mm² (metros)	1.800	R$ 39,61	R$ 71.290,80	Planilha SPTrans + 5%
Poste de Concreto 10,5 m x 1200 daN	52	R$ 2.059,88	R$ 107.113,76	Mercado
MÃO DE OBRA				
Corredor (por km)	20	R$ 61.000,00	R$ 1.220.000,00	Planilha SPTrans + 5%
Terminal (por km)	0,9	R$ 61.000,00	R$ 54.900,00	Planilha SPTrans + 5%
TOTAL GERAL			**R$ 31.799.965,31**	**SEM BDI**
TOTAL GERAL			**R$ 41.339.954,90**	**COM BDI 30%**

CONCLUSÃO

O Corredor Celso Garcia é um dos principais corredores utilizados pelos trólebus atualmente.
O arrojado projeto previsto, com a prioridade para os veículos, alta demanda de passageiros, vias segregadas, passagens subterrâneas e revitalização urbana, torna este Corredor absolutamente adequado para o uso de trólebus.

A ligação entre Penha e o centro já possui uma demanda consagrada de passageiros, a qual deverá ser transportada principalmente pelos trólebus, cuja infra-estrutura de alimentação já se encontra instalada. Com a implantação de vias exclusivas a velocidade média poderá alcançar 20 km/h onde uma frota de 34 a 44 trólebus articulados, poderá contribuir com a demanda de até 7.800 passageiros por sentido, na hora de pico.

A continuidade do uso dos trólebus no Corredor Rangel Pestana – Celso Garcia é primordial para a "sobrevivência" do Sistema de Trólebus na cidade.
Apesar da infra-estrutura elétrica existente e a extensão deste corredor corresponder à cerca de 12% do total, a frota que utiliza a ligação Penha – Centro nas duas linhas atuais (80 veículos), representa cerca de 40% da frota existente que, efetivamente, saem às ruas para operar as linhas de trólebus ("frota OSO" de 180 trólebus).

Com a potencia existente capaz de movimentar até 34 veículos articulados e com a re-potencialização podendo atingir até 44 trólebus no trecho de 11 km entre o centro e Penha, este corredor poderá se tornar o mais importante corredor de trólebus de São Paulo, contribuindo eficazmente para a diminuição da poluição ambiental, tendo um melhor uso dos recursos públicos investidos ao longo das duas últimas décadas e melhoria substancial na qualidade do transporte e de vida dos moradores e comerciantes ao longo de todo o Corredor.

São Paulo, Junho de 2013.