



Contratação de serviços necessários à realização de estudos para a outorga de concessão dos serviços públicos de transporte ferroviário de passageiros na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, operado pela Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A. - Trensurb, e nas Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte/MG, Maceió/AL, Recife/PE, João Pessoa/PB e Natal/RN, operados pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU.

**- Estudo de Outorga de Concessão do Transporte Ferroviário -
CBTU - STU Recife/PE**

RT06

ESTUDO TÉCNICO-OPERACIONAL

Revisão Ø

São Paulo, 05 de setembro de 2025

Consórcio:

TYLin

SYSTRA



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	8
LISTA DE SIGLAS.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. PLANO OPERACIONAL BÁSICO.....	12
2.1. Premissas.....	16
2.2. Demanda	17
2.2.1. Demanda no cenário “Base”	17
2.2.2. Demanda no cenário “Principal”	19
2.2.3. Demanda referencial para a concessão	20
2.3. Avaliação operacional da concessão	24
2.3.1. Intervalos (<i>Headways</i>).....	24
2.3.2. Nível de Serviço	26
2.3.3. Frota e produção quilométrica.....	28
3. INDICADORES DE DESEMPENHO	30
3.1. Indicadores de desempenho de operação	31
3.1.1. Tempo médio de percurso (TMP).....	31
3.1.2. Cumprimento da oferta programada (ICO).....	32
3.1.3. Acidentes com passageiros na linha (IAL)	33
3.1.4. Incidentes (IOL).....	34
3.2. Indicadores de desempenho de manutenção.....	35
3.2.1. Confiabilidade do material rodante (MRO).....	36
3.2.2. Disponibilidade técnica de trens nos picos (DTT).....	36
3.2.3. Disponibilidade das estações (EST)	37
3.2.4. Disponibilidade dos sistemas de linha (LIN)	38
4. CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX).....	40
4.1. Metodologia	40
4.1.1. Racional das categorias de Opex	40
4.1.2. Opex total	43
4.2. Alocação funcional	43
4.2.1. Alocação funcional (ano 2 Concessão)	44
4.2.2. Exemplos de alocação pessoal	51
4.2.3. Considerações sobre pessoal	52
5. PROJEÇÃO DOS INVESTIMENTOS	54
5.1. Metodologia para os estudos de Capex.....	54

5.2.	Investimentos necessários em instalações e inserção urbana.....	57
5.2.1.	Metodologia	57
5.2.2.	Investimentos principais (1º ao 3º ano de concessão)	64
5.2.3.	Demais investimentos (após 3º ano de concessão)	85
5.3.	Investimentos necessários em equipamentos e sistemas	85
5.3.1.	Metodologia	85
5.3.2.	Investimentos principais (1º ao 3º ano de concessão)	86
5.3.3.	Demais investimentos (após 3º ano de concessão)	96
5.4.	Investimentos necessários em material rodante	97
5.4.1.	Metodologia	97
5.4.2.	Investimentos principais (1º ao 3º ano de concessão)	105
5.5.	Desocupação na faixa de domínio da Linha Diesel	138
5.5.1.	Nota Técnica - Desocupação	138
5.5.2.	Levantamento de ocupações na faixa de domínio da Linha Diesel	139
5.6.	Síntese da projeção de investimentos	172
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	173

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Sistema metroferroviário de transporte de passageiros na Região Metropolitana do Recife	15
Figura 2-2 Avaliação temporal de <i>ramp up</i>	22
Figura 4-1 Quantidade de pessoal (concessão).....	53
Figura 5-1 Proposta para organização macro dos investimentos	55
Figura 5-2 Exemplo de Checklist de Avaliação – Estação Mangueira	58
Figura 5-3 Exemplo de Checklist de Avaliação – Passarela Mangueira.....	59
Figura 5-4 Implantação da Estação Mangueira atualizada	62
Figura 5-5 Exemplo de estudo funcional – Intervenções no nível térreo da Estação Mangueira.....	63
Figura 5-6 Exemplo de estudo funcional – Intervenções no nível superior da Estação Mangueira	63
Figura 5-7 Estudo esquemático para passagem em nível	70
Figura 5-8 Solução para rebaixo de guia	72
Figura 5-9 Dimensionamento do paraciclo utilizado como modelo	73
Figura 5-10 Dimensionamento dos sanitários públicos comuns e acessíveis	74
Figura 5-11 Dimensionamento dos sanitários e vestiários para funcionários	74
Figura 5-12 Dimensionamento do sanitário e vestiário acessível para funcionários.....	75
Figura 5-13 Seção esquemática do prolongamento de cobertura – Plataforma central.....	76
Figura 5-14 Seção esquemática do prolongamento de cobertura – Plataforma lateral.....	76
Figura 5-15 Sinalização tátil em plataformas (primeiro carro)	77
Figura 5-16 Sinalização visual e tátil em corrimãos e degraus das escadas fixas	77
Figura 5-17 Sinalização tátil em escadas rolantes.....	78
Figura 5-18 Sinalização tátil em elevadores	78
Figura 5-19 Comunicação visual de referência – Estação Engenheiro Goulart da CPTM	79
Figura 5-20 Comunicação visual existente – Estação Mangueira	79
Figura 5-21 Traçado da Linha Oeste Diesel (VLT)	94
Figura 5-22 TUE da frota CISM	98
Figura 5-23 TUE da frota CAF	99
Figura 5-24 VLT da Bom Sinal	100
Figura 5-25 Oficina de pequenos reparos do Pátio Recife (OPR) – Vistas internas	102
Figura 5-26 Oficina de Werneck (vista interna e externa)	103
Figura 5-27 Centro de Manutenção de Cavaleiro (vistas internas).....	103
Figura 5-28 Oficina de Cajueiro Seco (vista externa e interna)	105
Figura 5-29 Exemplo de Simulador de Operação de Trens e as imagens visualizadas	116
Figura 5-30 Modelo de VLT da Marco Polo	122
Figura 5-31 Locomotivas de bitola larga	123

Figura 5-32 Locomotivas de bitola larga da Progress Rail.....	124
Figura 5-33 Locotrator de bitola larga da Zagro.....	124
Figura 5-34 Mesa falsa para troca de truques Ref. HS-DT-TRQ-1.6	125
Figura 5-35 Torno ROMI	126
Figura 5-36 Saca-rolamentos.....	127
Figura 5-37 Sapatilha Dinamométrica	127
Figura 5-38 Medidor de Perfil de Rodas a Laser	128
Figura 5-39 Medidor de Diâmetro de Rodas.....	129
Figura 5-40 Equipamento de teste de pantógrafos	129
Figura 5-41 Lavador de peças grande.....	130
Figura 5-42 Máquina de lavar trens	131
Figura 5-43 Esquemático básico da Mesa falsa para troca de truques – Tipo DROP TABLE.....	132
Figura 5-44 Mesa falsa para troca de truques tipo DROP TABLE	132
Figura 5-45 Torno de Rodeiros (avulsos).....	133
Figura 5-46 Esquema básico de uma ponte rolante.....	133
Figura 5-47 Modelo de empilhadeira de 3.000 Kg.....	134
Figura 5-48 Lavador de peças grande.....	135
Figura 5-49 Prensa de rodas de 400 toneladas com registro gráfico.....	136
Figura 5-50 Torno vertical CNC.....	136
Figura 5-51 Torno subterrâneo de rodas	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1 Quantidade de dias úteis, sábados, domingos e feriados.....	16
Tabela 2-2 Cenários de simulação para os intervalos dos serviços.....	17
Tabela 2-3 Demanda na hora pico manhã da Linha Centro por trecho (Cenário “Base”).....	17
Tabela 2-4 Demanda na hora pico manhã da Linha Sul por trecho (Cenário “Base”)	18
Tabela 2-5 Demanda na hora pico manhã da Linha Diesel por trecho (Cenário “Base”)	18
Tabela 2-6 Demanda na hora pico manhã da Linha Centro por trecho (Cenário “Principal”).....	19
Tabela 2-7 Demanda na hora pico manhã da Linha Sul por trecho (Cenário “Principal”).....	19
Tabela 2-8 Demanda na hora pico manhã da Linha Diesel por trecho (Cenário “Principal”)	20
Tabela 2-9 Demanda anual – Avaliação <i>ramp up</i>	22
Tabela 2-10 Demanda na hora pico manhã da Linha Centro por trecho (POB).....	22
Tabela 2-11 Demanda na hora pico manhã da Linha Sul por trecho (POB).....	24
Tabela 2-12 Demanda na hora pico manhã da Linha Diesel por trecho (POB)	24
Tabela 2-13 <i>Headways</i> na Linha Centro (minutos)	25

Tabela 2-14 <i>Headways</i> na Linha Sul (minutos)	25
Tabela 2-15 <i>Headways</i> na Linha Diesel Sul (minutos).....	26
Tabela 2-16 <i>Headways</i> na Linha Diesel Oeste (minutos)	26
Tabela 2-17 Nível de serviço por trecho da Linha Centro, em passageiros por m ² (Referencial)	27
Tabela 2-18 Nível de serviço por trecho da Linha Sul, em passageiros por m ² (Referencial)	27
Tabela 2-19 Nível de serviço por trecho da Linha Diesel, em passageiros por m ² (Referencial)	28
Tabela 2-20 Frota e Produção Quilométrica	29
Tabela 4-1 Alocação funcional (ano 2)	44
Tabela 4-2 Alocação funcional: Implantação	44
Tabela 4-3 Alocação funcional: Operação.....	45
Tabela 4-4 Alocação funcional: Manutenção	46
Tabela 4-5 Alocação funcional: Pátios.....	48
Tabela 4-6 Alocação funcional: Administrativo.....	48
Tabela 4-7 Cálculo do quantitativo do Técnico Eletrônico de Sistemas Elétricos e Eletromecânicos (Linha Centro).....	51
Tabela 4-8 Cálculo do quantitativo do Técnico de Manutenção Diurno de Material Rodante (Linha Centro).....	51
Tabela 4-9 Cálculo do quantitativo do Oficial Polivalente Noturno de Via Permanente (Linha Centro)	51
Tabela 5-1 Valores de referência para as taxas de bonificação e despesas indiretas	61
Tabela 5-2 AMVs críticos do sistema eletrificado, por abertura.....	66
Tabela 5-3 Lista Mínima de Sobressalentes dos Novos Trens.....	106
Tabela 5-4 Lista Mínima de Sobressalentes	118
Tabela 5-5 Lista Mínima de Sobressalentes dos Novos VLTs	119
Tabela 5-6 Síntese da projeção de investimentos (Valores em R\$)	172

São Paulo, 05 de setembro de 2025.

Ao

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES

Av. República do Chile, n.º 100, Rio de Janeiro-RJ

A/C Gestor(a) do Contrato

Apresentamos, neste documento, o trabalho desenvolvido para cumprir com os compromissos acordados no Contrato OCS n.º 132/2020 - SRM 4400004281, e refere-se à entrega do Produto **Estudo Técnico-Operacional**, Item 3.3.8 e subitens do Termo de Referência, Anexo I do Edital do Pregão Eletrônico n.º 02/2020-BNDES, referente à **Região Metropolitana do Recife – Pernambuco**.

O profissional **GABRIEL FERIANCIC**, Responsável Técnico pela Avaliação Técnico-Operacional, foi o responsável pela coordenação técnica e supervisão deste Produto.

Atenciosamente,

GABRIEL FERIANCIC

Consórcio GPO-SYSTRA-CESCON-RHEIN

APRESENTAÇÃO

Este produto, RT06 Estudo Técnico-Operacional, foi desenvolvido para cumprir com os compromissos acordados no contrato OCS 132/2020 SRM 4400004281 – Aditivo II, no âmbito da Fase 2, que engloba o escopo dos serviços técnicos contemplados no Serviço C, e tem por objetivo a formatação final do Modelo de Concessão do serviço público de transporte de passageiros em cada uma das regiões metropolitanas.

Considerando o escopo acordado, referente ao subitem 3.3.8 do Termo de Referência, este produto contém: a) o Plano Operacional Básico, com a indicação dos parâmetros operacionais de frequência, pontualidade, tempo de viagem, segurança e conforto; b) os Indicadores de Desempenho para o monitoramento e acompanhamento do Contrato de Concessão; c) a projeção dos custos operacionais (Opex), com a indicação do número de funcionários, o consumo de energia elétrica e combustíveis, bem como a indicação dos custos operacionais e das despesas administrativas; d) a projeção dos investimentos de requalificação, manutenção, reposição e expansão dos sistemas de transporte ferroviário de passageiros, de forma a compatibilizar a oferta dos serviços à demanda projetada, pelo período da concessão; e) o orçamento detalhado dos custos de investimento (Capex) considerando o faseamento dos investimentos.

LISTA DE SIGLAS

ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
AMV	Aparelho de Mudança de Via
APS	Sistema Auxiliar de Potência
ATC	<i>Automatic Train Control</i> (Controle Automático de Trens)
ATS	<i>Automatic Train Stop</i> (Sistema Automático de Parada)
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
BDI	Bonificação por despesas indiretas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAF	<i>Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles</i>
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i> (Despesas de Capitais ou Investimentos em Bens de Capitais)
CB	Cabine
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CCO	Centro de Controle Operacional
CEF	Caixa Econômica Federal
CISM	Companhia Industrial Santa Matilde
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
COESU	Coordenação Operacional da Linha Sul
COMSU	Coordenação Operacional Movimento Linha Sul
CRO	Sistema de Cronometria
CSP	Cabine de Seccionamento e Paralelismo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
GGD	Grupo Gerador a Diesel
IDG	Indicador de Desempenho Geral
IDM	Indicador final de Desempenho de Manutenção
ID_{mn}	Indicador específico de Desempenho de Manutenção
IDO	Indicador final de Desempenho de Operação
ID_{op}	Indicador específico de Desempenho de Operação
IGPM	Índice Geral de Preços do Mercado
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
JIC	Junta Isolada Colada
MR	Material rodante
NBR	Norma Brasileira
OAE	Obra de arte especial
OPEX	<i>Operational Expenditure</i> (Despesas e Dispendios Operacionais, incluindo investimento em manutenção de equipamentos)
OPR	Oficina de Pequenos Reparos
PE	Estado de Pernambuco

PN	Passagem em nível
POB	Plano Operacional Básico
QID	Quadro de Indicadores de Desempenho
QSSTMA	Qualidade, Saúde, Segurança, Trabalho e Meio Ambiente
RAA	Reação álcali-agregado
RH	Recursos Humanos
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> (Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados)
SCFTV	Sistema de Circuito Fechado de Televisão
SE	Subestação de Energia de Tração
SICFER	Sistema de Custos Referenciais Ferroviários
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SIEC	Sistema de Engenharia de Custos
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
SIU	Sistema de Sonorização e Informação aos Usuários
SP	Estado de São Paulo
STO	Sistema de Transmissão Óptica
STU REC	Superintendência de Trens Urbanos do Recife
TI	Terminal Integrado / Tecnologia da Informação
TR	Termo de Referência
TUE	Trem Unidade Elétrica
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos
VSU	Unidade Sensora de Voltagem

1. INTRODUÇÃO

Este relatório está estruturado em 6 capítulos, cujo conteúdo é apresentado a seguir.

Neste primeiro, apresenta-se a estrutura do relatório e os temas abordados nos demais capítulos.

No capítulo 2, em atendimento ao item 3.3.8. (a) do TR, são abordados temas relativos ao Plano Operacional Básico (POB) considerando os cenários “Base” (nível de serviço programado e política tarifária vigentes em março de 2024) e “Principal” (com melhoria de intervalos dos serviços e nova política tarifária).

No capítulo 3, em atendimento ao item 3.3.8. (b) do TR, são abordados temas relativos aos Indicadores de Desempenho, tendo em vista o monitoramento e o acompanhamento do contrato de concessão. Apresenta-se a definição de cada indicador selecionado e os respectivos objetivos, atributos e métricas de monitoramento.

No capítulo 4, em atendimento ao item 3.3.8. (c) do TR, apresenta-se a metodologia que será utilizada para determinação do Opex e qual será a abrangência do estudo no tocante a quadro de pessoal, energia, água, manutenção, limpeza, bilhetagem, serviços de terceiros, treinamentos, entre outros custos operacionais. O capítulo também apresenta os quantitativos de postos de trabalho por função (base para cálculo de custos com pessoal) em um comparativo entre as funções atuais da CBTU e as sugeridas para o período de concessão.

No capítulo 5, em atendimento aos itens 3.3.8. (d) e (e) do TR, apresenta-se a metodologia utilizada para os estudos de Capex; também são indicados os principais parâmetros, premissas e critérios utilizados para estimativa dos investimentos principais, que devem ser concretizados até o terceiro ano de concessão, e para os demais investimentos, que devem ser realizados após esse período. Foram considerados investimentos em via permanente, estações e acessos (considerando a melhoria da inserção urbana), material rodante, sistema de alimentação e distribuição de energia elétrica, sistema de sinalização, sistemas de telecomunicação, Centro de Controle Operacional (CCO), sistema de bilhetagem eletrônica, demais sistemas e edificações e desocupação.

Por fim, o capítulo 6 contém as considerações finais, que apresentam um resumo dos principais pontos de cada capítulo.

Acompanham este produto, RT06 Estudo Técnico-Operacional, os seguintes documentos anexos:

- Projetos Funcionais: pasta com os estudos funcionais e memoriais descritivos de cada estação do sistema, onde constam as intervenções previstas: Pasta Anexo I;
- Planilha do Capex: CBTU-PE - RT06 Anexo II - CAPEX_CBTU-REC_2025.08.22.xlsx; e
- Planilha do Plano Operacional Básico e Opex: CBTU-PE - RT06 Anexo III - POB e OPEX-REC_2025.08.22.xlsx

2. PLANO OPERACIONAL BÁSICO

A elaboração do Plano Operacional Básico no presente capítulo tem como insumo os resultados apresentados no produto RT05 Estudo de Demanda, onde foram realizadas simulações para o 1º ano de operação requalificada para diversos cenários de operação e política tarifária, para subsidiar a tomada de decisão do Estado de Pernambuco e da União.

Durante o desenvolvimento dos estudos de concessão foram realizadas reuniões entre Consórcio, BNDES, Estado e União para tomada de decisão referente aos *headways* a serem praticados com a requalificação do sistema de trilhos (dados de demanda e oferta do cenário “Principal” do produto RT05). Uma vez definido o cenário, foram realizadas as estimativas de demanda e arrecadação para 35 anos.

O Plano Operacional Básico visa especificar a oferta de lugares necessária para o atendimento da demanda, tomando como base a capacidade de transporte do material rodante, a velocidade comercial, a extensão das linhas, a quantidade de estações e outras características que possam influenciar o desempenho operacional.

Os termos cenário “Base” e cenário “Principal” referem-se a nomenclatura e informações do produto RT05, já o termo cenário “Referencial” relaciona-se com o serviço a ser licitado e respectiva projeção da demanda, a qual é uma combinação das demandas projetadas nos cenários supracitados (seção 2.2.3.2). Vale ressaltar que os *headways* a serem praticados na hora pico são similares aos do período apresentados no produto RT05.

Para melhor compreensão dos serviços prestados pela CBTU/STU Recife, são apresentadas a seguir as principais características de cada linha.

Atualmente, o serviço metroferroviário é composto por 3 linhas, com um total de 36 estações (Figura 2-1), conforme descrito a seguir.

- **Linha Centro (eletrificada):**
 - É composta por um trecho troncal que parte da estação Recife, na área central de Recife, e segue até a estação Coqueiral, onde se divide em 2 ramais: Jaboatão (Linha Centro-1) e Camaragibe (Linha Centro-2);
 - Possui 19 estações e aproximadamente 24,4 km de via férrea (dupla)¹, sendo 9,4 km no trecho troncal, mais 6,5 km no ramal Jaboatão e 8,5 km no ramal Camaragibe;
 - O total de partidas no ramal Jaboatão é igual ao total de partidas no ramal Camaragibe;
 - O *headway* no trecho troncal (Recife ⇌ Coqueiral) é metade do *headway* nos ramais;
 - Frota patrimonial de 15 TUEs (4 carros), dos quais 11 estão disponíveis² (fabricante é a empresa *Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles* - CAF), os quais estão em operação desde 2013;
 - A capacidade dos TUEs (4 carros) é de 1.036 passageiros, para um nível de serviço de no máximo 6 passageiros/m²; e

¹ A extensão considerada para o desenvolvimento do Plano Básico Operacional pode divergir dos quantitativos de via permanente considerados no âmbito dos estudos de Capex. Isso ocorre porque no Plano Operacional Básico não são consideradas as vias auxiliares e outras extensões que não influenciam na operação típica comercial.

² Os TUEs 27, 29, 30 e 33 estão inoperantes.

- O sentido dominante na hora pico manhã na Linha Centro-1 é da estação Jaboatão para a estação Recife; na Linha Centro-2 é da estação Camaragibe para a estação Recife.
- **Linha Sul (eletrificada):**
 - Inicia-se na estação Recife (assim como a Linha Centro) e é formada por um único ramal, seguindo até Cajueiro Seco, onde há integração com a Linha Diesel;
 - Possui 12 estações (2 delas atendem tanto a Linha Centro quanto a Linha Sul: Recife e Joana Bezerra)³ e aproximadamente 13,3 km de via férrea (dupla);
 - Frota patrimonial de 17 TUEs (4 carros), dos quais 9 estão disponíveis⁴ (fabricante é a empresa Companhia Industrial Santa Matilde - CISM), os quais estão em operação desde meados de 1980;
 - A capacidade dos TUEs (4 carros) é de 1.200 passageiros, para um nível de serviço de no máximo 6 passageiros/m²; e
 - O sentido dominante na hora pico manhã é da estação Cajueiro Seco para a estação Recife.
- **Linha Diesel:**
 - Com estações notoriamente mais espaçadas do que as Linhas Centro e Sul eletrificadas, divide-se em 2 ramais: Oeste e Sul. O ramal Sul dá continuidade ao percurso da Linha Sul eletrificada; já o ramal Oeste se integra ao ramal Camaragibe da Linha Centro por meio da estação Curado⁵;
 - Possui 9 estações (uma delas, Cajueiro Seco, atende tanto a Linha Sul eletrificada quanto a Linha Diesel) e aproximadamente 33,7 km de via férrea, sendo 18,3 km no ramal Sul e 15,4 km no ramal Oeste;
 - O trecho compreendido entre as Estações de Cajueiro Seco e Pontezinha é de via dupla (aproximadamente 7,10 km). No entanto, na data da visita à CBTU/STU Recife (outubro/2023) a operação realizada ocorria em via singela, tanto pela baixa disponibilidade de trens, quanto pela baixa qualidade de conservação de uma das vias. Uma obra de duplicação foi iniciada no trecho entre Pontezinha e Cabo de Santo Agostinho, porém não foi concluída e está abandonada;
 - Frota patrimonial de 9 VLTs (3 carros), dos quais 2 estão disponíveis⁶ (fabricante é a empresa Bom Sinal) e em operação desde 2012;
 - A capacidade dos VLTs (3 carros) na Linha Diesel é de 542 passageiros, para um nível de serviço de no máximo 6 passageiros/m²; e
 - O sentido dominante no pico manhã no ramal Sul é da estação Cabo para a estação Cajueiro Seco. No ramal Oeste é da estação Cajueiro Seco para a estação Curado.

³ Os quantitativos de pessoal das Estações Recife e Joana Bezerra foram considerados na Linha Centro.

⁴ Os TUEs 2, 7, 8, 10, 11, 12, 23 e 25 estão inoperantes.

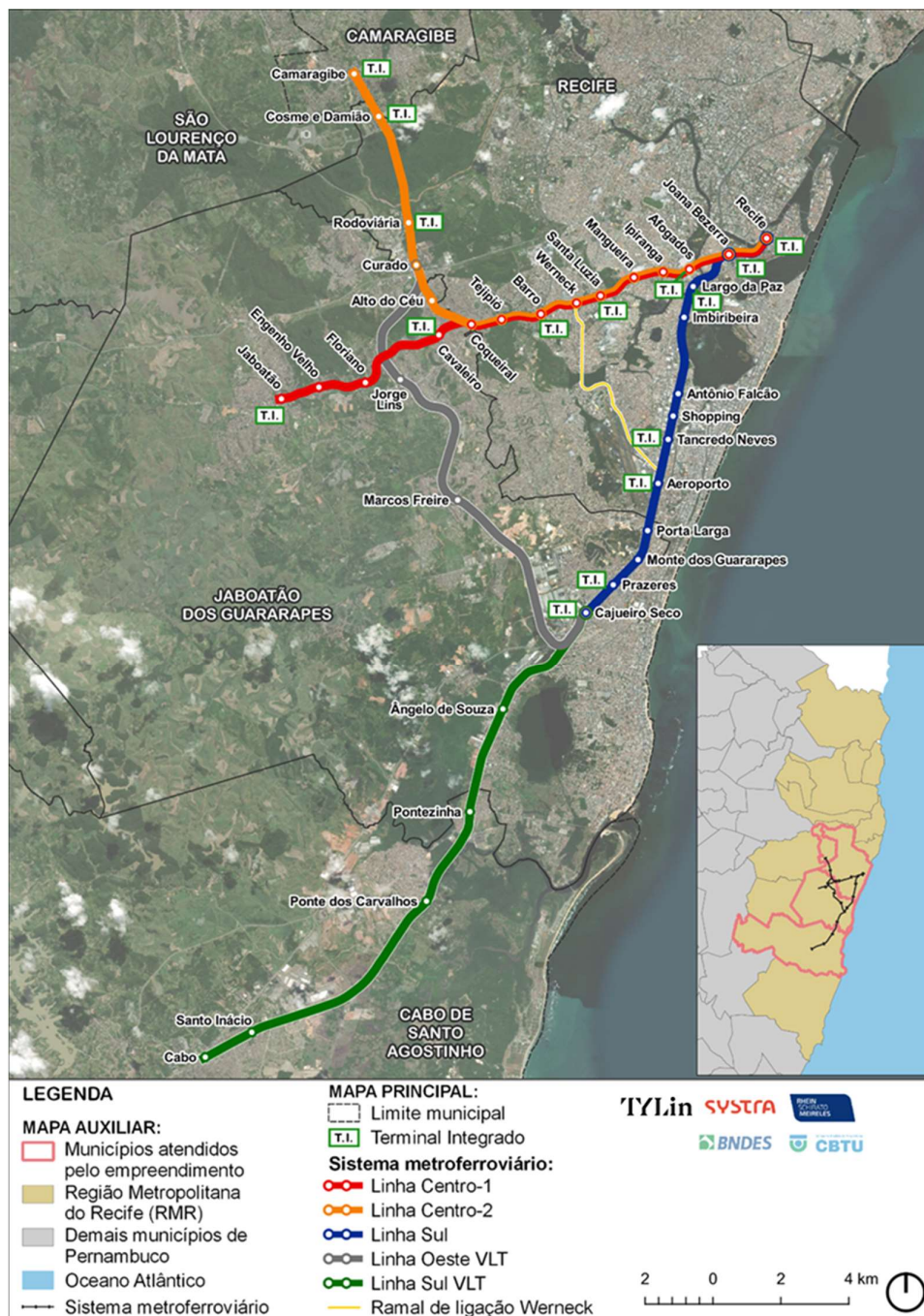
⁵ A Estação de Curado (Linha Centro) está localizada na Rua da Linha Férrea Norte, s/n.º e na estação Curado (Linha Diesel) o acesso da entrada e a saída da estação são realizadas pela Rua Estação Curado (a oeste) ou pela Estação do Curado do metrô. Assim, os quantitativos de pessoal para a Estação Curado cuja parametrização relaciona-se com a demanda foram obtidos separadamente para a Linha Centro e para a Linha Diesel.

⁶ A CBTU/STU Recife informou que em abril/2024 apenas os VLTs 02 e 07 estavam operacionais.

Além das 3 linhas, o sistema metroferroviário possui um ramal de ligação entre a Linha Sul eletrificada e as oficinas situadas no Pátio de Edgar Werneck, anexo à estação de mesmo nome, localizada na Linha Centro. Trata-se de um ramal de manutenção que possui cerca de 6,5 km de extensão.

Por fim, nas duas linhas eletrificadas (Centro e Sul) estão distribuídos 15 Terminais Integrados (TIs), que permitem a integração tarifária entre o sistema metroferroviário e linhas de ônibus. A localização desses terminais está indicada na Figura 2-1. Na Linha Centro, as estações que possuem um TI são: Recife, Joana Bezerra, Afogados, Santa Luzia, Barro, Cavaleiro, Jaboatão, Rodoviária, Cosme e Damião e Camaragibe. Na Linha Sul, além de Recife e Joana Bezerra: Largo da Paz, Tancredo Neves, Aeroporto, Prazeres e Cajueiro Seco. Não há TIs na Linha Diesel.

Figura 2-1 Sistema metroferroviário de transporte de passageiros na Região Metropolitana do Recife



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

No item 2.1 a seguir são apresentadas as premissas consideradas para a elaboração do plano básico, no item 2.2 é apresentada a demanda simulada no produto RT05, sendo por fim, apresentado no item 2.3 o Plano Operacional Básico (POB), que contempla a diretriz especificada pelo Estado de Pernambuco, com *headways* inferiores aos atualmente praticados pela CBTU Recife, e que norteou o desenvolvimento do POB.

2.1. PREMISSAS

A elaboração do Plano Operacional Básico tem como objetivo principal garantir um nível de serviço mínimo compatível com 6 passageiros/m² nos períodos de pico. As premissas consideradas na elaboração do Plano Operacional Básico são elencadas a seguir:

- Dimensionamento da oferta para o cenário de demanda selecionado, cujas projeções foram apresentadas no RT05;
- Foram considerados, para o tempo de ciclo, o tempo de viagem (ida e volta) para cada serviço e tempos de manobras estipulados em 5 minutos nos terminais de ponta;
- Proposta de oferta dos serviços da Linha Centro com mesma quantidade de partidas nos ramais Jaboatão e Camaragibe;
- Horário de operação das 05:00h às 23:10h para os dias úteis, sábados e domingos nas linhas Centro e Sul;
- Horário de operação na Linha Diesel Sul das 05:00h às 20:50h e na Linha Diesel Oeste das 05:00h às 20:10h nos dias úteis; nos sábados operação das 05:00h às 15:30h na Linha Diesel Sul e na Linha Diesel Oeste das 05:00h às 13:40h; aos domingos e feriados a Linha Diesel não opera;
- Frota reserva (reserva técnica operacional e frota em manutenção) igual a 20% da frota operacional;
- Quilometragem ociosa⁷ equivalente a 5% da produção quilométrica para as linhas Centro, Sul e Diesel;
- O número de dias úteis, sábados, domingos e feriados considerado para o cálculo da produção quilométrica anual está indicado na Tabela 2-1.

Tabela 2-1 Quantidade de dias úteis, sábados, domingos e feriados

Dia da semana ⁸	Quantitativo
Dias úteis	252
Sábados	51
Domingos	48
Feriados	14
Total	365

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

- Requalificação das linhas Centro, Sul e Diesel nos três primeiros anos da concessão e obras de duplicação na Linha Diesel Sul nos anos 2 e 3 e operação dos serviços de trilhos com redução de intervalos a partir do ano 4.
- Com o objetivo de requalificar parte do sistema ferroviário nos primeiros anos, foi desenvolvida uma estratégia de intervenções nas Estações das Linhas Centro e Sul, visando melhorias para a população e funcionários no segundo ano. O primeiro ano será dedicado ao desenvolvimento de levantamentos, projetos, recebimento de materiais, entre outros. Essas intervenções nas Estações não impactariam a operação dos trens e proporcionariam uma

⁷ Quilometragem ociosa refere-se a quilometragem não operacional, sem atendimento aos usuários.

⁸ Calendário referente a 2025

infraestrutura de qualidade ainda maior aos usuários, com a implantação de elevadores, construção de sanitários comuns e acessíveis, pintura, elementos de acessibilidade etc.

2.2. DEMANDA

No produto RT05 foram apresentados os dados de demanda do período pico manhã (3 horas das 5h às 7h59) dos dias úteis, obtida através de modelo de simulação, para o cenário de calibração (ano 2023) e para o cenário “Base”, considerando o nível de serviço e a política tarifária vigentes em março de 2024, e o cenário “Principal”, com a requalificação do sistema e novas regras tarifárias.

Para as estimativas do Plano Operacional foram utilizadas as demandas da hora pico (dados disponibilizados do RT05) para aferir a máxima solicitação do sistema em termos de nível de serviço (item 2.3.2).

O cenário “Base” considera a situação vigente em 2024 com a extinção do Anel tarifário B e tarifa da CBTU de R\$ 4,25. Já o cenário “Principal” considera a requalificação de todas as linhas (Centro 1 e 2, Sul e VLTs Diesel Sul e Oeste), proporcionando uma melhoria de operação com diminuição dos intervalos dos serviços e a política tarifária de integração:

- Ônibus + Trilhos: R\$ 4,10 + R\$ 0,15
- Trilhos + Ônibus: R\$ 4,10 + R\$ 0,15
- Trilhos + Trilhos: R\$ 4,10
- Ônibus + Ônibus: R\$ 4,10

A Tabela 2-2 a seguir apresenta os intervalos dos serviços simulados no produto RT05 para o cenário “Base” e para o cenário “Principal”, nos períodos pico, que são insumo para a elaboração do Plano Operacional Básico.

Tabela 2-2 Cenários de simulação para os intervalos dos serviços

HDW Cenário (min)	Linha Centro		Linha Sul	Linha Diesel	
	Camaragibe / Recife	Jaboatão / Recife	Cajueiro Seco / Recife	Cajueiro Seco / Curado	Cajueiro Seco / Cabo
Base	16,3	16,3	12	90	45
Principal	10	10	9	45	23

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.2.1. Demanda no cenário “Base”

As tabelas a seguir apresentam os dados de demanda na hora pico manhã nos dias úteis para as linhas eletrificadas (Centro e Sul) e para a Linha Diesel (ramais Oeste e Sul) por trecho para o cenário “Base”.

Tabela 2-3 Demanda na hora pico manhã da Linha Centro por trecho (Cenário “Base”)

Serviço	Trecho	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Jaboatão / Recife	Jaboatão - Engenho Velho	2.070	2.132	2.178	2.202	2.205	2.186	2.146	2.085
	Engenho Velho - Florianiano	2.398	2.462	2.510	2.534	2.537	2.518	2.477	2.413
	Florianiano - Cavaleiro	2.816	2.886	2.937	2.963	2.966	2.946	2.901	2.832
	Cavaleiro - Coqueiral	3.355	3.434	3.490	3.520	3.523	3.500	3.450	3.374
Camaragibe / Recife	Camaragibe - Cosme e Damião	1.775	1.808	1.831	1.843	1.844	1.835	1.815	1.783
	Cosme e Damião - Rodoviária	2.117	2.154	2.179	2.192	2.194	2.184	2.161	2.127
	Rodoviária - Curado	2.329	2.372	2.406	2.424	2.426	2.412	2.382	2.340
	Curado - Alto do Céu	2.212	2.253	2.285	2.304	2.305	2.292	2.262	2.223
	Alto do Céu - Coqueiral	2.518	2.562	2.598	2.617	2.619	2.605	2.574	2.529

Serviço	Trecho	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Jaboatão / Recife e Camaragibe / Recife	Coqueiral - Tejipió	6.137	6.265	6.359	6.410	6.416	6.378	6.294	6.168
	Tejipió - Barro	6.133	6.260	6.354	6.405	6.411	6.372	6.288	6.163
	Barro - Werneck	7.122	7.266	7.374	7.433	7.439	7.395	7.298	7.159
	Werneck - Santa Luzia	7.204	7.347	7.455	7.514	7.521	7.477	7.379	7.240
	Santa Luzia - Mangueira	7.196	7.341	7.448	7.506	7.512	7.469	7.373	7.234
	Mangueira - Ipiranga	7.191	7.335	7.441	7.498	7.504	7.462	7.366	7.228
	Ipiranga - Afogados	7.229	7.372	7.478	7.535	7.541	7.498	7.403	7.266
	Afogados - Joana Bezerra	5.875	5.990	6.075	6.120	6.125	6.091	6.016	5.904
	Joana Bezerra - Recife	2.160	2.202	2.234	2.251	2.253	2.240	2.211	2.171
Centro - Demanda Máxima		7.229	7.372	7.478	7.535	7.541	7.498	7.403	7.266

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-4 Demanda na hora pico manhã da Linha Sul por trecho (Cenário “Base”)

Serviço	Trecho	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Cajueiro Seco / Recife	Cajueiro Seco - Prazeres	2.288	2.341	2.378	2.403	2.406	2.388	2.355	2.305
	Prazeres - Monte dos Guararapes	2.844	2.909	2.954	2.983	2.987	2.965	2.926	2.864
	Monte dos Guararapes - Porta Larga	3.043	3.109	3.157	3.187	3.191	3.168	3.126	3.063
	Porta Larga - Aeroporto	3.203	3.271	3.319	3.348	3.352	3.330	3.288	3.225
	Aeroporto - Tancredo Neves	3.609	3.681	3.732	3.763	3.767	3.743	3.698	3.627
	Tancredo Neves - Shopping	3.635	3.710	3.759	3.789	3.793	3.770	3.725	3.653
	Shopping - Antônio Falcão	3.700	3.779	3.830	3.860	3.864	3.840	3.795	3.720
	Antônio Falcão - Imbiribeira	3.539	3.612	3.659	3.688	3.692	3.670	3.626	3.557
	Imbiribeira - Largo da Paz	3.533	3.604	3.649	3.677	3.681	3.660	3.618	3.550
	Largo da Paz - Joana Bezerra	2.846	2.894	2.929	2.951	2.953	2.938	2.905	2.857
	Joana Bezerra - Recife	1.217	1.241	1.257	1.268	1.269	1.261	1.247	1.223
Sul - Demanda Máxima		3.700	3.779	3.830	3.860	3.864	3.840	3.795	3.720

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-5 Demanda na hora pico manhã da Linha Diesel por trecho (Cenário “Base”)

Serviço	Trecho	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Cajueiro Seco / Curado	Cajueiro Seco - Marcos Freire	19	19	19	20	20	20	19	19
	Marcos Freire - Jorge Lins	30	33	38	40	41	39	35	30
	Jorge Lins - Curado	13	14	14	14	14	14	14	13
Diesel Oeste - Demanda Máxima		30	33	38	40	41	39	35	30
Cabo / Cajueiro Seco	Cabo - Santo Inácio	0	0	0	0	0	0	0	0
	Santo Inácio - Ponte dos Carvalhos	2	2	2	3	3	3	2	2
	Ponte dos Carvalhos - Pontezinha	2	2	2	3	3	3	2	2
	Pontezinha - Ângelo de Souza	2	2	2	3	3	3	2	2
	Ângelo de Souza - Cajueiro Seco	2	2	2	3	3	3	2	2
Diesel Sul - Demanda Máxima		2	2	2	3	3	3	2	2

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.2.2. Demanda no cenário “Principal”

As tabelas a seguir apresentam os dados de demanda na hora pico manhã nos dias úteis para as linhas eletrificadas (Centro e Sul) e para a Linha Diesel (ramais Oeste e Sul) por trecho para o cenário “Principal”.

Tabela 2-6 Demanda na hora pico manhã da Linha Centro por trecho (Cenário “Principal”)

Serviço	Trecho	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Jaboatão / Recife	Jaboatão - Engenho Velho	2.276	2.346	2.395	2.423	2.426	2.404	2.361	2.294
	Engenho Velho - Florianiano	2.657	2.731	2.782	2.813	2.816	2.792	2.746	2.676
	Florianiano - Cavaleiro	3.047	3.125	3.179	3.210	3.214	3.189	3.141	3.067
	Cavaleiro - Coqueiral	3.752	3.843	3.907	3.943	3.947	3.918	3.862	3.775
Camaragibe / Recife	Camaragibe - Cosme e Damião	2.293	2.332	2.365	2.379	2.381	2.369	2.340	2.305
	Cosme e Damião - Rodoviária	2.673	2.716	2.753	2.770	2.772	2.758	2.726	2.685
	Rodoviária - Curado	2.987	3.037	3.079	3.098	3.100	3.085	3.049	3.000
	Curado - Alto do Céu	2.933	2.984	3.025	3.044	3.046	3.031	2.996	2.947
	Alto do Céu - Coqueiral	3.308	3.363	3.406	3.426	3.429	3.413	3.375	3.322
Jaboatão / Recife e Camaragibe / Recife	Coqueiral - Tejipló	7.429	7.584	7.696	7.755	7.762	7.715	7.616	7.469
	Tejipló - Barro	7.550	7.704	7.816	7.875	7.882	7.835	7.737	7.590
	Barro - Werneck	8.466	8.648	8.781	8.848	8.856	8.803	8.687	8.512
	Werneck - Santa Luzia	8.571	8.753	8.887	8.955	8.962	8.909	8.793	8.617
	Santa Luzia - Mangueira	8.587	8.768	8.902	8.968	8.976	8.923	8.807	8.633
	Mangueira - Ipiranga	8.714	8.896	9.030	9.098	9.106	9.052	8.935	8.760
	Ipiranga - Afogados	8.803	8.985	9.119	9.187	9.195	9.141	9.024	8.849
	Afogados - Joana Bezerra	7.561	7.716	7.830	7.887	7.894	7.848	7.750	7.599
	Joana Bezerra - Recife	2.585	2.642	2.684	2.705	2.708	2.690	2.653	2.600
Centro - Demanda Máxima		8.803	8.985	9.119	9.187	9.195	9.141	9.024	8.849

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-7 Demanda na hora pico manhã da Linha Sul por trecho (Cenário “Principal”)

Serviço	Trecho	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Cajueiro Seco / Recife	Cajueiro Seco - Prazeres	2.785	2.843	2.883	2.903	2.910	2.892	2.852	2.799
	Prazeres - Monte dos Guararapes	3.395	3.465	3.515	3.540	3.547	3.525	3.476	3.412
	Monte dos Guararapes - Porta Larga	3.705	3.778	3.831	3.856	3.864	3.841	3.790	3.723
	Porta Larga - Aeroporto	3.896	3.969	4.021	4.046	4.054	4.031	3.981	3.914
	Aeroporto - Tancredo Neves	4.373	4.452	4.509	4.538	4.546	4.521	4.466	4.392
	Tancredo Neves - Shopping	4.415	4.492	4.549	4.578	4.585	4.560	4.506	4.434
	Shopping - Antônio Falcão	4.471	4.553	4.613	4.644	4.651	4.624	4.569	4.491
	Antônio Falcão - Imbiribeira	4.372	4.442	4.497	4.526	4.532	4.508	4.456	4.391
	Imbiribeira - Largo da Paz	4.368	4.437	4.491	4.519	4.525	4.502	4.450	4.387
	Largo da Paz - Joana Bezerra	3.408	3.455	3.495	3.517	3.522	3.504	3.464	3.422
	Joana Bezerra - Recife	1.436	1.457	1.476	1.484	1.488	1.479	1.461	1.442
Sul - Demanda Máxima		4.471	4.553	4.613	4.644	4.651	4.624	4.569	4.491

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-8 Demanda na hora pico manhã da Linha Diesel por trecho (Cenário “Principal”)

Serviço	Trecho	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Cajueiro Seco / Curado	Cajueiro Seco - Marcos Freire	35	36	37	37	37	37	36	35
	Marcos Freire - Jorge Lins	118	121	124	125	125	124	122	119
	Jorge Lins - Curado	94	97	99	100	100	99	97	95
Diesel Oeste - Demanda Máxima		118	121	124	125	125	124	122	119
Cabo / Cajueiro Seco	Cabo - Santo Inácio	765	777	786	792	792	789	779	767
	Santo Inácio - Ponte dos Carvalhos	854	869	880	886	887	882	872	857
	Ponte dos Carvalhos - Pontezinha	998	1.015	1.027	1.034	1.035	1.030	1.018	1.002
	Pontezinha - Ângelo de Souza	1.081	1.099	1.113	1.121	1.122	1.116	1.103	1.085
	Ângelo de Souza - Cajueiro Seco	1.080	1.099	1.112	1.120	1.121	1.115	1.102	1.084
Diesel Sul - Demanda Máxima		1.081	1.099	1.113	1.121	1.122	1.116	1.103	1.085

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.2.3. Demanda referencial para a concessão

2.2.3.1. Contextualização

Nos seis meses iniciais da concessão (Período Pré-Operacional), a CBTU permanecerá como única e exclusiva responsável pela operação, manutenção e conservação da Rede Metroferroviária, assim sendo, a receita dos passageiros será recebida pela CBTU. Posteriormente, a partir do mês 7 (sete), se inicia o Período de Operação Assistida e a Concessionária inicia sua operação com a supervisão da CBTU e passa a receber as receitas tarifárias.

Com os investimentos realizados na concessão em via permanente, sinalização, edificações e outros investimentos principais nas linhas Centro, Sul e Diesel, nos três primeiros anos de concessão, bem como as obras de duplicação na Linha Diesel Sul nos anos 2 e 3, será possível ofertar aos usuários a operação dos serviços de trilhos com redução de intervalos a partir do ano 4.

As Linhas Diesel Oeste e Sul operam atualmente em via singela, e será necessária a interrupção da operação dos sistemas no ano 1 de Concessão, para que sejam realizados serviços de levantamentos, sondagens e desocupações (item 5.5) nas faixas de domínio do VLT Sul e VLT Oeste, bem como ao longo dos anos 2 e 3 para reabilitação desses trechos com as obras previstas.

O posto de abastecimento atualmente utilizado pela CBTU/STU Recife localiza-se na estação Cabo. Após os investimentos principais, a concessionária contará com um novo posto em Curado (item 5.2.2.6.5) com início de operação no ano 3 (Anexo II - CAPEX).

Assim, considerando as particularidades das linhas de VLT acima mencionadas e tendo em vista que a demanda indicada na Tabela 2-12 pode ser atendida por serviços de ônibus⁹, propõe-se como um cenário referencial a interrupção dos serviços das linhas de VLT durante os anos de obras (2 e 3) bem como no Período de Operação Assistida, o que significa que o Produto RT08 Modelagem Econômico-Financeira utilizaria a demanda igual a zero para as Linhas Diesel Sul e Oeste nos anos 1, 2 e 3.

Cabe registrar que a operação parcial das linhas diesel, em contraposição à paralisação total durante os anos de obras, teria como obstáculo a existência de um único posto de abastecimento em Cabo,

⁹ De acordo com o Guia TPC, um sistema de ônibus operando em faixa exclusiva transporta de 4.500 a 7.600 passageiros/hora/sentido (faixa sem ultrapassagem nas paradas).

portanto, durante as obras neste trecho seria necessário viabilizar uma forma alternativa de abastecimento dos VLTs, o que implicaria custos adicionais de operação. Ademais, a operação parcial demandaria a disponibilização de linhas de ônibus para atendimento ao trecho paralisado, o que potencialmente geraria a necessidade de transbordo adicional dos usuários e custos adicionais decorrentes de disponibilização de dois serviços complementares (ônibus + VLT). Vale ressaltar que o custo do ônibus ficaria por conta do poder concedente e não do projeto.

2.2.3.2. Projeção da demanda da concessão

A demanda considerada para a concessão tem como insumo os resultados de simulação do Produto RT05, no qual a demanda foi projetada para o horizonte definido no Estudo em intervalos de 5 anos (2025, 2030, 2035, 2040, 2045, 2050, 2055 e 2060). Já para o Produto RT06 os resultados dos anos intermediários foram obtidos por interpolação¹⁰.

Os dados do presente item consideram para o ano 1 da concessão a demanda do ano 2027¹¹, tendo em vista o cronograma do projeto acordado pelo BNDES e com o governo federal. Para os três primeiros anos da concessão, adotou-se a demanda do cenário “Base”, visto que as obras de requalificação estarão em andamento.

No ano 4 da concessão, com os investimentos principais, o sistema a ser concedido estaria requalificado, entretanto, considerando que os usuários usufruíam de um serviço de menor qualidade, a transição da demanda entre o cenário “Base” e o cenário “Principal”, apresentados no RT05, não seria instantânea.

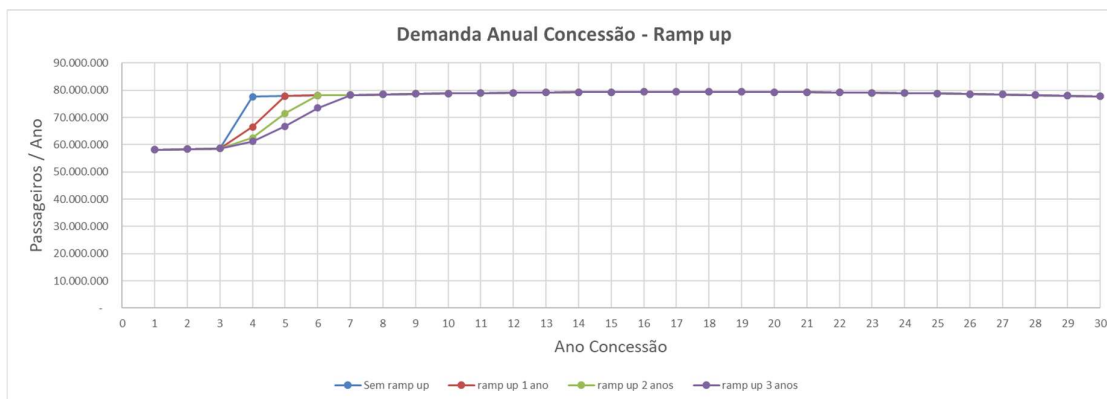
A avaliação de *ramp up* para representar uma curva da demanda do cenário “Base” até se atingir a demanda do cenário “Principal” foi realizada por interpolação temporal entre a demanda do cenário “Base” (mês 1, ano 4) e a demanda do cenário “Principal” (mês 12, ano Δt).

A Figura 2-2 a seguir ilustra curvas de demanda anual de passageiros considerando o *ramp up* variando de zero até 3 anos e a Tabela 2-9 apresenta as respectivas variações anuais.

¹⁰ Interpolação é um método que permite construir um novo conjunto de dados a partir de um conjunto discreto de dados pontuais já conhecidos. Ver Anexo III, aba “Demanda Anual – Concessão”.

¹¹ Interpolação dos resultados de simulação dos anos 2025 e 2030.

Figura 2-2 Avaliação temporal de ramp up



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRA-CESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-9 Demanda anual – Avaliação ramp up

Variação de Demanda Anual	Ano 2 / Ano 1	Ano 3 / Ano 2	Ano 4 / Ano 3	Ano 5 / Ano 4	Ano 6 / Ano 5	Ano 7 / Ano 6
Sem ramp up	0,28%	0,41%	32,48%	0,30%	0,28%	0,28%
ramp up 1 ano	0,28%	0,41%	13,52%	17,06%	0,28%	0,28%
ramp up 2 anos	0,28%	0,41%	6,63%	14,45%	9,18%	0,28%
ramp up 3 anos	0,28%	0,41%	4,58%	9,06%	10,07%	6,43%

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRA-CESCON-RHEIN, 2024.

Considerando a previsão de requalificação do sistema metroferroviário em três anos, o estudo adotou como premissa o crescimento gradativo da demanda a partir do quarto ano, atingindo o patamar do cenário “Principal” três anos após a requalificação, ou seja, no sétimo ano da concessão.

A Tabela 2-10 à Tabela 2-12 a seguir apresentam a demanda referencial para a concessão (doravante denominado cenário “Referencial”). As demandas são apresentadas por trecho e serviço para a concessão na hora pico da manhã, e são utilizadas para as estimativas do nível de serviço (item 2.3.2). No cenário “Referencial”, do ano 1 ao ano 3 é considerada a demanda projetada do cenário “Base”, do ano 4 ao ano 6 (inclusive) a demanda projetada considera o ramp up e do ano 7 ao final da concessão a demanda projetada é a do cenário “Principal”.

Tabela 2-10 Demanda na hora pico manhã da Linha Centro por trecho (POB)

Serviço	Trecho	Demanda cenário “Referencial”							
		1	2	3	4	5	6	7	15 30
Jaboatão / Recife	Jaboatão - Engenho Velho	2.095	2.107	2.119	2.166	2.243	2.322	2.375	2.424 2.347
	Engenho Velho - Floriano	2.423	2.436	2.449	2.505	2.599	2.697	2.762	2.813 2.732
	Floriano - Cavaleiro	2.844	2.858	2.872	2.924	3.010	3.098	3.157	3.211 3.126
	Cavaleiro - Coqueiral	3.386	3.402	3.418	3.497	3.639	3.786	3.881	3.944 3.845
Camaragibe / Recife	Camaragibe - Cosme e Damião	1.788	1.795	1.801	1.882	2.052	2.238	2.352	2.380 2.333
	Cosme e Damião - Rodoviária	2.132	2.139	2.146	2.234	2.418	2.617	2.739	2.770 2.718
	Rodoviária - Curado	2.346	2.355	2.363	2.466	2.683	2.919	3.062	3.098 3.039
	Curado - Alto do Céu	2.229	2.237	2.245	2.355	2.591	2.850	3.009	3.044 2.986
	Alto do Céu - Coqueiral	2.536	2.544	2.553	2.674	2.933	3.216	3.389	3.427 3.364
Jaboatão /	Coqueiral - Tejipió	6.188	6.213	6.239	6.457	6.895	7.363	7.651	7.757 7.587

Serviço	Trecho	Demanda cenário "Referencial"								
		1	2	3	4	5	6	7	15	30
Recife e Camaragibe / Recife	Tejipió - Barro	6.183	6.209	6.234	6.468	6.945	7.457	7.771	7.877	7.707
	Barro - Werneck	7.179	7.208	7.237	7.470	7.933	8.423	8.727	8.850	8.651
	Werneck - Santa Luzia	7.261	7.290	7.318	7.555	8.025	8.525	8.834	8.956	8.757
	Santa Luzia - Mangueira	7.254	7.283	7.312	7.551	8.028	8.535	8.848	8.970	8.772
	Mangueira - Ipiranga	7.249	7.277	7.306	7.563	8.081	8.635	8.976	9.100	8.900
	Ipiranga - Afogados	7.286	7.315	7.343	7.607	8.141	8.714	9.065	9.189	8.989
	Afogados - Joana Bezerra	5.920	5.943	5.967	6.234	6.796	7.409	7.784	7.888	7.719
	Joana Bezerra - Recife	2.176	2.185	2.193	2.266	2.413	2.570	2.667	2.705	2.643
Demanda Máxima		7.286	7.315	7.343	7.607	8.141	8.714	9.065	9.189	8.989

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRAS-CESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-11 Demanda na hora pico manhã da Linha Sul por trecho (POB)

Serviço	Trecho	Demanda cenário "Referencial"								
		1	2	3	4	5	6	7	15	30
Cajueiro Seco / Recife	Cajueiro Seco - Prazeres	2.309	2.319	2.330	2.415	2.584	2.764	2.867	2.904	2.841
	Prazeres - Monte dos Guararapes	2.870	2.883	2.896	2.992	3.181	3.381	3.495	3.541	3.463
	Monte dos Guararapes - Porta Larga	3.069	3.082	3.096	3.208	3.433	3.673	3.810	3.858	3.777
	Porta Larga - Aeroporto	3.230	3.243	3.257	3.373	3.607	3.858	4.000	4.048	3.967
	Aeroporto - Tancredo Neves	3.638	3.652	3.667	3.795	4.053	4.330	4.486	4.540	4.451
	Tancredo Neves - Shopping	3.665	3.679	3.695	3.825	4.087	4.367	4.526	4.579	4.492
	Shopping - Antônio Falcão	3.731	3.747	3.763	3.893	4.154	4.431	4.589	4.645	4.553
	Antônio Falcão - Imbiribeira	3.568	3.583	3.598	3.733	4.009	4.306	4.475	4.527	4.443
	Imbiribeira - Largo da Paz	3.561	3.576	3.590	3.725	4.002	4.300	4.469	4.520	4.437
	Largo da Paz - Joana Bezerra	2.865	2.875	2.885	2.977	3.166	3.366	3.479	3.518	3.455
	Joana Bezerra - Recife	1.227	1.232	1.237	1.274	1.347	1.425	1.468	1.484	1.457
Demanda Máxima		3.731	3.747	3.763	3.893	4.154	4.431	4.589	4.645	4.553

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-12 Demanda na hora pico manhã da Linha Diesel por trecho (POB)

Serviço	Trecho	Demanda cenário "Referencial"								
		1	2	3	4	5	6	7	15	30
Diesel Oeste: Cajueiro Seco/ Curado	Cajueiro Seco - Marcos Freire	X	X	X	21	26	33	36	37	36
	Marcos Freire - Jorge Lins	X	X	X	41	63	98	123	125	121
	Jorge Lins - Curado	X	X	X	19	36	70	98	100	97
Demanda Máxima		X	X	X	40	41	63	98	123	125
Diesel Sul: Cabo / Cajueiro Seco	Cabo - Santo Inácio	X	X	X	1	16	242	783	792	777
	Santo Inácio - Ponte dos Carvalhos	X	X	X	6	46	345	875	886	869
	Ponte dos Carvalhos - Pontezinha	X	X	X	6	50	395	1.022	1.034	1.015
	Pontezinha - Ângelo de Souza	X	X	X	6	52	424	1.107	1.121	1.099
	Ângelo de Souza - Cajueiro Seco	X	X	X	6	52	423	1.107	1.120	1.099
Demanda Máxima		X	X	X	6	52	424	1.107	1.121	1.099

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.3. AVALIAÇÃO OPERACIONAL DA CONCESSÃO

Nos subitens a seguir, apresenta-se os *headways*, o nível de serviço (passageiros/m²), a frota e a produção quilométrica decorrentes da demanda referencial para a concessão (item 2.2.3).

2.3.1. Intervalos (*Headways*)

Nos subitens a seguir são apresentados os *headways* para os serviços das Linhas Centro, Sul e Diesel considerados para o cenário "Base" e para o cenário "Principal", sendo apresentados em verde os intervalos alterados. Observe-se que os *headways* no cenário "Referencial" da concessão correspondem: (i) nos 3 primeiros anos da concessão, aos *headways* do cenário "Base"; e (ii) a partir o ano 4, com a requalificação do sistema, aos *headways* do cenário "Principal".

2.3.1.1. Linha Centro (eletrificada)

A Tabela 2-13 apresenta os intervalos entre trens (*headways*) por período do dia (pré-pico, pico manhã, entrepico manhã, pico almoço, entrepico tarde, pico tarde e pós pico) e por dia da semana (dias úteis, sábado e domingo), dos 2 serviços da Linha Centro. No entanto, como há uma sobreposição dos serviços no trecho troncal (Recife ⇌ Coqueiral), o intervalo percebido pelo usuário com origem e destino neste trecho será a metade do apresentado na tabela.

Tabela 2-13 Headways na Linha Centro (minutos)

Período	Início Período	Fim Período	Cenário Base (Anos 1-3)			Cenário Principal (Anos 4-30)		
			DU	SÁB	DOM	DU	SÁB	DOM
Pré pico	05:00	06:00	20	20	20	20	20	20
Pico manhã	06:00	08:30	16,5	20	20	10	20	20
Entrepico manhã	08:30	11:30	20	20	20	20	20	20
Pico almoço	11:30	13:30	20	20	20	15	20	20
Entrepico tarde	13:30	16:30	20	20	20	20	20	20
Pico tarde	16:30	19:30	16,5	20	20	10	20	20
Pós pico	19:30	23:10	20	20	20	20	20	20

Os intervalos apresentados são referentes aos serviços Coqueiral/Camaragibe e Coqueiral/Jaboatão

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.3.1.2. Linha Sul (eletrificada)

A Tabela 2-14 apresenta os intervalos entre trens (*headways*) por período do dia (pré-pico, pico manhã, entrepico manhã, pico almoço, entrepico tarde, pico tarde e pós pico) e por dia da semana (dias úteis, sábado e domingo) para a Linha Sul.

Tabela 2-14 Headways na Linha Sul (minutos)

Período	Início Período	Fim Período	Cenário Base (Anos 1-3)			Cenário Principal (Anos 4-30)		
			DU	SÁB	DOM	DU	SÁB	DOM
Pré pico	05:00	06:00	12	13,5	13,5	12	13,5	13,5
Pico manhã	06:00	08:30	12	13,5	13,5	9	13,5	13,5
Entrepico manhã	08:30	11:30	13,5	13,5	13,5	12	13,5	13,5
Pico almoço	11:30	13:30	13,5	13,5	13,5	12	13,5	13,5
Entrepico tarde	13:30	16:30	13,5	13,5	13,5	12	13,5	13,5
Pico tarde	16:30	19:30	12	13,5	13,5	9	13,5	13,5
Pós pico	19:30	23:10	12,5	13,5	13,5	12,5	13,5	13,5

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.3.1.3. Linha Diesel

A Tabela 2-15 e a Tabela 2-16 apresentam os intervalos entre trens (*headways*) por período do dia (pré-pico, pico manhã, entrepico manhã, pico almoço, entrepico tarde, pico tarde e pós pico) e por dia da semana (dias úteis e sábados), para os 2 serviços da Linha Diesel.

Registra-se, contudo, que o cenário referencial prevê a paralisação dos serviços de VLT durante o período de obras (anos 2 e 3), conforme citado na seção 2.2.3.1.

Tabela 2-15 Headways na Linha Diesel Sul (minutos)

Período	Início Período	Fim Período	Cenário Base (Anos 1-3)			Cenário Principal (Anos 4-30)		
			DU	SÁB	DOM	DU	SÁB	DOM
Pré pico	05:00	06:30	45	45		30	45	
Pico manhã	06:30	08:30	45	45		23	45	
Entrepico manhã	08:30	11:30	45	45		30	45	
Pico almoço	11:30	15:30	45	45		30	45	
Entrepico tarde	15:30	17:30	45			30		
Pico tarde	17:30	19:30	45			23		
Pós pico	19:30	20:50	45			30		

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRAC-ESCON-RHEIN, 2024.

Tabela 2-16 Headways na Linha Diesel Oeste (minutos)

Período	Início Período	Fim Período	Cenário Base (Anos 1-3)			Cenário Principal (Anos 4-30)		
			DU	SÁB	DOM	DU	SÁB	DOM
Pré pico	05:00	06:30	90	90		45	45	
Pico manhã	06:30	08:30	90	90		45	45	
Entrepico manhã	08:30	11:30	90	90		45	45	
Pico almoço	11:30	13:40	90	90		45	45	
Entrepico tarde	13:40	17:30	90			45		
Pico tarde	17:30	19:30	90			45		
Pós pico	19:30	20:10	90			45		

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRAC-ESCON-RHEIN, 2024.

2.3.2. **Nível de Serviço**

O nível de serviço da concessão apresentado nos subitens a seguir considera a demanda referencial para a concessão, descrita na seção 2.2.3.2 as capacidades dos TUEs (linhas Centro e Sul) e dos VLTs (linha Diesel), apresentadas na seção 2, e os intervalos de cada serviço, na seção 2.3.1.

A ilustração do nível de serviço nos subitens a seguir é apresentada de acordo com a escala de cores a seguir.

Nível de serviço (passageiros/m ²)	NS ≤ 1	1 < NS ≤ 3	3 < NS ≤ 4	4 < NS ≤ 5	5 < NS ≤ 6	NS > 6
--	--------	------------	------------	------------	------------	--------

2.3.2.1. Linha Centro (eletrificada)

Na Tabela 2-17 é possível observar o atendimento do nível de serviço (ocupação média inferior a 6 passageiros por m²) na hora pico do dia útil, com a melhora do conforto para os usuários com a requalificação dos serviços (a partir do ano 4 da concessão).

Tabela 2-17 Nível de serviço por trecho da Linha Centro, em passageiros por m² (Referencial)

Serviço	Trecho	Nível de serviço cenário "Referencial"								
		1	2	3	4	5	6	7	15	30
Jaboatão / Recife	Jaboatão - Engenho Velho	3,3	3,4	3,4	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
	Engenho Velho - Floriano	3,9	3,9	3,9	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,6
	Floriano - Cavaleiro	4,5	4,6	4,6	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,0
	Cavaleiro - Coqueiral	5,4	5,4	5,4	3,4	3,5	3,7	3,7	3,8	3,7
Camaragibe / Recife	Camaragibe - Cosme e Damião	2,8	2,9	2,9	1,8	2,0	2,2	2,3	2,3	2,3
	Cosme e Damião - Rodoviária	3,4	3,4	3,4	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,6
	Rodoviária - Curado	3,7	3,8	3,8	2,4	2,6	2,8	3,0	3,0	2,9
	Curado - Alto do Céu	3,5	3,6	3,6	2,3	2,5	2,8	2,9	2,9	2,9
	Alto do Céu - Coqueiral	4,0	4,1	4,1	2,6	2,8	3,1	3,3	3,3	3,2
Jaboatão / Recife e Camaragibe / Recife	Coqueiral - Tejió	4,9	4,9	5,0	3,1	3,3	3,6	3,7	3,7	3,7
	Tejió - Barro	4,9	4,9	5,0	3,1	3,4	3,6	3,8	3,8	3,7
	Barro - Werneck	5,7	5,7	5,8	3,6	3,8	4,1	4,2	4,3	4,2
	Werneck - Santa Luzia	5,8	5,8	5,8	3,6	3,9	4,1	4,3	4,3	4,2
	Santa Luzia - Mangueira	5,8	5,8	5,8	3,6	3,9	4,1	4,3	4,3	4,2
	Mangueira - Ipiranga	5,8	5,8	5,8	3,7	3,9	4,2	4,3	4,4	4,3
	Ipiranga - Afogados	5,8	5,8	5,8	3,7	3,9	4,2	4,4	4,4	4,3
	Afogados - Joana Bezerra	4,7	4,7	4,8	3,0	3,3	3,6	3,8	3,8	3,7
	Joana Bezerra - Recife	1,7	1,7	1,7	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
	Máximo Nível de Ocupação	5,8	5,8	5,8	3,7	3,9	4,2	4,4	4,4	4,3

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.3.2.2. Linha Sul (eletrificada)

Na Tabela 2-18 é possível observar o atendimento do nível de serviço (ocupação média inferior a 6 passageiros por m²) na hora pico do dia útil, com a melhora do conforto para os usuários com a requalificação dos serviços (a partir do ano 4 da concessão).

Tabela 2-18 Nível de serviço por trecho da Linha Sul, em passageiros por m² (Referencial)

Serviço	Trecho	Nível de serviço cenário "Referencial"								
		1	2	3	4	5	6	7	15	30
Cajueiro Seco / Recife	Cajueiro Seco - Prazeres	2,3	2,3	2,3	1,8	1,9	2,1	2,2	2,2	2,1
	Prazeres - Monte dos Guararapes	2,9	2,9	2,9	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6
	Monte dos Guararapes - Porta Larga	3,1	3,1	3,1	2,4	2,6	2,8	2,9	2,9	2,8
	Porta Larga - Aeroporto	3,2	3,2	3,3	2,5	2,7	2,9	3,0	3,0	3,0
	Aeroporto - Tancredo Neves	3,6	3,7	3,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,4	3,3
	Tancredo Neves - Shopping	3,7	3,7	3,7	2,9	3,1	3,3	3,4	3,4	3,4
	Shopping - Antônio Falcão	3,7	3,7	3,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5	3,4
	Antônio Falcão - Imbiribeira	3,6	3,6	3,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,4	3,3
	Imbiribeira - Largo da Paz	3,6	3,6	3,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,4	3,3
	Largo da Paz - Joana Bezerra	2,9	2,9	2,9	2,2	2,4	2,5	2,6	2,6	2,6
	Joana Bezerra - Recife	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
	Máximo Nível de Ocupação	3,7	3,7	3,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5	3,4

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.3.2.3. Linha Diesel

Com a requalificação dos serviços da Linha Diesel e o aumento de demanda (Tabela 2-12), o atendimento do nível de serviço (ocupação média inferior a 6 passageiros por m²) na hora pico do dia útil é apresentado na Tabela 2-19.

Tabela 2-19 Nível de serviço por trecho da Linha Diesel, em passageiros por m² (Referencial)

Serviço	Trecho	Nível de serviço cenário "Referencial"								
		1	2	3	4	5	6	7	15	30
Diesel Oeste: Cajueiro Seco/ Curado	Cajueiro Seco - Marcos Freire	X	X	X	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
	Marcos Freire - Jorge Lins	X	X	X	0,3	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0
	Jorge Lins - Curado	X	X	X	0,2	0,3	0,6	0,8	0,8	0,8
Máximo Nível de Ocupação		X	X	X	0,3	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0
Diesel Sul: Cabo / Cajueiro Seco	Cabo - Santo Inácio	X	X	X	0,0	0,1	1,0	3,3	3,4	3,3
	Santo Inácio - Ponte dos Carvalhos	X	X	X	0,0	0,2	1,5	3,7	3,8	3,7
	Ponte dos Carvalhos - Pontezinha	X	X	X	0,0	0,2	1,7	4,3	4,4	4,3
	Pontezinha - Ângelo de Souza	X	X	X	0,0	0,2	1,8	4,7	4,8	4,7
	Ângelo de Souza - Cajueiro Seco	X	X	X	0,0	0,2	1,8	4,7	4,8	4,7
Máximo Nível de Ocupação		X	X	X	0,0	0,2	1,8	4,7	4,8	4,7

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

2.3.3. Frota e produção quilométrica

Dada a demanda referencial para a concessão (item 2.2.3), os intervalos a serem praticados nos 3 anos iniciais, iguais aos do cenário "Base", e os intervalos a serem praticados a partir do 4º ano após os investimentos principais, equivalentes aos do cenário "Principal" (item 2.3.1), o nível de serviço proporcionado aos usuários apresenta ocupação inferior a 6 passageiros/m² conforme apresentado no item 2.3.2, ou seja, não é necessário reduzir os intervalos após o 4º ano para acomodar a demanda, portanto, a frota e a produção quilométrica se mantêm constantes.

A tabela a seguir apresenta as frotas e produções quilométricas para o ano 1 (seis meses de Operação Assistida), anos 2 e 3 de obras na Linha Diesel, e anos 4 ao 7 com o sistema de trilhos requalificado. Conforme as considerações de não operação da Linha Diesel no período de obras (item 2.2.3.1), não há produções quilométricas nos anos 1, 2 e 3.

Tabela 2-20 Frota e Produção Quilométrica

Ano	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	1	2	3	4	5	6	7
Cenário	Referencial	Obras Linha Diesel	Obras Linha Diesel	Referencial	Referencial	Referencial	Referencial
Frota							
Linha Centro – Frota Circulante	10	10	10	16	16	16	16
Linha Centro – Frota Reserva	2	2	2	4	4	4	4
Linha Centro – Frota Patrimonial	12	12	12	20	20	20	20
Linha Sul – Frota Circulante	6	6	6	8	8	8	8
Linha Sul – Frota Reserva	2	2	2	2	2	2	2
Linha Sul – Frota Patrimonial	8	8	8	10	10	10	10
Linha Diesel – Frota Circulante	x	x	x	6	6	6	6
Linha Diesel – Frota Reserva	x	x	x	2	2	2	2
Linha Diesel – Frota Patrimonial	x	x	x	8	8	8	8
Produção Km Anual (MM)							
Linha Centro	0,74	1,48	1,48	1,75	1,75	1,75	1,75
Linha Sul	0,43	0,86	0,86	0,97	0,97	0,97	0,97
Linha Diesel Sul e Oeste	x	x	x	0,53	0,53	0,53	0,53

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

3. INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores de desempenho foram apresentados no RT04 Proposição de Parâmetros Regulatórios de Referência para a Concessão, onde se buscou consolidar a discussão sobre a aplicabilidade e efetividade de tais indicadores, identificando quais parâmetros técnicos deverão ser utilizados e qual a *performance* atual da operação ferroviária. Naquele produto também foi apresentado um levantamento dos principais dados de operação de sistemas metroferroviários do mundo e, a partir desse levantamento, sugeriu-se a reorganização, com base em experiências locais (Brasil e, particularmente, os controles de desempenhos das concessões metroferroviárias paulistas), de indicadores objetivamente mensuráveis e organizados para monitoramento e acompanhamento do contrato de concessão.

Como tradicionalmente usados nos contratos de concessão metroferroviários no Brasil (particularmente nas diversas concessões já realizadas no estado de São Paulo), esses Indicadores de Desempenho podem ser aplicados sobre uma fórmula ponderada para rebaixamento da receita da Concessionária por perda de desempenho. O RT09 Relatório de Proposição do Modelo de Concessão deverá apresentar um Quadro de Indicadores de Desempenho (QID) com indicação do padrão aceitável para cada indicador¹² e redutores financeiros no caso de não conformidade na execução do contrato de concessão. A forma de regulação e controle dos indicadores de desempenho também serão abordados no RT09.

Desta forma, o presente relatório tem como objetivo definir os indicadores de desempenho adotados para monitoramento do Contrato de Concessão, e apresentar seus objetivos e métricas de monitoramento.

Os indicadores serão apresentados no presente relatório em 2 grandes grupos¹³: **Operação e Manutenção**. No produto RT04 foi sugerida uma aplicação de fórmula ponderada para rebaixamento da receita da concessionária por perda de desempenho, com base no valor de um indicador de desempenho geral (IDG), que pode variar de 0 (zero) a 1 (um).

Como explicado naquele produto, o IDG é obtido pela soma de 2 outros indicadores: o de desempenho de operação (IDO) e o de desempenho da manutenção (IDM) de cada linha. Estes, por sua vez, são calculados a partir da soma ponderada dos indicadores de desempenho de operação (ID_{op}) e de manutenção (ID_{mn}), conforme quadro-exemplo abaixo.

Exemplo de Construção do IDG e sua aplicação

$$IDO = 0,1 * ID_{op1} + 0,3 * ID_{op2} + 0,4 * ID_{op3} + 0,2 * ID_{op4}$$

$$IDM = 0,25 * ID_{mn1} + 0,25 * ID_{mn2} + 0,25 * ID_{mn3} + 0,25 * ID_{mn4}$$

$$IDG = 0,5 * IDO + 0,5 * IDM$$

$$Receita Ajustada = Receita * (0,90 + 0,10 * IDG)$$

¹² O padrão aceitável para cada indicador deverá variar ao longo do tempo, de acordo com os investimentos que forem realizados no sistema - esses valores serão apresentados no RT09.

¹³ No relatório RT09 além dos grupos Operação e Manutenção previamente apresentados no RT04, serão contemplados Indicadores de Satisfação dos Passageiros.

A seguir, serão elencados os ID_{op} e ID_{mn} selecionados para comporem o cálculo do IDO e do IDM. Para cada um deles, apresenta-se a descrição, o objetivo, a métrica (fórmula de cálculo) e os demais atributos do indicador.

3.1. INDICADORES DE DESEMPENHO DE OPERAÇÃO

No produto RT04 Proposição de Parâmetros Regulatórios de Referência para a Concessão, recomendou-se a adoção de 4 indicadores de desempenho de operação:

- ID_{op1} para aferir o desvio do tempo de viagem médio (atraso em tempo);
- ID_{op2} para medir o cumprimento da oferta programada;
- ID_{op3} para monitorar os acidentes com usuários; e
- ID_{op4} para medir os atrasos em quantidade de ocorrências e as interrupções de serviços.

Neste item, apresenta-se a descrição, o objetivo, a métrica (fórmula de cálculo) e os indicadores selecionados para essas aferições.

3.1.1. Tempo médio de percurso (TMP)

Definição: Tempo de percurso é o tempo que o trem leva para deslocar-se entre as estações terminais da linha, considerando para a medição o início da viagem na estação inicial até o momento em que as portas do trem ficam totalmente abertas na estação final.

Objetivo: Monitorar a rapidez de deslocamento dos passageiros.

Procedimento de cálculo: O indicador de desempenho será apurado diariamente (D^{TP}), e para cada linha, por meio da relação entre a média aritmética das medições dos tempos de percurso dos trens e o tempo de percurso dos trens programado, e será calculado com 4 casas decimais.

O indicador não descartará períodos, sendo considerado todo o período de operação comercial, cujo **tempo de percurso** será determinado pela média aritmética dos valores medidos, por mês civil.

A medição por trem e o tempo médio diário são calculados como:

$$Trem_n^{TP} = \frac{\text{tempo de percurso do trem (real)}}{\text{tempo de percurso do trem (programado)}}$$

$$D_i^{TP} = \frac{\sum_{Trem=1}^{Trem=n} Trem_n^{TP}}{N.^{\circ} \text{ trens medidos (n)}}$$

Onde:

- $Trem_n^{TP}$: medição do tempo de cada percurso para “n” viagens;
- D_i^{TP} : é a média diária do indicador de $Trem_n^{TP}$ no dia “i”.

Mensalmente (mês civil) deverá ser calculada a média aritmética dos indicadores obtidos diariamente, com arredondamento de duas casas decimais (**M^{TP}**), segundo a equação abaixo, cujo valor resultante, que é a média mensal, deverá ser utilizado para obtenção do valor de **TMP**.

$$M^{TP} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{du}} D_i^{TP}}{n_{du}}$$

Onde:

- M^{TP} : é a média mensal do indicador D_i^{TP} ;
- n_{du} : quantidade de dias do mês de referência.

O TMP, por sua vez, será dado por:

$$TMP = \frac{(\limite_{superior} - M^{TP})}{\limite_{superior} - \limite_{inferior}}, \text{ para } \limite_{inferior} \leq M^{TP} \leq \limite_{superior}$$

Sendo:

- $TMP = 0,0$ para $M^{TP} > \limite_{superior}$
- $TMP = 1,0$ para $M^{TP} < \limite_{inferior}$

Observação: Os parâmetros $\limite_{inferior}$ e $\limite_{superior}$ devem ser definidos, oportunamente, no decorrer do trabalho (RT09 Relatório de Proposição do Modelo de Concessão).

3.1.2. Cumprimento da oferta programada (ICO)

Definição: Analisa as viagens realizadas frente às programadas.

Objetivo: Monitorar o cumprimento da programação de oferta de viagens nos horários de pico e de vale.

Procedimento de cálculo: Como ponto de partida, este indicador de desempenho será apurado diariamente por meio de uma relação entre o número de viagens realizadas e o número de viagens programadas, sendo calculado com 2 casas decimais.

Para fins deste indicador de desempenho, considera-se:

- Períodos de pico: os horários correspondentes aos 180 minutos com maior demanda de cada linha pelo período da manhã dos dias úteis e 180 minutos com maior demanda de cada linha pelo período da tarde dos dias úteis. Os períodos de pico terão seu horário de início e término aferidos mensalmente com base no carregamento do mês anterior.
- Períodos de vale: todo o horário operacional restante ao longo do dia.

Os períodos de pico e de vale dos sete dias da semana serão analisados independentemente. As fórmulas para ICO diário (ICO_d), para pico ou vale, são as seguintes, calculando-se com frequência diária:

Para pico:

$$ICO_d^p = \frac{\text{Número de viagens realizadas em pico}}{\text{Número de viagens programadas em pico}}$$

Para vale:

$$ICO_d^v = \frac{\text{Número de viagens realizadas em vale}}{\text{Número de viagens programadas em vale}}$$

Viagens extras realizadas fora dos períodos de pico não devem ser contabilizadas como viagens realizadas. Excetua-se também os intervalos para manutenção programada, desde que previamente justificados.

Mensalmente (mês civil) deverá ser calculada a média aritmética dos indicadores obtidos diariamente, calculando, separadamente, período de pico e período de vale, com arredondamento de 2 casas decimais, denominando-se: M^{ICO^p} e M^{ICO^v} , cujos valores resultantes deverão ser utilizados para a obtenção de ICO (mensal), segundo as equações:

$$M^{ICO^p} = \frac{\sum_{di}^{df} ICO_d^p}{n}$$

$$M^{ICO^v} = \frac{\sum_{di}^{df} ICO_d^v}{n}$$

Sendo “*d*” o dia de início e “*dp*” o dia de fim da medição; com “*n*” o total de dias do mês (28, 29, 30 ou 31 dias). O indicador de desempenho será calculado com a seguinte formulação:

Períodos de pico:

$$ICO^p = \frac{M^{ICO^p} - limite^p}{0,99 - limite^p}, \text{ para } limite^p < M^{ICO^p} \leq 0,99$$

Períodos de vale:

$$ICO^v = \frac{M^{ICO^v} - limite^v}{0,99 - limite^v}, \text{ para } limite^v < M^{ICO^v} \leq 0,99$$

Sendo:

- $ICO^p = 0,0$ para $M^{ICO^p} \leq limite^p$
- $ICO^p = 1,0$ para $M^{ICO^p} > 0,99$
- $ICO^v = 0,0$ para $M^{ICO^v} \leq limite^v$
- $ICO^v = 1,0$ para $M^{ICO^v} > 0,99$

Observação: Os parâmetros $limite^p$ e $limite^v$ devem ser definidos, oportunamente, no decorrer do trabalho (RT09 Relatório de Proposição do Modelo de Concessão).

Serão obtidos valores mensais do ICO para período de pico e para período de vale e, igualmente, por cada linha (ICO_{LC}^p , ICO_{LC}^v , ICO_{LS}^p , ICO_{LS}^v , ICO_{LD}^p e ICO_{LD}^v , respectivamente). Para cada linha (Centro, Sul e Diesel), o indicador de desempenho ICO_{linha} será obtido a partir da seguinte ponderação:

$$ICO_{linha} = 0,6 * ICO_{linha}^p + 0,4 * ICO_{linha}^v$$

3.1.3. Acidentes com passageiros na linha (IAL)

Definição: Estabelece a relação entre o número de passageiros acidentados e o total mensal (em milhões) de entradas de passageiros transportados na linha.

Objetivo: Monitorar o nível de segurança operacional da linha ao qual o passageiro está submetido, levando em consideração eventos repentinos, indesejados ou intencionais.

Considera-se acidente com passageiro como sendo um evento repentino, indesejado ou intencional, ou uma cadeia de eventos desse tipo, de consequências nocivas (lesões em passageiros). Os acidentes se enquadram nas seguintes categorias:

- Colisões;
- Descarrilamentos;
- Acidentes na via, em qualquer passagem de nível ou por invasão de faixa de domínio; e
- Incêndios reais (não apenas fumaça).

Os suicídios, ou tentativas de suicídio, não serão considerados acidentes.

Igualmente, deverão ser considerados todos os acidentes que provocam lesões ou escoriações a passageiros nos seguintes locais, a título de exemplo:

- Acessos;
- Bloqueios;
- Elevadores;
- Escadas fixas e rolantes;
- Esteiras rolantes;
- Interior dos trens;

- Mezaninos;
- Plataformas;
- Portas dos trens;
- Sanitários públicos;
- Trens;
- Vãos entre trens e plataformas; e
- Via.

O total mensal (em milhões) de passageiros transportados por cada linha (a divisão mensal por um 1 milhão) deverá ser utilizado para cálculo do total no mês, com duas casas decimais.

Procedimento de cálculo: O indicador será apurado mensalmente (mês civil) por meio da relação entre o número de acidentados e o total mensal (em milhões) de passageiros transportados na linha. Nos casos de colisões, descarrilamentos, acidentes na via e incêndios reais envolvendo um ou mais trens, serão contabilizados todos os passageiros que estiverem no(s) trem(ns) envolvido(s) no acidente. Nos demais casos, devem ser contabilizados somente os passageiros que sofrerem lesão ou escoriação nas dependências da Concessionária. Mensalmente (mês civil) também deverá ser calculada a média aritmética dos 12 últimos meses (AL), cujo valor deverá ser utilizado para obtenção do valor de IAL, segundo as seguintes equações para cada uma das linhas:

$$AL_{linha} = \frac{\sum_{m=1}^m \frac{\text{total mensal de número de acidentados}}{\text{total mensal (em milhões) de passageiros transportados}}}{12}$$

Sendo “m” o último mês concluído e o mês para o qual se calcula o indicador.

O IAL, por sua vez, será calculado da seguinte forma:

$$IAL_{linha} = \limite_{superior} - AL_{linha}, \text{ para } \limite_{inferior} < AL_{linha} < \limite_{superior}$$

Sendo:

- $IAL_{linha} = 0,0$ para $AL_{linha} \geq \limite_{superior}$
- $IAL_{linha} = 1,0$ para $AL_{linha} \leq \limite_{inferior}$

3.1.4. Incidentes (IOL)

Definição: Estabelece a relação entre o número de incidentes na linha por quilômetro de via. Tais incidentes estão associados àquelas situações que não são configuradas como acidentes com passageiros, mas que afetam a prestação do serviço, gerando atrasos ou interrupções das viagens.

Objetivo: Monitorar o nível de segurança operacional da linha, levando em consideração eventos repentinos, indesejados ou intencionais.

Dentro dos incidentes, quatro tipos especiais de ocorrências serão avaliados, com a seguinte classificação:

- **Atraso Leve:** qualquer ocorrência que implique atraso na viagem entre 100% e 300% do intervalo programado para o horário;
- **Atraso Grave:** qualquer ocorrência que implique atraso na viagem maior que 300% do intervalo programado para o horário;
- **Interrupção de Serviço em Plataforma:** qualquer ocorrência que implique interrupção imediata da viagem, com a evacuação de trem na plataforma; e
- **Interrupção Urgente de Serviço:** qualquer ocorrência que implique interrupção imediata da viagem, com a evacuação do trem na via e, portanto, suspensão da circulação de trens no local.

Não serão computados neste indicador incidentes cuja causa seja exclusivamente por eventos de segurança pública (por exemplo: ações criminosas, suicídios etc.) ou por agentes externos (por exemplo: inundação da área de concessão por evento de chuvas torrenciais, quedas de árvores ou obras de fora para dentro da faixa de domínio). O fato de não serem computados neste indicador não redimirá a concessionária da obrigação de atuar para mitigar suas ocorrências ou agir com prontidão nestes eventos.

Procedimento de cálculo: Cada incidente será valorado por sua classificação:

- **Atraso Leve** – conta como meio incidente (0,5);
- **Atraso Grave** – conta como um incidente (1,0);
- **Interrupção de Serviço em Plataforma** – conta como dois incidentes (2,0); e
- **Interrupção Urgente de Serviço** – conta como quatro incidentes (4,0).

Sendo assim, o indicador de incidentes no mês será dado por:

$$Inc_m = 0,5 * AtL + 1,0 * AtG + 2,0 * EvP + 4,0 * EvV$$

Onde:

- Inc_m : Indicador de incidentes do mês “m”;
- AtL : quantidade de incidentes classificados como Atraso Leve;
- AtG : quantidade de incidentes classificados como Atraso Grave;
- EvP : quantidade de incidentes classificados como Evacuação de Trem na Plataforma; e
- EvV : quantidade de incidentes classificados como Evacuação de Trem na Via.

E o IOL, por fim, é dado por:

$$IOL_m = 0,0 \text{ para } Inc_m > limite_m$$

$$IOL_m = 1,0 \text{ para } Inc_m \leq limite_m$$

Sendo:

- IOL_m : indicador de desempenho IOL no mês “m”;
- Inc_m : indicador de incidentes do mês “m”; e
- $limite_m$: limite máximo admissível para o indicador de incidentes do mês.

Observação: O parâmetro $limite_m$ deve ser definido, oportunamente, no decorrer do trabalho (RT09 Relatório de Proposição do Modelo de Concessão).

3.2. INDICADORES DE DESEMPENHO DE MANUTENÇÃO

No produto RT04 Proposição de Parâmetros Regulatórios de Referência para a Concessão, recomendou-se a adoção de 4 indicadores de desempenho de manutenção:

- ID_{mn1} para aferir a confiabilidade do material rodante;
- ID_{mn2} para medir a quantidade de trens disponíveis para cumprir a programação;
- ID_{mn3} para monitorar a disponibilidade das estações; e

- ID_{mn4} para aferir a disponibilidade dos sistemas.

Neste item, apresenta-se a descrição, o objetivo, a métrica (fórmula de cálculo) e os demais atributos dos indicadores selecionados para essas aferições¹⁴.

3.2.1. Confiabilidade do material rodante (MRO)

Definição: A confiabilidade do material rodante será medida a partir da quilometragem média percorrida por carro de trem entre falhas (MKBF – *mean kilometer between failures*). Considera-se como falha quaisquer incidentes de material rodante, quer resultem em uma ocorrência de operação (indisponibilidade de trem devido à perda da condição de trem regular)¹⁵.

Objetivo: Monitorar a confiabilidade dos trens disponíveis para operação.

Procedimento de cálculo: O indicador de desempenho MRO será apurado mensalmente, podendo variar de 0 a 1, com notação científica de 2 casas decimais, segundo as equações abaixo:

$$MKBF = \frac{\sum_{trem1}^{tremn} \text{quilometragem percorrida por trem no mês} \times \text{n.º de carros por trem}}{\text{n.º total de falhas de carros no mês}}$$

$$MRO = \frac{MKBF - MKBF_{MÍNIMO}}{MKBF_{META} - MKBF_{MÍNIMO}}$$

Sendo:

- MKBF_{META}: meta de desempenho adequado, a ser definida em função do Plano Operacional Básico e dos investimentos finais para o material rodante.
- MKBF_{MÍNIMO}: valor mínimo aceitável de MKBF, a ser definido em função do Plano Operacional Básico e dos investimentos finais para o material rodante.

3.2.2. Disponibilidade técnica de trens nos picos (DTT)

Definição: A quantidade de trens disponíveis¹⁶ será medida a partir da disponibilidade de trens em situação regular para atendimento do Programa de Oferta de Trens (POT) nos picos da manhã e da tarde.

Objetivo: Monitorar a disponibilidade técnica de trens nos horários de pico.

Procedimento de cálculo: A disponibilidade técnica de trens para atendimento do POT nos picos (DISP^{MRO}) deve ser apurada mensalmente e pode variar de 0 a 1, com notação científica de 2 casas decimais, segundo a equação:

$$DISP^{MRO} = \frac{\sum(QT^m + QT^t)}{\sum(POT^m + POT^t)}$$

¹⁴ No *Caderno de Encargos – Anexo: Parâmetros de Desempenho* serão apresentados limites para cada um dos indicadores de manutenção onde o indicador será igual a 1, se for maior do que a meta estabelecida e igual a zero, se for menor do que o valor mínimo exigido.

¹⁵ O desenvolvimento da análise do indicador MRO foi complementada com a descrição da tipologia de trem regular e se julgou adequado não incluir falhas que não indisponibilizem a operação do trem.

¹⁶ Será desenvolvida uma lista de problemas que possam comprometer a operação dos trens de modo a torná-los irregulares para a operação. Esta lista será apresentada, oportunamente, no RT09.

Sendo:

- QT^m : quantidade de trens regulares no pico da manhã (número $\leq POT^m$);
- QT^t : quantidade de trens regulares no pico da tarde (número $\leq POT^t$);
- POT^m : quantidade de trens necessários para atendimento do POT no pico da manhã;
- POT^t : quantidade de trens necessários para atendimento do POT no pico da tarde.

Na definição da quantidade de trens necessários para atendimento do POT, deve-se levar em consideração que a lotação não poderá exceder a 6 passageiros em pé por metro quadrado¹⁷ e deverá atender também o intervalo máximo entre trens para cada linha, para o trecho mais carregado nos horários de pico em dias úteis. Nesta apuração deverá ser considerada a reserva técnica de trens obrigatória, dentro do quantitativo previsto para a frota.

Os requisitos para que um trem seja considerado regular serão estabelecidos em função da definição dos investimentos finais para material rodante, os quais serão determinantes para o ajuste desses requisitos ao patamar tecnológico da frota operacional.

O indicador de desempenho DTT será calculado segundo a equação abaixo:

$$DTT = \frac{DISP^{MRO} - DISP^{MRO}_{MÍNIMO}}{DISP^{MRO}_{META} - DISP^{MRO}_{MÍNIMO}}$$

Sendo:

- $DISP^{MRO}_{META}$: meta de desempenho adequado, a ser definida em função do Plano Operacional Básico e dos investimentos finais para o material rodante.
- $DISP^{MRO}_{MÍNIMO}$: valor mínimo aceitável de DISPMRO, a ser definido em função do Plano Operacional Básico e dos investimentos finais para o material rodante.

3.2.3. Disponibilidade das estações (EST)

Definição: A disponibilidade das estações será medida a partir da avaliação da regularidade de cada estação. A condição de estação regular será definida, por sua vez, com base no estado de conservação das edificações e dos equipamentos e ativos instalados nelas.

Objetivo: Monitorar a conservação civil das estações e a manutenção dos ativos instalados, bem como padrões mínimos de operacionalidade.

Procedimento de cálculo: O estado de regularidade das estações (REG^{EST}) será apurado mensalmente, podendo variar de 0 a 1, com notação científica de 2 casas decimais, segundo a equação:

$$REG^{EST} = \frac{(n.^{\circ} \text{ de equipamentos}) * (n.^{\circ} \text{ horas operacionais por dia}) * (n.^{\circ} \text{ dias do mês}) - (n.^{\circ} \text{ horas indisponíveis no mês})}{(n.^{\circ} \text{ de equipamentos}) * (n.^{\circ} \text{ horas operacionais por dia}) * (n.^{\circ} \text{ dias do mês})}$$

Sendo:

¹⁷ No Material Rodante haverá um sistema que calculará a quantidade de passageiros por carro através da pressão da bolsa da suspensão secundária. O método utilizado é por peso. Por exemplo, as bolsas definem que dentro do carro há 14.000 kg; considerando um peso médio por pessoa de 70 kg, o carro terá 200 passageiros. O sistema é ajustado por *software*.

- N.º de equipamentos: quantificação dos equipamentos (escadas rolantes, elevadores, bombas, megafonia, sistema PCI e catracas, por exemplo) em toda a linha.
- N.º horas indisponíveis no mês: obtida a partir da somatória de horas indisponíveis dos equipamentos de todas as estações em operação que não atenderam ao requisito de estação regular.

Os requisitos para que uma estação seja considerada regular serão estabelecidos em função da definição dos investimentos finais para estações, os quais serão determinantes para o ajuste desses requisitos ao patamar tecnológico das edificações e equipamentos.

O indicador de desempenho EST será calculado segundo a equação abaixo:

$$EST = \frac{REG^{EST} - REG_{MÍNIMO}^{EST}}{REG_{META}^{EST} - REG_{MÍNIMO}^{EST}}$$

Sendo:

- REG_{META}^{EST} : meta de desempenho adequado, a ser definida em função dos investimentos finais para estações e equipamentos.
- $REG_{MÍNIMO}^{EST}$: valor mínimo aceitável de REG^{EST} , a ser definido em função dos investimentos finais para estações e equipamentos.

3.2.4. Disponibilidade dos sistemas de linha (LIN)

Definição: A disponibilidade dos sistemas será obtida a partir da avaliação de três sistemas: Sinalização, Rede Aérea e Via Permanente. Essa avaliação consiste em averiguar, para cada um deles, quantas ocorrências de linha não regular ocorrem ao longo da operação.

Objetivo: Monitorar a conservação e a disponibilidade de via para circulação de trens.

Procedimento de cálculo: A regularidade do Sistema de Sinalização (REG^{SIN}) é medida conforme a equação abaixo:

$$REG^{SIN} = \frac{(\text{n.º de equipamentos}) * (\text{n.º horas operacionais por dia}) * (\text{n.º dias do mês}) - (\text{n.º horas indisponíveis no mês})}{(\text{n.º de equipamentos}) * (\text{n.º horas operacionais por dia}) * (\text{n.º dias do mês})}$$

Sendo:

- N.º horas indisponíveis no mês: totalização mensal de horas de indisponibilidade de cada equipamento de sinalização, compreendida desde a ocorrência urgente¹⁸ até a manutenção e liberação da linha.

A regularidade da Rede Aérea e da Via Permanente (REG^{RA-VP}) é medida conforme a seguir:

$$REG^{RA-VP} = \frac{(\text{km de via}) * (\text{n.º horas operacionais por dia}) * (\text{n.º dias do mês}) - (\text{n.º horas indisponíveis no mês})}{(\text{km de via}) * (\text{n.º horas operacionais por dia}) * (\text{n.º dias do mês})}$$

Sendo:

¹⁸ Ocorrência urgente é toda e qualquer ocorrência que provoque interferência na operação comercial e que implique perda da condição de linha regular, levando à necessidade de atendimento imediato da manutenção para reestabelecer a operacionalidade do sistema.

- N.º horas indisponíveis no mês: totalização mensal de horas de indisponibilidade da Rede Aérea e ou Via Permanente compreendida desde a passagem da ocorrência urgente até a manutenção e liberação da linha.

A partir dos indicadores acima, a Regularidade Geral da Via ($REG^{GERAL\ VIA}$) deve ser calculada segundo a equação abaixo:

$$REG^{GERAL\ VIA} = \frac{REG^{SIN} + REG^{RA-VP}}{2}$$

Os requisitos para que a linha seja considerada regular serão estabelecidos em função da definição dos investimentos finais para o sistema de sinalização, a rede aérea e a via permanente, os quais serão determinantes para o ajuste desses requisitos ao patamar tecnológico desses sistemas.

O indicador de desempenho LIN será calculado segundo a equação abaixo:

$$LIN = \frac{REG^{GERAL\ VIA} - REG_{MÍNIMO}^{GERAL\ VIA}}{REG_{META}^{GERAL\ VIA} - REG_{MÍNIMO}^{GERAL\ VIA}}$$

Sendo:

- $REG_{META}^{GERAL\ VIA}$: meta de desempenho adequado, a ser definida em função dos investimentos finais para o sistema de sinalização, rede aérea e via permanente.
- $REG_{MÍNIMO}^{GERAL\ VIA}$: valor mínimo aceitável de $REG^{GERAL\ VIA}$, a ser definido em função dos investimentos finais para o sistema de sinalização, rede aérea e via permanente.

4. CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX)

4.1. METODOLOGIA

Tendo em vista sua utilização nos produtos seguintes, RT07 Estudo de Custos-Benefícios e RT08 Modelagem Econômico-Financeira, onde os custos operacionais serão apresentados, neste produto foram estruturados os dados de entrada que formam os custos e despesas operacionais (Opex), tendo sido realizada uma construção preliminar *bottom-up* para cada uma das principais categorias do Opex, nas quais foram estimados os quantitativos necessários para a operação ao longo da concessão.

Os quantitativos aqui apresentados serão insumo para o RT08 Modelagem Econômico-Financeira, relatório no qual serão apresentadas as estimativas de valores das categorias do Opex, já considerando tributos e eventuais benefícios fiscais.

Como será visto na sequência, impactam a construção do Opex os dados operacionais, tais como produção quilométrica, quantidade de frota, postos de operadores de trem e demanda por ano por estação.

Será adotado como modelo de negócio a operação privada, considerando futuro Concessionário dedicado a operar o sistema, realizando o plano de investimentos previsto e associado ao Capex apresentado no Capítulo 5. Também se considerou a utilização de pessoal próprio para execução da grande maioria das atividades da empresa, com alguns contratos de fornecedores de serviços que complementam as necessidades da operação privada.

4.1.1. Racional das categorias de Opex

A construção do Opex foi organizada nas seguintes categorias:

- Pessoal;
- Energia de tração (elétrica ou diesel);
- *Utilities* (energia de estação + água);
- Manutenção;
- Limpeza;
- Bilhetagem;
- Serviço de terceiros;
- Capacitação; e
- Outros custos (materiais, serviço de meio ambiente, aluguel de veículos, seguros e garantias, comunicação e publicidade, serviço de saúde no trabalho etc.).

Em relação ao Opex de energia (nas categorias Energia de tração e *Utilities*) foram avaliadas as estimativas de preço relativo ao praticado no mercado aberto para alta e média tensão¹⁹.

A seguir, são apresentadas as categorias com o racional de cálculo para cada uma delas.

¹⁹ A Portaria n.º 690/2022 do Ministério de Minas e Energia (MME) abriu uma consulta pública para verificar a viabilidade de abrir o Mercado Livre para os consumidores de baixa tensão (Grupo B), a partir de janeiro de 2026, exceto para às classes Rural e Residencial. A abertura para todas as classes só ocorreria em janeiro de 2028. Conforme a abertura para baixa tensão não está homologada, não foi considerada a possibilidade de utilização do Mercado Aberto para baixa tensão.

4.1.1.1. Pessoal

A categoria de pessoal foi dividida em quatro subcategorias, as quais foram analisadas para cada uma das linhas, Centro, Sul e Diesel, no seguinte formato:

- Diretoria: responsável pelo gerenciamento geral das linhas;
- Implantação: com uma Gerência responsável pela implantação dos investimentos na requalificação das linhas;
- Operação: responsável por toda a parte operacional, sendo dividida em Gerência, Controle de Tráfego e Energia, Operação nas Estações e Operação nos Trens; e
- Manutenção: responsável pelo restabelecimento, acompanhamento, controle e planejamento dos ativos presentes na empresa, sendo dividida em Gerência, Planejamento/Engenharia de Manutenção, Sistemas Elétricos e Eletromecânicos, Material Rodante, Via Permanente e Edificações e Obras.

Os pátios foram entendidos como unidade operacional à parte e divididos nas áreas:

- Gerência: responsável pelo gerenciamento das atividades dos pátios;
- Operação no pátio: responsável pela manobra dos trens e estacionamento deles nos pátios, e pela segurança; e
- Operação no CCO (Centro de Controle Operacional): responsável por todo o controle operacional das três linhas.

O Administrativo foi dividido em duas grandes áreas:

- Presidência Geral: responsável pelos departamentos mais abrangentes, como Presidência, Departamento Jurídico, Engenharia do Trabalho, Ouvidoria e Departamento Comercial (Receitas Acessórias); e
- Gerências de Apoio Administrativo/Financeiro: responsável pelos departamentos mais específicos, como Diretoria, Auditoria, QSSTMA (Qualidade, Saúde, Segurança, Trabalho e Meio Ambiente), Departamento de TI, Departamento Administrativo/Financeiro, Departamento de Recursos Humanos (RH) e Departamento de Suprimentos e Estoques.

A partir dessa divisão das áreas, foram estabelecidas as diferentes funções necessárias em cada uma delas. Os racionais de algumas funções são exemplificados na seção 4.2 para o cálculo dos quantitativos de pessoal. Com base nesse quantitativo, o custo total com funcionários é apresentado no Anexo III ao presente relatório, bem como no relatório subsequente (RT08).

Vale ressaltar que para as estimativas de pessoal foram considerados para a Linha Centro 24,5 km e para a Linha Sul 12,9 km de extensão, sendo descontado o trecho comum com a Linha Centro entre as Estações Recife e Joana Bezerra. Já para a Linha Diesel foi considerada uma extensão de 33,7 km.

Os quantitativos referenciais apresentados neste produto são fundamentados em operações metroferroviária similares, como o recente estudo de concessão da CBTU/STU Belo Horizonte, cujo leilão foi realizado em dezembro de 2022.

Em relação ao OPEX de pessoal, o Anexo III contempla a Lei Nº 14.973²⁰, de 16 de setembro de 2024, que estabelece regime de transição para a contribuição previdenciária com as alíquotas a seguir:

- ✓ Ano 2027: 75% da alíquota de 20%, ou seja, 15% sobre a folha; e
- ✓ Ano 2028: 100% da alíquota de 20%, ou seja, 20% sobre a folha.

²⁰ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14973.htm

4.1.1.2. Energia de tração

O consumo de Energia de Tração em kWh foi calculado multiplicando a produção quilométrica de cada uma das linhas elétricas pelo kWh/(Trem x km). Na Linha Diesel foi calculada a produção quilométrica pelo índice litros/km, obtendo o consumo em litros.

Para o cálculo da Energia de Tração Elétrica²¹, foram utilizados dados do Estudo Comparativo entre a Frota CAF e a Frota CISM com testes realizados nos domingos de 11/11/2018 e 25/11/2018²², fornecidos pela Superintendência de Trens Urbanos do Recife (CBTU/STU Recife).

Os testes realizados pela CBTU/STU Recife indicaram que os TUEs CISM consomem aproximadamente 10,8% a mais que a frota CAF.

Dado que os testes foram realizados aos domingos, foi considerado para estimativas dos índices de consumo contemplando os dias úteis:

- ✓ Percentual de 10,8% entre as tecnologias;
- ✓ Dados do RT01 Parte B:
 - Consumo de tração dos TUEs (2022): 39.548.026 kWh;
 - Produção quilométrica anual Linha Centro: 1.330.613 km; e
 - Produção quilométrica anual Linha Sul: 775.306 km.

Para a Linha Centro (frota CAF) o índice de consumo resultante foi de 18,06 kWh / (trem x km) já para a Linha Sul (frota CISM) o índice de consumo foi de 20,01 kWh / (trem x km).

Para o cálculo do Consumo de Tração Diesel, foi utilizado o índice de consumo de 2,31 litros/km reportado pela empresa e registrado no RT01 Parte B.

4.1.1.3. Manutenção

O custo de manutenção utilizado é um valor médio/TUE, sendo assim esse deve ser condizente com os 30 anos de concessão, em que existe um desgaste com o tempo mesmo dos trens novos, sendo que a frota patrimonial da concessão será constituída por trens tanto antigos quanto novos.

Cabe ressaltar que a CBTU/STU Recife não possui um contrato atual de manutenção de material rodante, assim sendo, foi realizado um cálculo comparativo retirado do estudo de concessão feito para a CBTU/STU Belo Horizonte em 2020. Os trens da CBTU/STU Belo Horizonte são similares aos trens da CBTU/STU Recife, desse modo para calcular um valor de manutenção de material rodante/TUE que seja proporcional à CBTU/STU Recife, utilizou-se como métrica o custo/quilometragem rodada sendo igual para ambas as praças, comparando a quilometragem rodada/TUE de ambos os sistemas. Dessa forma, estimou-se um novo valor de manutenção/TUE para a CBTU/STU Recife.

²¹ O método de cálculo e projeção foi definido a partir de informações da CBTU, juntamente com informações de conhecimento do Consórcio: os trens da frota CAF possuem motores de tração em corrente alternada e sistemas de propulsão com melhor eficiência energética, entretanto, essa frota possui 75% de motorização (3 carros motores), enquanto a frota CISM possui 50% de motorização (2 carros motores). Caso os novos trens a serem adquiridos pela Concessionária tenham a mesma motorização da frota CAF, o consumo de energia deve seguir o mesmo valor por km.

²² No Data Request realizado em 2023/2024 a CBTU/STU Recife registrou que não há testes realizados mais recentes.

4.1.1.4. Utilities

O Opex de *Utilities* foi dividido em energia de média tensão, baixa tensão e gasto de água. Para cada linha, o consumo da energia de média e baixa tensão foi baseado nos dados reais de 2022.

Já o gasto com água foi calculado a partir do gasto (em milhões de reais) observado em 2022, o qual será apresentado no RT08 Relatório de Avaliação Econômico-Financeira da Concessão.

4.1.1.5. Capacitação

O Opex de Capacitação considerado foi informado pela CBTU/STU Recife (Produto RT01 – Parte B).

4.1.1.6. Demais categorias

Outras categorias que irão compor financeiramente o Opex são Limpeza, Bilhetagem, Serviços de Terceiros e Outros Custos, as quais serão tratadas individualmente no RT08 Relatório de Avaliação Econômico-Financeira da Concessão, uma vez que esses custos foram estimados a partir dos valores de contratos da CBTU de 2022, além da experiência do Consórcio²³ junto a outros processos de concessão e PPPs (Parcerias Público-Privadas) de natureza semelhante.

Para a Linha Centro, Linha Sul e Linha Diesel, foram considerados na categoria Outros Custos, os custos de comunicação e publicidade.

E para o Administrativo, foram considerados os custos de serviço de meio ambiente, aluguel de veículos, seguros e garantias, serviço de saúde no trabalho e com verificador independente.

Finalmente, para as linhas Centro, Sul e Diesel, para os pátios e para o Administrativo, foi considerado um percentual de 2% sobre as demais despesas, como sendo Gastos Gerais.

4.1.2. **Opex total**

Utilizando todas as categorias de Opex apresentadas na seção 4.1.1, foi possível realizar uma lógica de construção das grandes áreas do negócio em uma nova divisão:

- Custos Operacionais (Pessoal, Energia de Tração, *Utilities* e Limpeza);
- Custos de Manutenção (Pessoal, Manutenção de Material Rodante, Sistemas e Via Permanente);
- Despesas Administrativas (Pessoal, Serviço de Terceiros, Bilhetagem, Treinamento e Outros Custos);
- Outros Custos Operacionais.

4.2. ALOCAÇÃO FUNCIONAL

A CBTU/STU Recife possui um total de 1.540 funcionários (data base de junho de 2023) e com o quadro de funcionários sugerido para a concessão, atingiu-se um total de 1.170 (ano 2), destes, 15 posições foram alocadas para o período de implantação da concessão (3 anos).

²³ Concessão da prestação do serviço público de transportes de passageiros, sobre trilhos, das Linhas 8 – Diamante e 9 – Esmeralda (<https://www.parcerias.sp.gov.br/Parcerias/Projetos/Detalhes/129>), contrato de concessão n.º 02/2021 de 30/06/2021.

Estudo de concessão da CBTU/STU Belo Horizonte, leilão realizado em dezembro de 2022

Na seção 2.2.3 foi contextualizado que, após os investimentos principais nos três primeiros anos da concessão e obras de duplicação na Linha Diesel Sul nos anos 2 e 3, as linhas Centro, Sul e Diesel ofereceriam aos usuário uma operação dos serviços de trilhos com redução de intervalos a partir do ano 4 e a demanda do sistema requalificado atingiria os patamares da simulação do cenário “Principal” no ano 7.

Nos subitens a seguir são apresentados a alocação funcional para o ano 2 da concessão (item 4.2.1), exemplos de alocação para o ano 4 da concessão (item 4.2.2) e, por fim, as considerações de pessoal (item 4.2.3).

4.2.1. Alocação funcional (ano 2 Concessão)

A Tabela 4-1 apresenta os quantitativos de funcionários por agrupamento e na Tabela 4-2 à Tabela 4-6 são apresentados os quantitativos dos agrupamentos em maiores detalhes.

Tabela 4-1 Alocação funcional (ano 2)

Grupo	Funções Sugeridas	Funções Atuais STU Recife
Implantação	15	23
Operação	597	695
Manutenção	337	560
Pátio	110	101
Administrativo	111	161
Total	1.170	1.540

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Tabela 4-2 Alocação funcional: Implantação

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
GERÊNCIA DE IMPLANTAÇÃO	15	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - IMPLANTAÇÃO	23
Engenheiro Sênior	1	Analista Técnico - Engenheiro Civil	5
Engenheiro Pleno	4	Analista Técnico - Engenheiro Eletricista	3
Engenheiro Junior	2	Analista Técnico - Engenheiro Eletrônico	1
Assistente Técnico Pleno	8	Analista Técnico - Operação e Gestão da Qualidade - Sistema Único	1
		Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	7
		Técnico de Gestão - Administração	1
		Técnico Industrial - Edificações e Estradas	2
		Técnico Industrial - Eletrônica	2
		Técnico Industrial - Mecânica	1

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Tabela 4-3 Alocação funcional: Operação

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
OPERAÇÃO	597	OPERAÇÃO	695
GERÊNCIA DE OPERAÇÃO	3	GERENCIA REGIONAL I - OPERAÇÃO	5
Diretor de Produção	1	Assistente de Administração - Sistema Único	1
Gerente de Operação	2	Assistente Operacional - Operação de Estação	2
		Técnico de Gestão - Administração	1
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	1
OPERACIONAL TRÁFEGO E OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES	495	OPERACIONAL TRÁFEGO E OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES	463
CONTROLE DE TRÁFEGO E ENERGIA	14	Gerencia Operacional - Transporte / Apoio Operacional	8
Engenheiro Sênior	2	Analista de Gestão - Administrador	1
Chefe Gestão de informação	2	Analista de Gestão - Advogado	1
Chefe de linha	10	Analista Técnico - Engenheiro de Transportes	1
		Analista Técnico - Operação e Gestão da Qualidade - Sistema Único	1
		Assistente de Administração - Sistema Único	1
		Assistente Operacional - Operação de Estação	3
OPERAÇÃO NAS ESTAÇÕES	481	Coordenação Operacional - Seg. Patrimonial / Seg. Empresarial / Seg. Operacional / Planej. e Trein. / Estações / Técnica / Apoio Operacional	455
Engenheiro Pleno (Coordenador)	3	Agente de Estação	2
Supervisor de Estação	49	Analista de Gestão - Pedagogo	1
Agente de Operação	167	Analista Técnico - Arquiteto Urbanista	5
Agente de Segurança de Estação	219	Analista Técnico - Engenheiro Civil	2
Agente de Segurança Volante	43	Analista Técnico - Engenheiro de Transportes	3
		Assistente de Administração - Sistema Único	5
		Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	3
		Assistente Operacional - Condução	1
		Assistente Operacional - Operação de Estação	311
		Assistente Operacional - Segurança Metroferroviária	101
		Auxiliar de Gestão	2
		Cargo Comissionado	1
		Técnico de Gestão - Administração	14
		Técnico Industrial - Edificações e Estradas	3
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	1
OPERAÇÃO NOS TRENS	99	OPERAÇÃO - LINHA	227
Supervisor de Operadores de Trem	14	Assistente Operacional - Condução	204
Total Operadores de trem - jornada 6 horas (escala 5x1 x5x1)	80	Assistente Operacional - Manobra	21
Total Operadores de trem - jornada 6 horas (escala 5x2)	5	Técnico de Gestão - Administração	2

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACECON-RHEIN, 2024

Tabela 4-4 Alocação funcional: Manutenção

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
MANUTENÇÃO	337	MANUTENÇÃO	560
GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO	3	GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO	4
Gerente de Manutenção	3	Assistente de Administração - Sistema Único	1
		Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	1
		Técnico de Gestão - Administração	1
		Técnico Industrial - Mecânica	1
PLANEJAMENTO / ENGENHARIA MANUTENÇÃO	8	PLANEJAMENTO / ENGENHARIA MANUTENÇÃO	19
Eng Sênior. (civil/obra/via permanente)	3	Analista Técnico - Engenheiro Civil	1
Técnico Sênior	5	Analista Técnico - Engenheiro de Produção	1
		Analista Técnico - Engenheiro de Telecomunicações	1
		Analista Técnico - Engenheiro Eletricista	1
		Analista Técnico - Engenheiro Eletrônico	1
		Analista Técnico - Engenheiro Mecânico	3
		Analista Técnico - Operação e Gestão da Qualidade - Sistema Único	2
		Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	8
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	1
SISTEMAS ELÉTRICOS E ELETROMECAÑICOS	138	SISTEMAS ELÉTRICOS E ELETROMECAÑICOS	149
Engenheiro Sênior	3	Analista Técnico - Engenheiro de Telecomunicações	2
Engenheiro Pleno	6	Analista Técnico - Engenheiro Eletricista	4
Supervisor Elétricos e Eletromecânicos	10	Analista Técnico - Engenheiro Eletrônico	1
Técnico Sênior	11	Assistente de Manutenção - Operação de Máquinas e Equipamentos	5
Técnico Eletrônico	14	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	85
Oficial Polivalente	42	Assistente Operacional - Condução	3
Supervisor de Sinalização/Telecom	10	Técnico de Gestão - Administração	1
Oficial de Sinalização/Telecom	42	Técnico Industrial - Eletrônica	18
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	10
		Técnico Industrial - Mecânica	6
		Técnico Industrial - Refrigeração	1
		Técnico Industrial - Telecomunicações	13
M. RODANTE / VEÍC. RODOFERROVIÁRIOS / EQUIP. PÁTIO	116	M. RODANTE / VEÍC. RODOFERROVIÁRIOS / EQUIP. PÁTIO	198
Engenheiro Sênior (Coordenador)	3	Analista Técnico - Engenheiro Eletricista	3
Engenheiro Pleno Material Rodante	7	Analista Técnico - Engenheiro Eletrônico	1
Técnico de Reestabelecimento	14	Analista Técnico - Engenheiro Mecânico	1
Supervisor de Manutenção Diurno	6	Assistente de Administração - Sistema Único	1
Supervisor de Manutenção Noturno	4	Assistente de Manutenção - Operação de Máquinas e Equipamentos	1
Técnico de Manutenção Diurno	7	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	132
Técnico de Manutenção Noturno	4	Técnico de Gestão - Administração	2
Oficial Polivalente Diurno	42	Técnico Industrial - Eletrônica	22

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
MANUTENÇÃO	337	MANUTENÇÃO	560
Oficial Polivalente Noturno	29	Técnico Industrial - Eletrotécnica	19
		Técnico Industrial - Mecânica	14
		Técnico Industrial - Refrigeração	1
		Técnico Industrial - Telecomunicações	1
VIA PERMANENTE	44	VIA PERMANENTE	136
Engenheiro Sênior (Coordenador)	3	Analista Técnico - Engenheiro Civil	1
Supervisor Manutenção	5	Assistente de Administração - Sistema Único	1
Técnico de Manutenção Noturno	6	Assistente de Manutenção - Operação de Máquinas e Equipamentos	13
Topógrafo	2	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	100
Oficial Polivalente Noturno	28	Assistente Operacional - Condução	2
		Auxiliar de Gestão	1
		Técnico Industrial - Edificações e Estradas	9
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	1
		Técnico Industrial - Mecânica	6
		Técnico Industrial - Telecomunicações	2
EDIFICAÇÕES E OBRAS CIVIS E ESTAÇÃO	28	EDIFICAÇÕES E OBRAS CIVIS E ESTAÇÃO	54
Engenheiro Sênior (Coordenador)	2	Analista Técnico - Engenheiro Ambiental	1
Engenheiro Pleno	2	Analista Técnico - Engenheiro Civil	3
Técnico Edificações Sênior	2	Analista Técnico - Engenheiro Eletricista	1
Técnico Obra Civil Estações	2	Analista Técnico - Engenheiro Mecânico	2
Técnico Edificações Pleno	2	Assistente de Manutenção - Operação de Máquinas e Equipamentos	1
Bombeiros Hidráulico/Pedreiro	2	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	34
Ajudante	6	Cargo Comissionado	1
Mestre de Obras e Limpeza	10	Técnico Industrial - Desenhista Projetista	1
		Técnico Industrial - Edificações e Estradas	9
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	1

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Tabela 4-5 Alocação funcional: Pátios

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
PÁTIOS	110	PÁTIOS	101
COORDENAÇÃO PÁTIOS	71	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - OFICINAS	60
GERÊNCIA DE OPERAÇÃO	10	Analista Técnico - Engenheiro Mecânico	1
Gerente Depósito	5	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	52
Assistente	5	Assistente Operacional - Controle de Movimento	1
OPERAÇÃO NO PÁTIO	61	Técnico Industrial - Eletrônica	1
Operador de Trem	27	Técnico Industrial - Eletrotécnica	2
Agente Segurança de Pátio	34	Técnico Industrial - Mecânica	2
		Técnico Industrial - Refrigeração	1
OPERAÇÃO NO CCO	39	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - CENTRO DE CONTROLE	41
Supervisor de CCO	5	Assistente Operacional - Controle de Movimento	40
Operador de CCO	34	Técnico de Gestão - Administração	1

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Tabela 4-6 Alocação funcional: Administrativo

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
ADMINISTRATIVO	111	ADMINISTRATIVO	161
PRESIDÊNCIA GERAL	32	PRESIDÊNCIA GERAL	17
PRESIDÊNCIA	4	GERÊNCIA OPERACIONAL - MATERIAL	5
Diretor Presidente	1	Analista de Gestão - Secretariado Executivo	1
Secretária Executiva (POOL Diretoria)	1	Assistente Operacional - Operação de Estação	1
Secretária Auxiliar (POOL Diretoria)	2	Cargo Comissionado	1
		Técnico de Gestão - Administração	2
DEPARTAMENTO JURÍDICO	6	GERÊNCIA OPERACIONAL - JURÍDICO	5
Gestor de Contrato (Engenheiro/Advogado)	1	Analista de Gestão - Advogado	3
Advogado Sênior	1	Técnico de Gestão - Administração	2
Advogado Pleno	1		
Supervisor de Controladoria / Compliance	1		
Assistente de Controladoria / Compliance	2		
ENGENHARIA DO TRABALHO	4		
Engenheiro Sênior	1		
Engenheiro Junior	1		
Técnico	2		
OUVIDORIA	14	GERÊNCIA OPERACIONAL - COMUNICAÇÃO E MARKETING	3
Ouvidor (chefe departamento)	1	Analista de Gestão - Comunicador Social	1
Supervisor de Comunicação e Marketing	1	Analista de Gestão - Designer Gráfico	1
Assistente de Comunicação (redes sociais)	1	Assistente Operacional - Controle de Movimento	1
Analista de Comunicação (Publicitário)	1		
Agente SAC	10		
DEPARTAMENTO COMERCIAL (RECEITAS ACESSÓRIAS)	4	COORDENAÇÃO OPERACIONAL EXPLORAÇÃO COMERCIAL	4
Gerente Comercial	1	Analista de Gestão - Administrador	2

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
ADMINISTRATIVO	111	ADMINISTRATIVO	161
Analista Comercial	2	Auxiliar de Gestão	1
Assistente Comercial	1	Técnico de Gestão - Administração	1
GERÊNCIAS DE APOIO ADMINISTRATIVO/FINANCEIRO	79	GERÊNCIAS DE APOIO ADMINISTRATIVO/FINANCEIRO	144
DIRETORIA	1	SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL I - RECIFE	3
Diretor Administrativo/Financeiro	1	Técnico de Gestão - Administração	2
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	1
AUDITORIA	2		
Auditor Interno Sênior	1		
Auditor Interno Pleno	1		
QSSTMA (Qualidade, Segurança e Ambiente)	9	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - SEGURANÇA DO TRABALHO	22
Gerente QSSTMA	1	Analista Técnico - Engenheiro de Segurança do Trabalho	5
Assistente Administrativo Pleno	1	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	1
Engenheiro Segurança do Trabalho	1	Auxiliar de Gestão	2
Técnico Segurança Trabalho Pleno	6	Técnico de Gestão - Administração	4
		Técnico de Segurança do Trabalho - Sistema Único	10
RH/SAÚDE	10	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - ASS. REC. HUMANOS E DES. REC. HUMANOS	8
Médico do Trabalho	2	Analista de Gestão - Analista Organizacional	1
Enfermeiro	6	Analista de Gestão - Assistente Social	1
Psicólogo	1	Técnico de Enfermagem do Trabalho- Sistema Único	4
Assistente Social	1	Técnico de Gestão - Administração	2
DEPARTAMENTO TI	10	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - INFORMÁTICA E O&M	19
Gerente de TI/Telecom	1	Analista de Gestão - Tecnologia da Informação - Sistema Único	2
Analista de Sistemas	1	Técnico de Gestão - Administração	2
Assistente Técnico Pleno	8	Técnico de Gestão - Informática - Sistema Único	15
DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVO / FINANCEIRO	31	DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO / FINANCEIRO	55
GERÊNCIA	3	GABINETE REGIONAL I - RECIFE / GERENCIA REGIONAL I - ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS	11
Gerente Financeiro	1	Analista Técnico - Engenheiro Civil	1
Analista Financeiro Pleno	1	Assistente Operacional - Operação de Estação	1
Analista Financeiro Júnior	1	Técnico de Gestão - Administração	9
ARRECADAÇÃO	3	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - ARRECADAÇÃO	5
Gerente de Arrecadação	1	Assistente Operacional	1
Analista de Arrecadação	2	Assistente Operacional - Operação de Estação	1
		Técnico de Gestão - Administração	3
FINANCEIRO	4	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - PROG. FINANC. E TES./ FINANCEIRO / LICITAÇÃO E COMPRAS	21
Contador Sênior de Contas a Pagar	1	Analista de Gestão - Administrador	6
Analista Financeiro Pleno	1	Analista de Gestão - Economista	1
Analista Financeiro Júnior	2	Analista Técnico - Engenheiro de Transportes	1

Funções Sugeridas	Qtde	Funções Atuais CBTU/STU Recife	Qtde
ADMINISTRATIVO	111	ADMINISTRATIVO	161
		Auxiliar de Gestão	1
		Técnico de Gestão - Administração	12
CONTABILIDADE/FISCAL	5	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - CONTABILIDADE E CUSTOS / ORÇAMENTO	12
Contador Sênior	1	Analista de Gestão - Administrador	1
Analista Fiscal	2	Analista de Gestão - Contador	1
Analista Financeiro Júnior	2	Analista de Gestão - Economista	1
		Cargo Comissionado	1
		Técnico de Gestão - Administração	5
		Técnico de Gestão - Contabilidade - Sistema Único	2
		Técnico Industrial - Eletrotécnica	1
SERVIÇOS GERAIS	16	GERENCIA REGIONAL I - PLANEJAMENTO	6
Assistente Administrativo	1	Analista de Gestão - Psicólogo	1
Agente Copeiro	4	Assistente de Administração - Sistema Único	1
Agente Atendimento - Orientação (Recepcionista)	4	Técnico de Gestão - Administração	4
Agente Serviços Gerais (Motoristas)	3		
Agente Serviços Gerais (Presidência/Diretoria)	2		
Assistente Administrativo - Frota Operacional	2		
DEPARTAMENTOS DE RECURSOS HUMANOS	7	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - ADM. REC. HUMANOS / ASS. REC. HUMANOS / RECURSOS HUMANOS	9
Gerente de RH	1	Analista de Gestão - Analista Organizacional	1
Analista TD Sênior	2	Assistente de Administração - Sistema Único	2
Analista DP Pleno	2	Técnico de Gestão - Administração	6
Assistente Administrativo Pleno	1		
Assistente Administrativo Júnior	1		
DEPARTAMENTOS DE SUPRIMENTOS E ESTOQUES	9	DEPARTAMENTO DE SUPRIMENTOS E ESTOQUES	28
GERÊNCIA	1	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - ARMAZENAMENTO	8
Gerente de Suprimentos	1	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	4
		Técnico de Gestão - Administração	4
GESTÃO E CONTROLE DE ESTOQUES	8	COORDENAÇÃO OPERACIONAL - ARMAZENAMENTO / GESTÃO DE ESTOQUE / DES. REC. HUMANOS	20
Engenheiro Pleno	1	Assistente de Administração - Sistema Único	2
Chefe Almoxarifado	1	Assistente de Manutenção - Sistemas e Equipamentos Metroferroviários	1
Almoxarife	6	Assistente Operacional	1
		Assistente Operacional - Segurança Metroferroviária	1
		Auxiliar de Gestão	4
		Técnico de Gestão - Administração	11

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

4.2.2. Exemplos de alocação pessoal

No caso da subcategoria de Manutenção das linhas, para calcular os quantitativos ao longo do tempo, foram utilizados dados operacionais como o número de estações, a frota e a extensão da via. Um exemplo ilustrativo utilizando cada um desses dados é mostrado a seguir para o ano 4 da concessão.

Tabela 4-7 Cálculo do quantitativo do Técnico Eletrônico de Sistemas Elétricos e Eletromecânicos (Linha Centro)

Item	Valores
Número de Estações	19
Quantidade de Estações por Técnico	3
Turnos	1
Fator de cobertura - Escala 5x1 x 5x1	1,4137
Quantidade Total: Técnico Eletrônico	9

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Nesse exemplo do Técnico Eletrônico, o racional para o cálculo de quantitativo é feito da seguinte forma: o número de estações é dividido pela quantidade de estações por técnico, obtendo os postos dos técnicos, que são multiplicados pelos turnos e pelo fator de cobertura, resultando assim no quantitativo de Técnicos Eletrônicos para o ano 4 de concessão.

Tabela 4-8 Cálculo do quantitativo do Técnico de Manutenção Diurno de Material Rodante (Linha Centro)

Item	Valores
Frota	20
Quantidade de Trens por Técnico	8,0
Turnos	2
Fator de cobertura - Escala 5x2	1,1780
Quantidade Total: Técnico de Manutenção Diurno	6

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Nesse exemplo do Técnico de Manutenção Diurno, o racional para o cálculo de quantitativo é feito da seguinte forma: a frota é dividida pela quantidade de trens por técnico, obtendo os postos dos técnicos, que são multiplicados pelos turnos e pelo fator de cobertura, resultando assim no quantitativo de Técnico de Manutenção Diurno para o ano 4 de concessão.

Tabela 4-9 Cálculo do quantitativo do Oficial Polivalente Noturno de Via Permanente (Linha Centro)

Item	Valores
Extensão	24,5
1 posto a cada quantos km de via	2,0
Turnos	1
Fator de cobertura - Escala 5x1 x 5x1	1,4137
Quantidade Total: Oficial Polivalente Noturno	18

Nota: Trecho comum estação Mercado / estação Joana Bezerra (Linha Centro e Linha Sul) contabilizado apenas uma vez.

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Nesse exemplo do Oficial Polivalente Noturno para atendimento a via permanente, o racional para o cálculo de quantitativo é o seguinte: a extensão da via é dividida pela quantidade de posto a cada km

de via, obtendo os postos dos oficiais, que são multiplicados pelos turnos e pelo fator de cobertura, resultando assim no quantitativo de Oficial Polivalente Noturno para o ano 4 de concessão.

Dentro de Operação, o racional para o cálculo do quantitativo de Operadores de Trem é diferente das demais funções, sendo feito com base na máxima ocupação de um trem, levando em consideração todos os dias da semana e feriados, os picos da manhã e da tarde, e o vale do dia e da noite. A partir dessa frequência, é possível quantificar o número de trens necessários e o número de postos de operadores de trem com jornadas de 6 horas para as escalas (5 x 1 x 5 x 1) e (5 x 2). A escala (5 x 1 x 5 x 1) representa a base utilizada para cobrir os postos ao longo de toda a semana, e a escala (5 x 2) é utilizada para funcionários que trabalham como reforço no horário de pico e apenas nos dias úteis²⁴.

No caso da operação das estações das linhas Centro, Sul e Diesel, para calcular os quantitativos de pessoal, por exemplo, para as funções de supervisor de estação, agente de operação, agente de segurança de estação e agente de segurança volante foi feita uma parametrização da demanda (estações pequenas, médias e grandes) com o quantitativo de pessoal, variando no tempo de acordo com o número de estações em cada uma dessas divisões, utilizando turnos e o fator de cobertura.

4.2.3. Considerações sobre pessoal

Nos itens anteriores foram apresentados a alocação funcional do ano 2 da concessão e exemplos considerados para o ano 4.

Nos anos 1 (desocupações), 2 e 3 com as obras na Linha Diesel, embora não operando pela Concessionária, as estações dessa Linha necessitariam de equipe reduzida, como por exemplo, supervisor e agente de segurança.

Para os três primeiros anos são considerados gerentes de operação para as Linhas Centro e Sul²⁵. Após a requalificação, com o aumento de frota e passageiros, é considerado um gerente de operação para a linha Diesel.

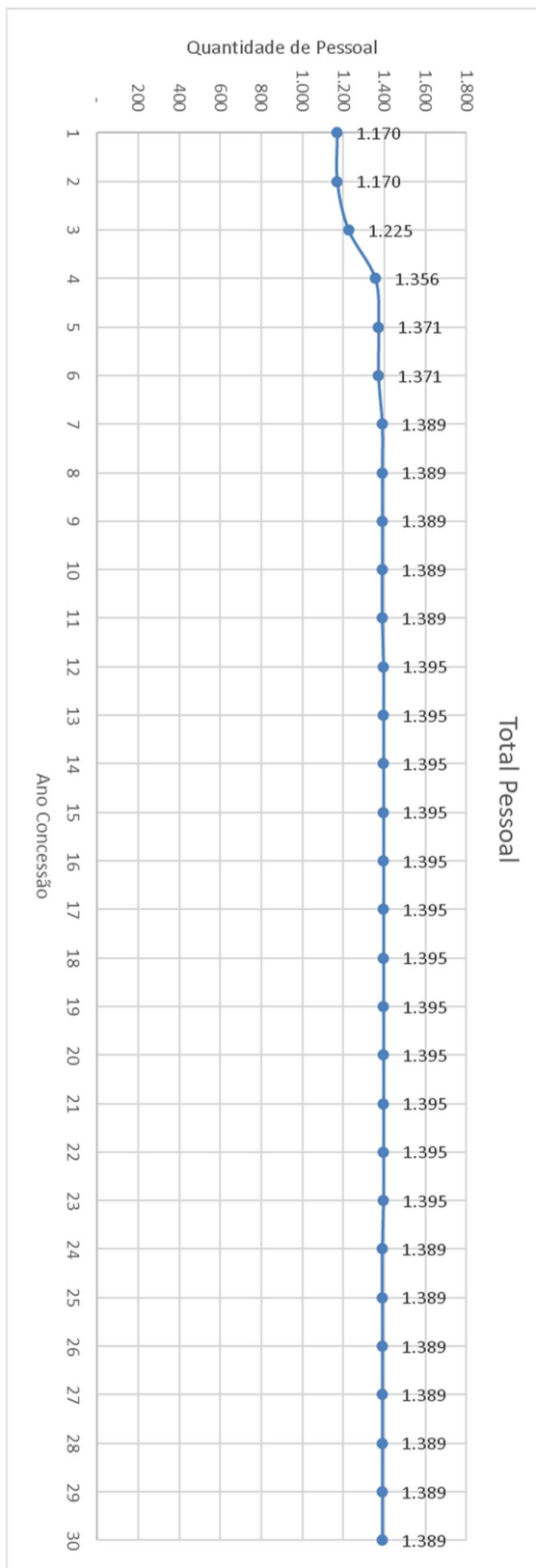
Após o ano 4, os serviços passam a ofertar intervalos menores, além da nova política tarifária, com alteração da demanda de passageiros nas estações em relação ao início da concessão, ou seja, conforme as equipes de estações são parametrizadas pela demanda ocorre uma variação de pessoal.

A figura a seguir ilustra a quantidade de pessoal ao longo dos 30 anos de concessão, onde se observa que a partir do ano 7, após o *ramp up* (seção 2.2.3.2), o quadro de pessoal é de aproximadamente 1.400 funcionários.

²⁴ As jornadas de trabalho apresentadas propostas estão em consonância com o Acordo Coletivo de Trabalho 2022-2023 (link [2022 2023 acordocoletivo.pdf \(sindmetrope.org.br\)](https://www.sindmetrope.org.br/2022-2023_acordocoletivo.pdf)), cláusula 35ª - Jornada de Trabalho.

²⁵ Atualmente a COESU é responsável pelas estações da Linha Diesel e a movimentação de trens é de responsabilidade da COMSU.

Figura 4-1 Quantidade de pessoal (concessão)



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

5. PROJEÇÃO DOS INVESTIMENTOS

5.1. METODOLOGIA PARA OS ESTUDOS DE CAPEX

O embasamento metodológico especificado para as estimativas de investimentos na CBTU/STU Recife considera como referencial fundamental as diligências técnicas realizadas, bem como os documentos técnicos, estudos e orçamentos apresentados pela empresa, devidamente criticados e atualizados face a eventuais contratações de melhorias feitas pela CBTU/STU Recife nesse íterim. Também foram coletadas informações de valores a partir de orçamentos e processos de aquisição de equipamentos e sistemas similares publicados por empresas públicas e privadas em planilhas de composição de custos como, por exemplo, SICRO, SIEC e SINAPI, tendo seus valores ajustados conforme ano de referência e índice INCC.

Outro referencial fundamental é o inventário dos bens da empresa, produzido pelo Consórcio e aprovado pelo BNDES, constante no produto RT01 Avaliação Técnico Operacional - Parte A - Inventário. Nesse documento, foram indicados pontos de melhoria necessários à operação eficiente e segura para a prestação do serviço de transporte de passageiros. Além disso, foram consultados na carteira recente de projetos do Consórcio os estudos de sucesso para a estruturação da concessão de serviços ferroviários de transporte de passageiros.

A proposta metodológica considera a definição de um escopo principal, no qual estão listados os principais investimentos necessários à recuperação dos ativos (sistemas, equipamentos e estruturas civis), indispensáveis para a retomada das condições de segurança operacional. Todos os investimentos que integram o escopo principal devem ser concluídos até o terceiro ano de concessão, mas os desembolsos financeiros podem ser realizados por um período maior do que três anos, caso necessário.

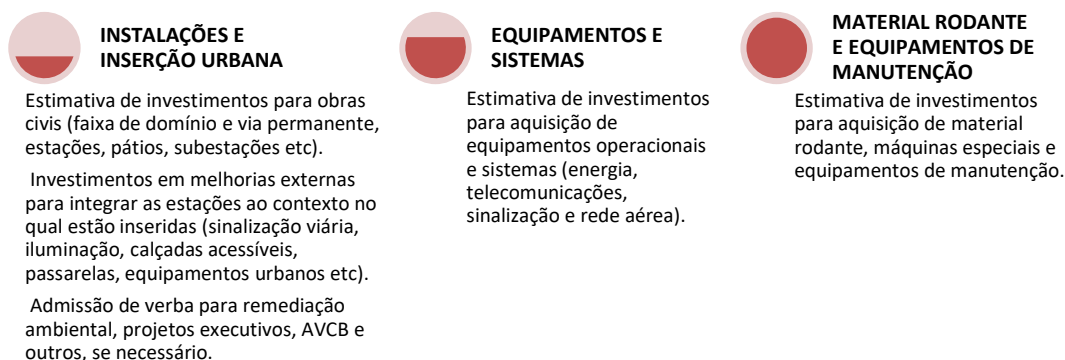
Uma vez garantido um nível adequado de eficiência e segurança para a operação, passa-se, então, ao escopo dos demais investimentos, que promoverão melhorias no desempenho operacional e na gestão do sistema. Esses investimentos serão realizados ao longo do período de trinta e cinco anos, com o primeiro desembolso podendo ocorrer após o terceiro ano de concessão. Estão apontados investimentos para atendimento de dois pontos básicos:

- Recuperação das condições operacionais previstas em projeto; e
- Adequações necessárias ao atendimento das condições apontadas no Estudo de Demanda.

Como mencionado, a projeção dos investimentos considera o cenário de demanda referencial para a concessão, apresentado na seção 2.2.3, cujo Plano Operacional Básico foi apresentado no capítulo 2.

Com vistas ao atendimento do transporte de passageiros e aos padrões de desempenho estabelecidos como ideais, foram especificadas, a seguir, as melhorias necessárias, organizadas em três frentes principais, conforme Figura 5-1.

Figura 5-1 Proposta para organização macro dos investimentos



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Durante o desenvolvimento dos estudos de concessão foram realizadas reuniões entre Consórcio, BNDES, Estado e União para tomada de decisão referente aos investimentos de recapitação nas Linhas Diesel Sul e Oeste. Para tanto foi elaborado uma apresentação de Estimativa de Investimentos Não Vinculantes, a qual apresentava valores estimados para a eletrificação do sistema considerando o custo médio por quilômetro dos itens indicados tomando como referência estudos similares em projetos *Brownfield*.

Para a eletrificação das Linhas Diesel Sul e Oeste foram estimados investimentos de aproximadamente R\$ 3,40 bilhões²⁶ em Sistemas Fixos (Energia e Rede Aérea), Aquisição de Novos Materiais Rodantes, Implantação de CCO, Centro de Manutenção e Equipamentos para Material Rodante Elétricos e Outros (Projetos, Estudos Ambientais, Gerenciamento). Esse valor estimado se somaria ao previsto para obras civis, sinalização e telecom da recapitação do sistema a Diesel. Sendo assim, os Órgãos Competentes optaram em não adotar a eletrificação nestas linhas existentes, considerando então apenas a duplicação e recapitação da Linha Diesel - Sul e recapitação da via singela na Linha Diesel - Oeste. Importante ressaltar também que a decisão levou em consideração os estudos de demanda desenvolvidos para a região, os quais indicaram que a quantidade de passageiros transportados nessa linha não é suficiente para justificar o nível elevado de investimentos em eletrificação no valor supracitado. De fato, a análise da seção 11.2.3 do RT05 Estudo de Demanda, indica que o aumento de demanda estimado em decorrência da eletrificação do VLT é baixo.

Para cada frente acima identificada, são atribuídos tipos de intervenções e custos associados:

- Construção ou ampliação: necessidades de acréscimo de área construída para novas edificações, oficinas, pátios e outras áreas;
- Reformas ou readequações: visando a melhoria das condições de prestação de serviços de forma democrática e segura, sobretudo no que diz respeito às questões de acessibilidade e segurança aos usuários e operadores do sistema. Neste rol, estão envolvidas as melhorias no entorno das estações (especialmente as de integração com terminais e ônibus) e em passarelas (uma vez que grande parte delas se encontra em desacordo com as normas de acessibilidade);

²⁶ R\$ 2,1 bilhões referentes a sistemas (energia e rede aérea), R\$ 658 milhões referentes a aquisição de novo material rodante elétrico, R\$ 100 milhões referentes a CCO, centro de manutenção e equipamentos e R\$ 543 milhões referentes a outros investimentos (projetos, estudos ambientais, gerenciamento).

- Aquisições: visando o atendimento eficiente e seguro, são avaliadas as necessidades de aquisição de novos equipamentos e sistemas, como novos TUE, VLTs, sistemas operacionais, sistemas de controle, automação, dentre outros;
- Projetos e Licenças²⁷: foi considerado o valor para projeto executivo por disciplina, Arquitetura, Sistemas Auxiliares, Estrutura, Via Permanente, Sinalização, Energia, Catenária, Telecomunicações, Centro de Controle; e
- Licença e Gestão Ambiental: foram consideradas análises realizadas *in loco* e estudos desenvolvidos pela CBTU.

Para definição do Capex nesse item (Licença e Gestão Ambiental), levou-se em consideração as necessidades abaixo relacionadas de acordo com os requisitos legais das leis vigentes do ano de 2024:

- Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras (CTF/APP) ou utilizadoras de recursos naturais: instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 1981) cujo registro se faz obrigatório para as atividades dispostas nas Instruções Normativas IBAMA N.º 06, de 2013, N.º 11, de 2022 e N.º 12, de 2021. A CBTU/STU Recife possui esse registro, portanto não há projeção de custo para esse item.
- Licenciamento Ambiental: instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, obrigatório para as atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos naturais, incluindo a ferrovia/transporte de passageiros sobre trilhos. Em Recife, o processo para obtenção do licenciamento ocorre no âmbito estadual, sob competência do CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente, seguindo as diretrizes da Lei Estadual n.º 14.249, de 2010, que estabelecia orientações sobre licenciamento ambiental, infrações e sanções administrativas ao meio ambiente. Essa Lei foi alterada pela Lei n.º 14.894, de dezembro de 2012 e pela Lei n.º 18.023, de junho de 2023. Atualmente a CBTU/STU Recife possui a aprovação de duas licenças ambientais, sendo uma para a Linha Centro e outra para a Linha Sul, a única que não foi aprovada é a de postos de combustíveis, que continua sendo licenciada pelo município. Todas as taxas já foram pagas, portanto, não há previsão no Capex.
- Implantação de sistema de Gestão de Resíduos Sólidos: Sem previsão no Capex, pois a CBTU/STU Recife já possui o sistema implantado²⁸, precisando somente de provisão anual de verba para manutenção.
- Gestão de Água: a premissa de Capex visa o atendimento à Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei n.º 9.433, de 1997 e os padrões de qualidade e a classificação dos corpos hídricos estão dispostos na Resolução CONAMA n.º 357, de 2005. No caso da CBTU/STU Recife, por não haver captação direta de água superficial ou subterrânea, não é necessária a obtenção de outorga de direito de uso.
- Gestão de Efluentes: em relação à gestão de Efluentes em Recife, apesar de serem tratados, são informadas no relatório “Diagnóstico Ambiental CBTU 2021” inconsistências nos efluentes oleosos proveniente das oficinas. Com isso, foi prevista no

²⁷ Licenças diversas, exceto a ambiental – Corpo de Bombeiros, Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura.

²⁸ Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Capex verba para adequação do projeto e da infraestrutura física. O valor é baseado nos estudos da CBTU/STU Recife²⁹.

- Gestão de Emissões Atmosféricas: decorrente do consumo de energia, queima de combustível e gases e consequente emissão de poluentes atmosféricos, com particular controle na geração de Gases de Efeito Estufa.

Atualmente a CBTU/STU Recife realiza o inventário e diagnóstico das fontes emissoras de poluentes atmosféricos (quais são os gases emitidos e em que quantidade) com base na metodologia ao programa brasileiro GHG Protocol.

O valor estimado para investimentos nesta rubrica teve como referência o estudo de concessão realizado para a CBTU/STU Belo Horizonte em 2020, devido à ausência de informações precisas coletadas junto à CBTU/STU Recife. Portanto, o valor foi baseado em levantamentos de cotações (como Scada e bloqueios), no preço do VLT e em outras fontes rastreáveis.

- Gestão de Passivos Ambientais: As inconsistências apontadas na Gestão de Efluentes geram também incerteza quanto à gestão de passivos. Sendo assim, opta-se por deixar uma previsão no Capex para futuras adequações da infraestrutura atual. Como para o item anterior, o valor teve como referência o estudo de concessão feito para CBTU/STU Belo Horizonte em 2020.

5.2. INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM INSTALAÇÕES E INSERÇÃO URBANA

5.2.1. Metodologia

5.2.1.1. Definição do escopo

A proposta metodológica para cálculo das estimativas de investimentos em edificações consiste nas observações e registros fotográficos feitos durante o processo de inventário ocorrido em todas as estações, pátios, oficinas e demais edificações operacionais da empresa. As não conformidades (que correspondem aos itens cujo estado de conservação foi registrado como inexistente ou inadequada) foram classificadas com pontuação 1 ou 2 na coluna Estado de Conservação, apresentadas nos Checklists de Avaliação que constam no Anexo I do produto RT01 Avaliação Técnico-Operacional - Parte A - Inventário³⁰. A Figura 5-2 resgata, para efeito de compreensão do método proposto, o Checklist da estação Mangueira (Linha Elétrica Centro) e a Figura 5-3 apresenta o Checklist elaborado para a passarela dessa mesma estação.

²⁹ Com exceção do item Gestão de Efluentes, foram utilizados valores de referência da CBTU/STU Belo Horizonte em função da ausência de referências da CBTU/STU Recife.

³⁰ Os critérios para classificação das não conformidades estão descritos no capítulo 5 do produto RT01 Avaliação Técnico Operacional - Parte A - Inventário. As principais não conformidades podem ser observadas na coluna OBS de cada planilha auxiliar de observação de campo.

Figura 5-2 Exemplo de Checklist de Avaliação – Estação Mangueira

Estação Mangueira		Estado de Conservação	
Cód	1- Equipamentos	3,0	OBS
1.1	Elevadores	1,0	Possui rampa, porém o desnível é maior que o permitido pela Norma
1.2	Escadas Rolantes		
1.3	Bloqueios	4,0	
1.4	Telecom/Baterias	2,0	Infiltrações na Parede, teto e piso
1.5	GGD/Transformadores	3,0	Infiltrações na Parede
Cód	2- Estrutura	3,0	OBS
2.1	Pilares	3,0	Pixações, Lodo
2.2	Vigas	3,0	Pixações, Lodo
2.3	Lajes	3,0	Infiltrações
2.4	Cobertura / Telhado	3,0	Infiltração, telhas quebradas, trechos destelhados
Cód	3- Fechamento /Acabamento	3,0	OBS
3.1	Paredes	3,0	Algumas pastilhas faltantes, pixações, infiltrações
3.2	Pisos	3,0	Danificado. Parte interna - Plurígoma
3.3	Esquadrias	2,0	Ferrugem, Portas e Janelas danificadas
3.4	Teto/Forro	2,0	Infiltração, peças faltantes
Cód	4- Plataforma	3,0	OBS
4.1	Vão Horizontal	1,0	Jaboatão Camaragibe - 13cm / Recife - 12cm
4.2	Vão vertical	4,0	Jaboatão Camaragibe - 5cm - Trem para baixo/ Recife - 7cm - Trem para baixo
4.3	Acessibilidade	3,0	Fora de norma
4.4	Comunicação Visual	3,0	
4.5	Pisos	3,0	Plurígoma, alguns vãos inadequados
Cód	5- Acessibilidade	2,0	OBS
5.1	Escadas Fixas e Elementos	2,0	Degraus danificados, Ausência de elementos
5.2	Rampas e Elementos	2,0	Desnível por lance é maior que o permitido pela Norma. Ausência de elementos, infiltração
5.3	Piso Tátil	3,0	Fora de norma
5.4	Corrimãos, Guarda Corpo	3,0	Fora de norma
5.5	Sanitário Acessível Masc e Fem		
5.6	Sanitário Público Feminino	1,0	
5.7	Sanitário Público Masculino	1,0	
5.8	Comunicação Visual	3,0	
Cód	6- Instalações	2,0	OBS
6.1	Instalações Elétricas / SPDA	2,0	Antiga
6.2	Instalações de Telecomunicações	2,0	Antiga, corrosões
6.3	Instalações Hidráulicas	2,0	Antiga com adaptações
6.4	Instalações Pluviais	2,0	Grelhas irregulares, infiltrações, calhas entupidas
6.5	Combate a incêndio	1,0	Extintores apenas nas salas operacionais, Sem rota de fuga
Cód	7- Espaços Internos (Bilheteria / Atendimento usuário / Salas Operacionais e Administrativas / Copa / Sanitários Operacionais)	3,0	OBS
7.1	Paredes	3,0	Pastilhas faltantes, necessidade de pintura
7.2	Pisos	3,0	
7.3	Forros	3,0	Pé direito baixo e degradado, infiltrações
7.4	Esquadrias	2,0	Divisórias, portas e janelas degradadas
7.5	Instalações Elétricas	3,0	Antiga
7.6	Instalações Hidráulicas	3,0	Antiga
7.7	Torniquete (diesel)		
7.8	Gradil no bloqueio (diesel)		
7.9	Bilheteria	3,0	Container
7.10	Copa Acessível	3,0	não acessível
7.11	Sanitário Funcionários Feminino	3,0	hidráulica e elétrica antigas. Sem ventilação
7.12	Vestário Funcionários Feminino	1,0	sem chuveiros
7.13	Sanitário Funcionários Masculino	3,0	hidráulica e elétrica antigas. Sem ventilação
7.14	Vestário Funcionários Masculino	1,0	sem chuveiros
Cód	8- Entorno	2,0	OBS
8.2	Travessias, Guias Rebaixadas	3,0	Fora de norma
8.3	Vaga de Emb e Desemb preferencial	1,0	
8.4	Calçadas	3,0	Piso degradado
8.6	Comércio Regularizado	4,0	Não Interfere circulação
8.7	Comércio Irregular (ambulantes)	1,0	Interfere circulação
8.8	Bicicletário / Paraciclo	1,0	
8.9	Pontos de ônibus / Terminal / Rodov	1,0	Ponto de ônibus

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Figura 5-3 Exemplo de Checklist de Avaliação – Passarela Mangueira

Passarela Mangueira		Estado de conservação	
Cód	1- Estrutura Geral	3,0	OBS
1.1	Pilares	3,0	
1.2	Vigas	3,0	
1.3	Lajes	3,0	
1.4	Cobertura/ Telhado (se tiver)	2,0	Infiltração e Rachadura
Cód	2- Fechamento /Acabamento	3,0	OBS
2.1	Paredes / Fechamento Lateral	2,0	Ferrugem
2.2	Pisos	4,0	
Cód	3- Acessibilidade	2,0	OBS
3.1	Inclinação	4,0	Inclinação Ok porém o desnível é maior que o permitido pela Norma.
3.2	Escadas	1,0	Escada Operacional - Tipo Caracol
3.3	Rampas	2,0	Desnível por lance é maior que o permitido pela Norma. Ausência de elementos, infiltração
3.4	Piso Tátil	1,0	
3.5	Corrimão e Guarda Corpo	3,0	Guarda corpo com aberturas e barras horizontais
3.6	Calçadas	3,0	Piso com buracos
Cód	4- Instalações	3,0	OBS
4.1	Instalações Elétricas (iluminação)	3,0	Aparente, fiação danificada
4.2	Instalações Pluviais	2,0	Grelhas irregulares, infiltrações, calhas entupidas

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRA-CESCON-RHEIN, 2024.

A sequência do processo é a transformação das anotações de não conformidade em especificação e precificação de serviços para correção delas, e a determinação do grau de urgência de acordo com o risco a que se sujeitam usuários e operadores.

5.2.1.2. Normas

Nos projetos conceituais das estações, tem-se buscado atender os padrões de acessibilidade e trabalhistas das seguintes normas:

- NBR 16537:2024 – Acessibilidade - Sinalização tátil no piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação;
- NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos; e
- NBR 14021:2005 – Transporte - Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano;
- NBR 13994:2000 – Elevadores de Passageiros;
- NBR 14022:2011 – Acessibilidade em veículos de características urbanas para o transporte coletivo de passageiros;
- NBR NM313:2008 – Elevadores de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação - Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência;
- NBR 14718:2001 – Guarda-corpos para edificação;
- NR 24:2019 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.

Os critérios adotados para os projetos estruturais visam, sobretudo, atender aos requisitos estabelecidos nos seguintes itens da NBR 6118:2014:

- 5 – Requisitos de qualidade da estrutura e do projeto; e
- 6 – Diretrizes para durabilidade das estruturas de concreto.

Além dos critérios presentes na NBR 6118:2014 – Projeto e execução de obras de concreto armado, os projetos foram elaborados a partir dos critérios presentes nas seguintes normas:

- NBR 6122:2010 – Projeto e Execução de Fundações de Concreto Armado;

- NBR 6123:1988 – Forças devido ao Vento em Edificações;
- NBR 6122:2019 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 8800:2008 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios;
- NBR 8681:2004 – Ações e Segurança nas Estruturas.

5.2.1.3. Processo para formação de preços

Para a precificação dos serviços, utilizou-se como referencial, sempre que possível, valores do mercado local. Exemplos de referenciais rastreáveis oficiais e de fé pública que foram consultados são o Sistema de Engenharia de Custos (SIEC- CPTM/SP), o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI-CEF), o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO-DNIT) e o Sistema de Custos Referenciais Ferroviários (SICFER-ANTT).

Os preços globais dos investimentos previstos são obtidos a partir de custos unitários de serviços de engenharia e da aplicação da taxa do BDI (bonificação por despesas indiretas). Para a determinação dos custos unitários, foi necessário levar em consideração a data-base, a localização e a natureza das obras, assim como a finalidade do estudo financeiro. Para o caso específico do sistema da CBTU/STU Recife, sabe-se que os preços devem ser adequados para a região do Recife/PE. Contudo, dois outros pontos devem ser observados.

O primeiro é o objetivo de transferir a responsabilidade sobre o sistema que hoje está sob os cuidados da CBTU/STU Recife para a iniciativa privada, o que implica a realização de um processo licitatório no futuro. Com isso, o estudo deve ter como base valores que tenham fé pública, conforme já apontado. O segundo ponto é garantir que esses serão adequados para remunerar serviços realizados nas dependências de um sistema de transporte metroferroviário metropolitano em operação.

Para satisfazer todas as condicionantes, o primeiro passo foi analisar o histórico de contratação de serviços de engenharia da CBTU/STU Recife, disponíveis no canal de consulta às licitações, no site da companhia³¹.

Em seguida, foram estabelecidas as seguintes premissas, em ordem de prioridade:

- 1) Os preços globais das intervenções devem ser determinados prioritariamente a partir de sistemas de referência de custos, como o SINAPI e o SICRO para a região do Recife/PE;
- 2) Quando não houver correspondência direta entre os serviços necessários para a realização das obras com os dispostos nos sistemas mencionados, devem ser utilizados valores publicados em outros sistemas e tabelas de custos oficiais de órgãos ligados ao Governo, preferencialmente as localizadas na região de implantação da obra;
- 3) Quando ainda não for possível estabelecer relação entre os custos, em função do grau de detalhamento dos estudos funcionais, devem ser elaboradas composições de preços unitários (CPUs) a partir dos valores dos sistemas ou pesquisas mencionados nos itens 1 e 2, ou a partir de índices extraídos das planilhas dos contratos existentes.

Os índices foram formados a partir da divisão dos valores contratados para realização de intervenções nos ativos da CBTU/STU Recife pela quantidade ou área de abrangência dessas obras,

³¹ Disponível em: <https://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/licitacoes/consulta/novo-sistema>

resultando em valores R\$/m² e/ou R\$/un. Desses índices, desconta-se o BDI aplicado no contrato utilizado como base para os cálculos.

A data-base estabelecida para este estudo é de maio de 2024. Todos os valores constituintes da análise que possuíam data-base diferente foram reajustados pelo Índice Nacional do Custo de Construção (INCC), quando tratavam de obras de edificações. Para obras em via permanente, aplicou-se o Índice de Reajustamento de Obras Ferroviárias, publicado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Não foi considerada a desoneração da mão de obra.

Quanto ao BDI, foi aplicado o percentual de referência de 26,19% sobre os custos diretos das obras, apresentado na tabela 62, na página 184 do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – Volume 1 – Metodologia e Conceitos do DNIT para obras ferroviárias, com a correção do ISS para 5%, alíquota para o Município de Recife, conforme Tabela 5-1.

Tabela 5-1 Valores de referência para as taxas de bonificação e despesas indiretas

BDI - SEM DESONERAÇÃO			
Desmonstrativo de Acordo com a Tabela 62 do Volume 01 - Metodologia e Conceitos do Manual de Custos de Infraestrutura de Transporte do DNIT			
Discriminação das Parcelas		Construção Ferroviária	
Despesas Indiretas		% sobre PV	% sobre CD
Administração Central	Variável - f (CD)	4,87%	6,15%
Despesas Financeiras	0,80% sobre (PV - Lucro)	0,80%	1,01%
Seguros e Garantias Cor	0,25% do PV	0,25%	0,32%
Riscos	0,50% do PV	0,50%	0,63%
Sub-Total 1		6,42%	8,10%
Benefícios		% sobre PV	% sobre CD
Lucro	Variável - f (CD)	5,69%	7,17%
Sub-Total 2		5,69%	7,17%
Tributos		% sobre PV	% sobre CD
PIS		0,65%	0,82%
COFINS		3,00%	3,79%
ISSQN		5,00%	6,31%
Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta			0,00%
Sub-Total 3		8,65%	10,92%
BDI (%)		20,76%	26,19%

Fonte: DNIT (2021).

5.2.1.4. Exceções referente à formação de preços

Tendo em vista que as planilhas públicas supracitadas não contemplam a maioria dos itens dos sistemas de sinalização, telecomunicações, bilhetagem, energia, rede aérea, material rodante, sistemas auxiliares e equipamentos para os centros de manutenção, a formação de preços desses sistemas e subsistemas foi realizada a partir de (seguindo a ordem):

- 1) Contratos com escopos similares da própria CBTU/STU Recife;
- 2) Contratos com escopos similares de outras empresas públicas metroferroviárias do Brasil; e
- 3) Consulta a fornecedores.

5.2.1.5. Estudos funcionais de arquitetura

Os estudos funcionais de arquitetura têm como objetivo fundamental fornecer quantidades para o processo de formação dos custos. Neste sentido, é fundamental que os desenhos sejam suficientemente claros para o entendimento das intervenções propostas. Para isso, foi estabelecido um processo ao qual todas as peças gráficas fornecidas pela CBTU/STU Recife foram submetidas.

5.2.1.6. Atualização das bases recebidas

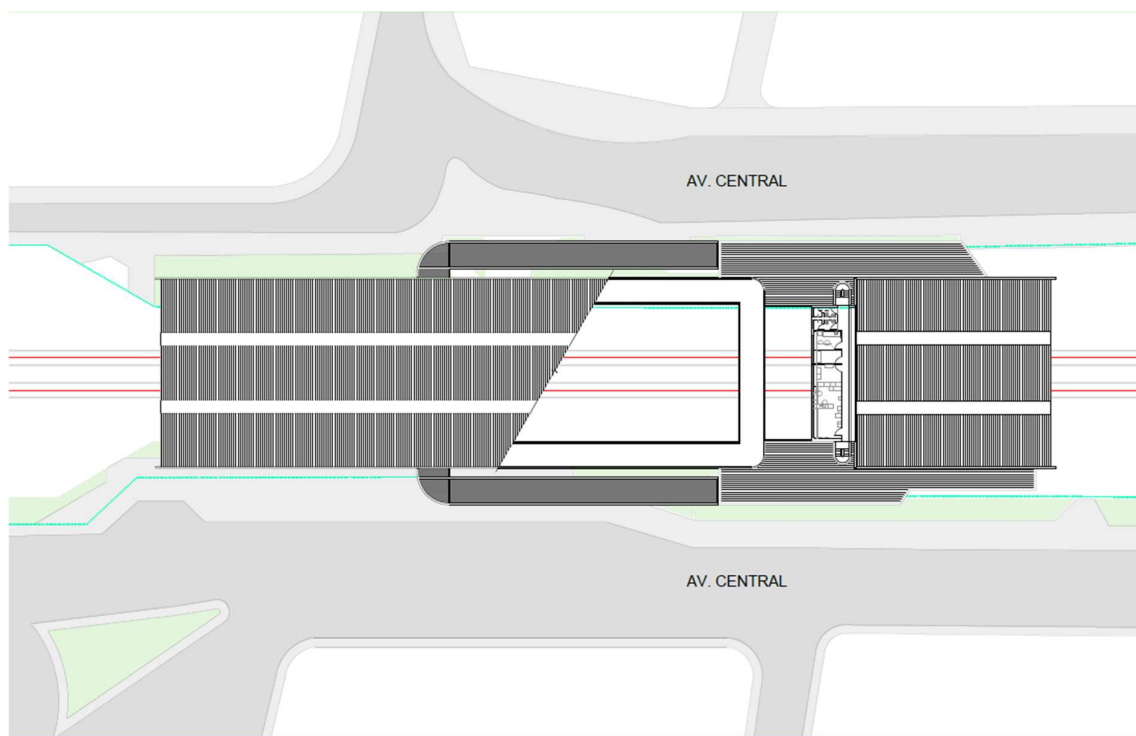
O primeiro passo consistiu na checagem de verificação da inserção urbana da estação no entorno viário. Os desenhos defasados em virtude de modificações do viário no entorno executadas pelas prefeituras, foram devidamente atualizados, gerando novas implantações para as estações da CBTU/STU Recife.

Após a atualização das implantações, foram especificadas as melhorias necessárias para prover acessibilidade e melhor funcionalidade às estações, considerando o atendimento às normas mencionadas anteriormente. É entendimento do Consórcio que todo o escopo referente à garantia de acessibilidade nos acessos e no interior das estações seja tratado como escopo principal. Portanto, deverá ser executado, *a priori*, nos 3 primeiros anos de concessão.

Importante destacar que o procedimento de atualização das bases é uma atividade essencial, porque garante que as especificações de melhorias sejam executadas sobre uma base correta e precisa.

A Figura 5-4 a seguir ilustra, para a estação Mangueira, a implantação atualizada pronta para o lançamento das intervenções necessárias.

Figura 5-4 Implantação da Estação Mangueira atualizada



Fonte: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN (2024).

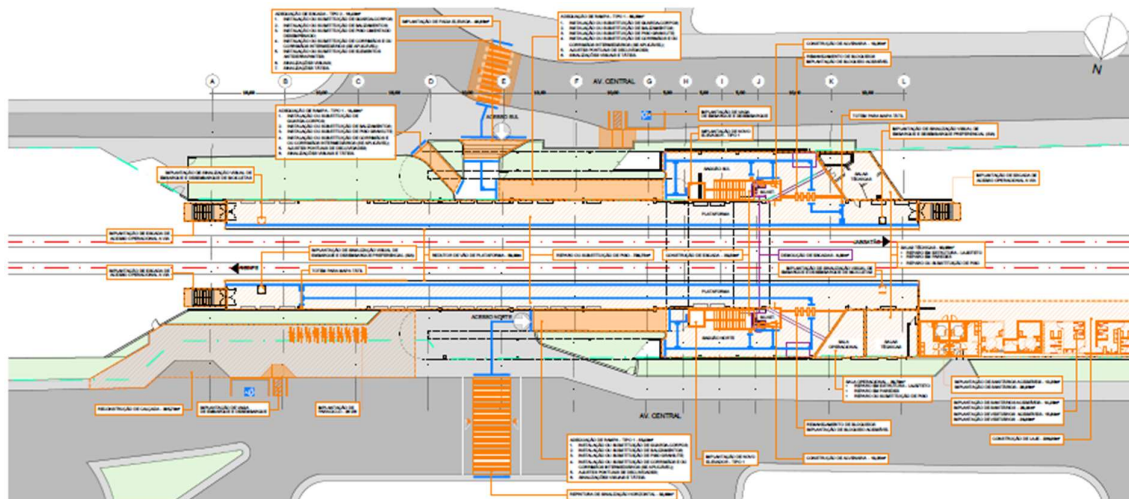
5.2.1.7. Desenvolvimento dos estudos funcionais

Este processo consistiu na identificação das melhorias necessárias em desenhos funcionais de arquitetura. O grau de detalhamento dos estudos funcionais permite estimar e quantificar itens de

forma compatível com os sistemas de custos propostos, mencionados anteriormente. Nesse sentido, além de identificados os serviços necessários nas plantas em todos os pavimentos das estações, também incluímos o desenho de cada estação (ver Anexo I - Projetos Funcionais) e uma planilha geral de investimentos (Anexo II - CAPEX).

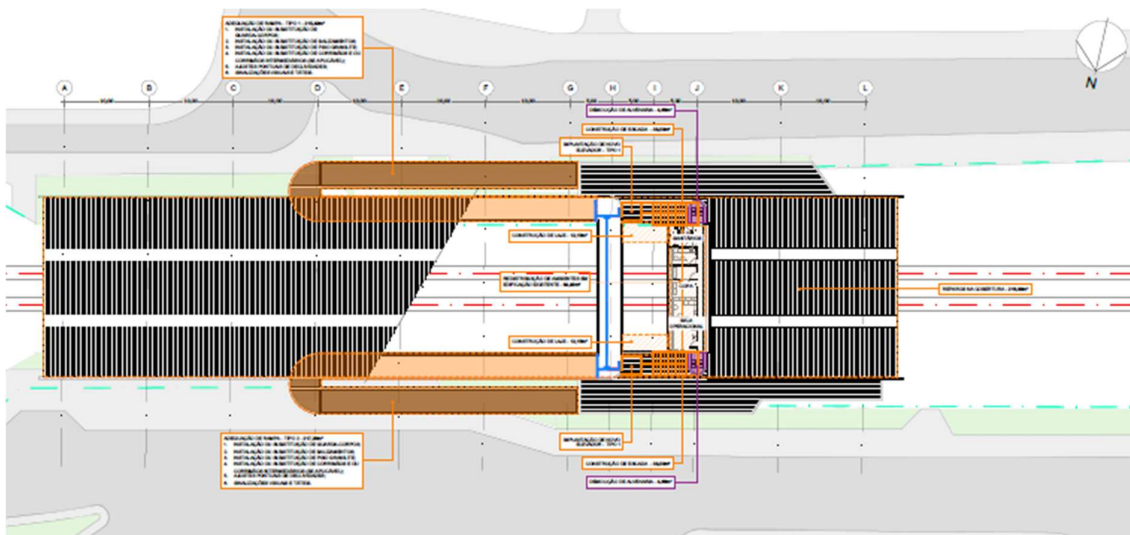
Esse conjunto de informações formará uma base para quantificar os itens e associá-los aos preços previamente formados na etapa anterior, resultando em custos para cada serviço ou item. Na Figura 5-5 é possível observar a forma como os serviços de engenharia foram especificados em planta no nível do térreo, visando, neste exemplo, a adequação de acessibilidade, operacionalidade e melhorias previstas para a mesma estação.

Figura 5-5 Exemplo de estudo funcional – Intervenções no nível térreo da Estação Mangueira



Fonte: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN (2024).

Figura 5-6 Exemplo de estudo funcional – Intervenções no nível superior da Estação Mangueira



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN (2024).

5.2.2. Investimentos principais (1º ao 3º ano de concessão)

Apresenta-se, a seguir, uma listagem de intervenções em edificações e seu entorno, previstas para o período dos três primeiros anos da Concessão, com as respectivas justificativas e os anos em que devem ser realizados os desembolsos financeiros.

5.2.2.1. Via permanente

A metodologia aplicada contemplou uma avaliação das informações e documentos relevantes existentes, incluindo visita *in loco* (2023) para vistoria da via permanente, reuniões realizadas com a equipe técnica da CBTU/STU Recife, projetos internos e informações secundárias.

A via permanente é caracterizada pelo conjunto de camadas e elementos que possibilitam a passagem dos trens. Seus componentes são divididos em dois grupos, a superestrutura e a infraestrutura, para os quais foram considerados investimentos que permitirão a operação das linhas por trinta e cinco anos.

Para o estudo da via permanente, foram adotadas algumas premissas, descritas a seguir:

- Dormente de Concreto:
 - o Taxa de dormentação: 1667 un/km; e
 - o Volume unitário: 0,1512 m³.
- Aparelhos de Mudança de Via (AMV):
 - o Abertura 1:8 - 70 dormentes;
 - o Abertura 1:10 - 87 dormentes;
 - o Abertura 1:14 - 118 dormentes; e
 - o Volume unitário médio do dormente de madeira (AMV): 0,163 m³.
- Trilho: TR-57, 12 m de comprimento;
- Distância Média de Transporte (DMT) Ferroviário: 10 km;
- Distância Média de Transporte (DMT) Rodoviário: 30 km;
- Densidade média do lastro: 1,5 T/m³; e
- Lastro: 30 cm.

5.2.2.1.1. Recapitação das Linhas Diesel Oeste e Diesel Sul e duplicação da Linha Diesel Sul

Necessidade de substituição de toda a superestrutura das Linhas Diesel Sul e Diesel Oeste, ocasionadas pela falta de manutenção da linha nos últimos anos, bem como atos de vandalismo e fim da vida útil de diversos elementos da super e infraestrutura, que ocasionam baixa confiabilidade do sistema.

Dada a baixa disponibilidade de trilhos TR-45 no mercado, e seu elevado custo, foi considerada a mudança de perfil para TR-57 nas Linhas Diesel Sul e Diesel Oeste, favorecendo também as rotinas de manutenção ao usar o mesmo perfil das linhas eletrificadas.

Para reconstrução das linhas, foi considerada substituição completa dos seguintes elementos: lastro, dormentes, fixações, trilhos e AMVs. Considerou-se ainda, que cerca de 20% de cada Linha Diesel irá carecer de restauração nas camadas abaixo do lastro, sendo necessária a execução de novo sublastro e rachão.

No momento da visita técnica, a Linha Diesel Sul operava em apenas uma via (em avançado estado de deterioração). No entanto, mesmo nos trechos onde é duplicada, a segunda via apresenta sinais claros de abandono. Nos trechos onde puderam ser verificadas obras recentes de duplicação, grande parte dos trilhos haviam sido roubados e dormentes encontravam-se danificados. Sendo assim, foi considerada a remoção completa da superestrutura de todas as vias das Linhas Diesel.

5.2.2.1.2. Substituição de lastro para correção de colmatação

Necessidade de substituição do lastro existente em todas as linhas da malha, de forma a resolver os problemas relacionados abaixo, que são consequência da colmatação do lastro:

- Perda da resiliência do lastro, provocando desgastes prematuros de trilhos, dormentes, fixações e demais componentes da superestrutura ferroviária;
- Perda da capacidade de drenagem das águas provenientes das precipitações pluviométricas, provocando danos à infraestrutura ferroviária;
- Enrijecimento da região das juntas isoladas encapsuladas, provocando o desnivelamento delas, o que pode propiciar sua quebra (as juntas encapsuladas estão sendo trocadas por juntas isoladas coladas, JICs);
- Desconforto para os usuários, em função dos constantes desnivelamentos da via e das juntas, o que provoca desagradável balanço das composições;
- Redução do tempo de vida útil de todos os demais componentes da via permanente, bem como das rodas dos veículos que por ali circulam; e
- Alto custo de manutenção, em função da necessidade constante de intervenções, de forma a minimizar os riscos à segurança do tráfego, em função do recorrente problema de desnivelamento das juntas e da via de uma forma geral.

Foi observado que grande parte do lastro das Linhas Diesel está em final de vida útil. Em muitos pontos observou-se colmatação severa, pequeno diâmetro das rochas, baixa altura da camada, falta de lastro entre os dormentes, lastro tomado pela vegetação e falta de regularização da camada. Por esses motivos, não se torna viável o desguarnecimento e reciclagem do lastro, carecendo de substituição completa. A total substituição do lastro também é favorecida, uma vez que a grade da via também será removida.

Considerou-se 75% da extensão do total das linhas elétricas (Centro-1, Centro-2 e Sul) para a realização desse serviço. Já para as linhas Diesel (VLT Sul e VLT Oeste), considerou-se toda a extensão, por se tratar de uma linha com maiores problemas na capacidade de drenagem e que apresenta componentes com vida útil reduzida, como os dormentes.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

5.2.2.1.3. Aquisição e substituição de AMVs

Há necessidade de substituição de trinta e seis Aparelhos de Mudança de Via (AMVs), para as Linhas Centro-1, Centro-2 e Sul, sendo cinco com abertura 1:8, dez com abertura 1:10 e vinte e um com abertura 1:14, como apresentado na Tabela 5-2. Todos os equipamentos se encontram bastante desgastados pelo tempo de uso e pelo represamento das ações de manutenção, com os seguintes impactos na operação:

- Não confiabilidade na circulação dos trens sobre aqueles que estão localizados nas linhas principais;
- Não confiabilidade nas manobras, em pátios e terminais, sobre aqueles que se enquadram nessa faixa de desgaste;
- Redução da vida útil de todos os demais acessórios que compõem o equipamento, em função do seu funcionamento não adequado;
- Desconforto para os usuários, em função da circulação sobre os mesmos ser realizada com constantes e desagradáveis balanços e ruídos; e
- Alto custo de manutenção, em função da necessidade constante de intervenções, de forma a minimizar os riscos à segurança do tráfego e de manobras, em função dos recorrentes

problemas de desnivelamento geral do equipamento, e das constantes perdas das cotas de salvaguarda.

Tabela 5-2 AMVs críticos do sistema eletrificado, por abertura

LINHA	1:8	1:10	1:14	TOTAL
Centro-1	2	4	14	20
Centro-2	1	0	4	5
Sul	2	6	3	11
Total	5	10	21	36

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN (2024).

Considerando a necessidade de sobressalentes, foram adicionados três AMVs de abertura 1:14, para que, nos casos de ocorrências que levem ao risco da circulação dos trens, se possa ter uma atuação imediata, evitando assim:

- Paralisação da circulação dos veículos ferroviários por falta de segurança; e
- Necessidade de improvisos que, quase sempre, levam ao agravamento da situação dos equipamentos já comprometidos, fazendo a circulação de trens ser retomada, mas em condições inadequadas.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

5.2.2.1.4. Aquisição e substituição de dormentes de madeira para AMVs

Segundo informações coletadas com a equipe da CBTU/STU Recife, todos os AMVs possuem dormentes de madeira que precisam ser trocados, entretanto, nem todos os dormentes de cada aparelho necessitam de troca. Assim, levando em conta as diferentes quantidades de dormentes por tipo de abertura e verificando as necessidades de substituição e de sobressalentes, considerou-se o investimento na aquisição e substituição de todos os dormentes de madeira nos AMVs a serem substituídos, visto que o represamento das ações de manutenção preventiva levou a circulação sobre alguns aparelhos a uma situação de insegurança, em função dos aspectos relacionados abaixo:

- O constante desalinhamento e desnivelamento dos equipamentos, em função da quantidade excessiva de dormentes apodrecidos, podendo ocasionar acidentes com os trens que circulam sobre eles;
- Perda constante dos referenciais estabelecidos pelas cotas de salvaguarda, necessárias ao perfeito e seguro funcionamento do equipamento; e
- Alto custo de manutenção, em função da necessidade constante de intervenções, de forma a minimizar os riscos à segurança do tráfego e de manobras, em função dos recorrentes problemas de desnivelamento e desalinhamento geral do equipamento, e das constantes perdas das cotas referidas acima.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

5.2.2.1.5. Substituição de trilhos nas linhas Centro-1, Centro-2 e Sul

Necessidade de substituição de parte dos trilhos, levando em conta os pontos críticos da operação da via, considerando que:

- Não houve manutenção da via por um longo período;
- Os pontos de curvas horizontais são mais solicitados, logo precisam de manutenção recorrente; e

- O comprometimento das características dos trilhos pode levar à paralisação da circulação de trens.

Assim, foram consideradas trocas de trilhos TR-57 nas curvas com raio inferior ou igual a 500m, apenas nas linhas elétricas. A fim de garantir a renovação da superestrutura nesses locais, considerou-se também a troca dos dormentes de concreto monobloco e das fixações.

Adicionando 1% do valor calculado como sobressalentes, foram obtidas as seguintes extensões de via com troca de trilhos:

- Centro-1 – 0,42 km (após dedução de 13 km, referente aos trilhos em estoque e investimento no âmbito PAC);
- Centro-2 – 2,3 km; e
- Sul – 2,5 km.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

Conforme Portaria MCID N.º 767, de 26 de Julho de 2024, proposta N.º 56000003554/2023, foi autorizado um investimento de R\$ 136,1 milhões visando a Recuperação da Superestrutura do Metrô (CBTU/REC). Esse investimento contempla itens referentes à Via Permanente (trilhos e dormentes). Foram deduzidos do CAPEX 26.000 m de extensão de trilho (13 km de via), sendo 14.000 m que a CBTU/STU Recife possui em estoque e 12.000 m previstos na proposta descrita acima. Toda a extensão foi deduzida nas trocas previstas na Linha Centro-1, conforme prioridade estabelecida pela CBTU/STU Recife.

Para o caso dos dormentes, o quantitativo também já foi abatido do valor do CAPEX (conforme consta no subitem 5.2.2.1.6 a seguir).

5.2.2.1.6. Substituição de dormentes de concreto monobloco

Além daqueles dormentes substituídos quando considerada a troca de trilhos das linhas elétricas (subitem 5.2.2.1.5), verifica-se a necessidade de substituição imediata de todos os dormentes de concreto monobloco, bitola larga, em operação na Linha Sul e no trecho entre as estações Rodoviária e Camaragibe da Linha Centro-2, afetados pela Reação Álcali-Agregado (RAA), que reduz drasticamente a vida útil dos dormentes, pois em função do tipo de agregado utilizado para fabricação do dormente, em situação de umidade, ocorre a formação de gel expansivo, que contribui para a fissura do concreto. Dessa maneira, os dormentes fissurados perdem suas propriedades de suporte originais, carecendo de substituição. Por esse motivo, serão substituídos em torno de 60.000 dormentes, em função dos seguintes aspectos:

- A RAA afetou todos os dormentes empregados nos trechos citados, como também aqueles que foram estocados como sobressalentes quando da implantação das referidas linhas;
- Detectou-se que esses dormentes estão perdendo as suas características de projeto, no que se refere às cargas admissíveis sobre eles, já apresentando visíveis comprometimentos estruturais; e
- A perda das propriedades originais de projeto dos dormentes pode levá-los à ruína e à consequente interrupção da circulação dos trens por total falta de segurança, visto não se ter ainda precisado a velocidade do processo de deterioração.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

Foram retiradas 60.227 unidades de dormentes de concreto monobloco do CAPEX, pois já estavam previstos em investimentos da CBTU/STU Recife no âmbito do PAC, conforme citado acima.

5.2.2.1.7. Drenagem na via

As vias elétricas possuem valetas de drenagem de concreto que seguem paralelamente à via em todo o trecho, entretanto, estão cobertas por vegetação e até obstruídas com lixo em diversos pontos. Diante disso, avaliou-se a necessidade de limpeza dessas canaletas em 30% de sua extensão.

Nas Linhas Diesel, o sistema de drenagem é insuficiente e apresenta muitos pontos com drenagem comprometida devido à inexistência de canaletas. Assim, foi considerada a construção de canaletas em 50% de sua extensão.

Além disso, foram identificados e considerados investimentos para limpeza de dois bueiros entupidos, com acúmulo de lixo e tubos de concreto quebrados, próximos à estação Marcos Freire.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

5.2.2.1.8. Limpeza da faixa de domínio

Necessidade de serviços preliminares para limpeza da faixa de domínio em toda a extensão da via, considerando uma largura média de dois metros e meio para cada via. Tais serviços incluem capina manual e roçada para que não tenham interferências na via.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

5.2.2.1.9. Vedação da faixa de domínio

Nas Linhas VLT Diesel Sul e Oeste, nos trechos das estações foi adotada a implantação de gradil, considerando 200 m, e no restante do trecho a vedação da via permanente será com alambrado, com exceção dos pontos onde estão localizadas as Passagens em Nível, totalizando aproximadamente 2 km de gradil e 64,40 km de alambrado.

Nas Linhas Elétricas Centro e Sul foram consideradas as informações disponibilizadas pela CBTU/STU Recife³², com custos de setembro/2023, para recuperação do muro de vedação de aproximadamente 10 km na linha Centro, custo de R\$ 11 milhões, e 28 km na linha Sul, com custo de R\$ 3,9 milhões, custos estes atualizados para maio de 2024 (Anexo II - CAPEX).

Além da recuperação dos muros indicada acima é necessária também a reconstrução de parte dos muros de vedação das linhas elétricas com a estimativa de investimentos de aproximadamente três quilômetros de muros existentes, mas que estão danificados, para o fechamento de acessos irregulares.

Contenção de taludes: na Linha Centro-1, a leste da estação Floriano, foram identificados dois taludes que necessitam de contenção. Para identificação da melhor solução para cada caso, foram indicados investimentos em estudos, projetos e um possível serviço a ser realizado nesses taludes:

- Via 1: entre a estaca 135+60 e a estaca 136+10, ou seja, extensão de 50 metros e com altura aproximada de 15 metros;
- Via 2: entre a estaca 136+15 e a estaca 136+25, ou seja, extensão de 10 metros e com altura aproximada de 15 metros;

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

³² Plano orçamentário de R\$ 866 milhões.

5.2.2.2. Obras de arte especiais

Necessidade de diagnóstico e de recuperação estrutural das obras de arte especiais que estão em avançado estado de degradação estrutural, com possibilidade de, caso não se combata a progressão do processo, a médio prazo ocorrer um agravamento da situação, colocando em risco tanto o tráfego ferroviário como a circulação de colaboradores e usuários, e as comunidades lindeiras.

Assim, faz-se necessária a adoção das seguintes medidas:

- Contratação de empresa especializada que execute ensaios técnicos para que se possa, com mais precisão, apresentar um diagnóstico da situação de algumas obras que se apresentam numa visível condição de maior comprometimento estrutural. Esses ensaios apresentariam, por exemplo, um diagnóstico das fundações, que não podem ser visualizadas em uma simples inspeção, como também a integridade do concreto e das armaduras; e
- Contratação dos serviços de recuperação das OAEs. Com os dados coletados a partir dos ensaios mencionados acima, será possível planejar a recuperação das OAEs em questão, visto que se teria um diagnóstico adequado sobre cada uma delas, podendo-se chegar a valores de recuperação próximos do necessário. Na projeção de investimentos, considerou-se a estimativa da CBTU/STU Recife para a recuperação estrutural dos pontilhões das linhas Centro³³, Sul e Diesel.

Vale salientar que as obras mais novas necessitando de recuperação possuem mais de 20 anos de implantadas e nunca sofreram intervenções mais profundas. Há bastante tempo, suas manutenções corriqueiras têm sido represadas por razões já apontadas no RT01 Avaliação Técnico-Operacional - Parte A - Inventário, o que faz acelerar o processo de degradação.

Tendo em vista a duplicação da linha Diesel Sul será necessária a ampliação da Ponte Ferroviária do Rio Jaboatão. Considerou-se então uma ponte com dois vãos de aproximadamente 35,00 metros cada, com um pilar central e fundação no leito do rio.

A largura estimada para essa ampliação seria de aproximadamente 6,50 metros, sendo 5,00 metros para a via e 1,50 metros de passagem de pedestre como medida de segurança, caso ocorra parada do trem na extensão da ponte.

Os desembolsos financeiros devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

5.2.2.3. Passagens em nível

As Linhas Diesel, tanto a Cajueiro Seco - Cabo de Santo Agostinho (Sul), quanto a Cajueiro Seco - Curado (Oeste), possuem passagens em nível (PNs) regulares e irregulares.

Foi estudada a implantação de vedação com alambrado e gradil ao longo de todo o trecho, o que coibiria a formação de passagens em nível irregulares (ilícitas) e traria maior segurança na operação.

Para as passagens em nível previstas em projeto (regulares), destaca-se a importância de contratação de empresa especializada, para a realização dos estudos próprios e a elaboração de projetos de adequação das referidas PNs às normas técnicas pertinentes, com relação à sua adequação ao viário existente, de forma a minimizar os impactos nesses pontos de conflito ou até a eliminar alguns deles, com a consequente melhoria do desempenho e segurança dos transportes.

³³ Sempre que utilizado neste capítulo, o termo Linha Centro faz referência às linhas Centro-1 e Centro-2 (não inclui a Linha Sul).

A princípio, foram consideradas reformas em 7 PNs da Linha Sul Diesel e 4 PNs da Linha Oeste Diesel. Todas as PNs contemplam travessia para veículos, pedestres, recomposição viária e de calçada, além da implantação de cancelas, sinalização vertical e horizontal e guaritas, conforme desenho orientativo BNS01-RT06-RE-PP-02, representado pela Figura 5-7.

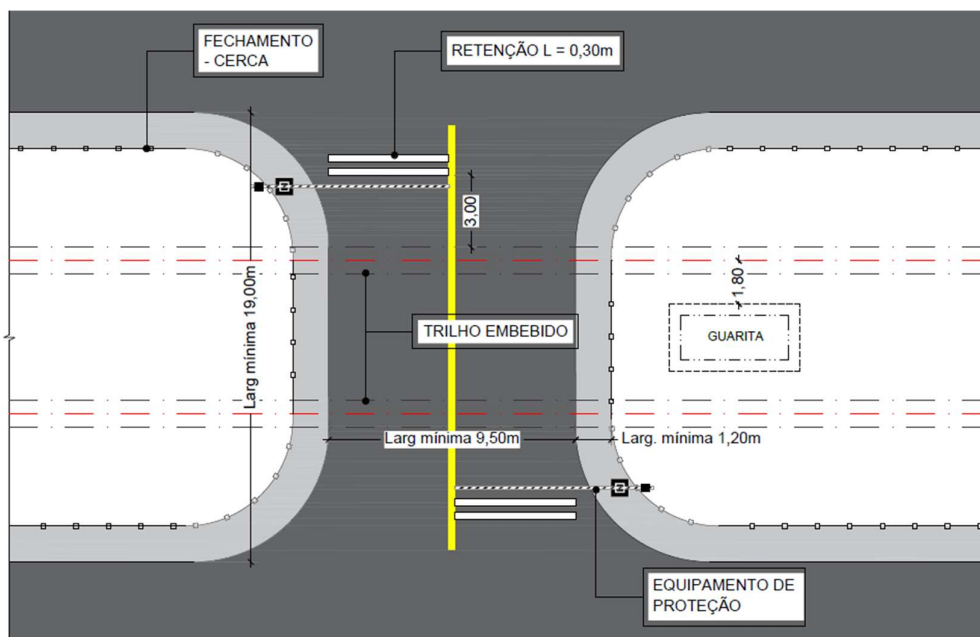
O controle de tais passagens em nível pode, basicamente, ocorrer de 2 maneiras:

- De maneira manual, onde um funcionário abriria e fecharia uma cancela, controlando a passagem de veículos e pessoas;
- De maneira automática e sob controle do Sistema de Sinalização. Neste caso, as cancelas permaneceriam em seu estado de repouso na condição de “cancela aberta”, permitindo a passagem de veículos e pessoas. O Sistema de Sinalização comandaria o fechamento das cancelas com a proximidade dos trens.

Embora o modo automático fosse aquele que permitiria um funcionamento autônomo do sistema, dadas as condições de operação com intervalos de tempo entre trens (headway) da ordem de dezenas de minutos e condições ambientais desfavoráveis, recomenda-se a adoção de cancelas manuais com operação humana. Para tanto, além das cancelas propriamente ditas, será necessário prever infraestrutura mínima para a permanência de funcionários durante o período de operação comercial da linha, como guaritas, móveis, radio comunicadores, entre outros.

A partir dos projetos específicos elaborados, seria possível determinar os custos das intervenções com maior precisão e elaborar o planejamento para a execução das obras necessárias; e a contratação das obras para o tratamento adequado dos cruzamentos/sistemas viários dos entornos e implantação dos sistemas de sinalização compatíveis com cada projeto.

Figura 5-7 Estudo esquemático para passagem em nível



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

5.2.2.4. Estações e acessos

Como mencionado anteriormente, é entendimento do Consórcio que todo o escopo referente à garantia de acessibilidade e conforto na área interna e no entorno das estações, pátios e respectivas edificações auxiliares seja tratado como escopo obrigatório e principal. Esse escopo propiciará

condições satisfatórias de prestação de serviço, além de eficiência e segurança para usuários e operadores do sistema. Portanto, deverá ser executado nos três primeiros anos de concessão.

Para as estimativas de Capex das estações das linhas Centro, Centro-Sul e Diesel, foram extraídos quantitativos dos projetos funcionais realizados pelo Consórcio.

Os principais parâmetros, premissas e critérios considerados para as intervenções que integram o escopo mencionado acima são apresentados a seguir. Essas intervenções foram segmentadas em: Edificações, Integração, Acessibilidade, Hidráulica e Sistemas Auxiliares.

Para maior entendimento e plena caracterização dos serviços e investimentos necessários, serão entregues junto a este produto: estudos funcionais e memoriais descritivos para todas as estações do sistema (anexo Projetos Funcionais); e a planilha geral da projeção de investimentos (Anexo II - CAPEX), com quantitativos e insumos utilizados na orçamentação.

Nas Estações da Linha Centro foi possível identificar através das vistorias que grande parte delas possui passarelas de acesso e transposição da via permanente que não atendem as exigências de acessibilidade das normas vigentes, além de que as áreas destinadas para as salas operacionais são bem restritas. Dessa forma, as principais intervenções nessas estações consideram a ampliação das estações para implantação de sanitários públicos, sanitários e vestiários para funcionários, implantação de elevadores além de todas as melhorias que garantam a segurança e funcionalidade para usuários e funcionários. Todas as Estações da Linha Centro contemplarão sanitários e vestiários comuns e acessíveis para funcionários.

Nas Estações da Linha Sul, por serem mais novas, a quantidade de intervenções foi reduzida. Sua grande maioria já possui elevadores e tem saguão ampliado. Desta forma foi possível fazer melhorias nas estações sem grandes impactos construtivos. Todas as Estações da Linha Sul contemplarão sanitários e vestiários comuns e acessíveis para funcionários.

Nas Linhas Diesel Sul e Oeste, as Estações são em grande parte compostas apenas de plataforma e bilheteria, com exceção das de ponta de linha ou integração. A transposição da via permanente e acesso que se dá por passarelas não atende as exigências das normas de acessibilidade vigentes e dessa forma foi identificada a necessidade de demolição e construção de novas rampas nestes casos. Foram propostas ampliações também para implantação de Bilheterias, Linhas de Bloqueio, Sanitários Públicos e Sanitários para Funcionários. Na Linha Diesel todas as Estações serão providas de sanitários comuns para funcionários, e as Estações de Ponta de Linha contemplarão os vestiários comuns além de vestiários e sanitários acessíveis para a Operação.

De acordo com a Lei de Cotas para Pessoas com Deficiência (Lei nº 8.213, de 1991), a proporção de empregados com deficiência deve variar conforme o número de funcionários: 2% para empresas com 100 a 200 empregados, 3% para aquelas com 201 a 500, 4% para empresas com 501 a 1.000, e 5% para empresas com mais de 1.000 empregados.

Portanto, considerando essas premissas, todas as estações das Linhas Centro e Sul, bem como as estações das Linhas Diesel Sul e Oeste, serão acessíveis para os usuários. Com relação a acessibilidade para funcionários, foram consideradas em todas as estações das Linhas Centro e Sul, e nas Linhas Diesel Sul e Oeste as estações de ponta de linha atendendo as exigências das Normas de Acessibilidade.

A particularidade sobre o projeto de cada estação será identificada no respectivo Memorial Descritivo.

5.2.2.4.1. Edificações

Para as edificações foram considerados investimentos em ampliações, acessibilidade, pintura geral; reparo em revestimentos cerâmicos, esquadrias, pisos, forros e coberturas; comunicação visual e estruturas.

5.2.2.4.2. Integração

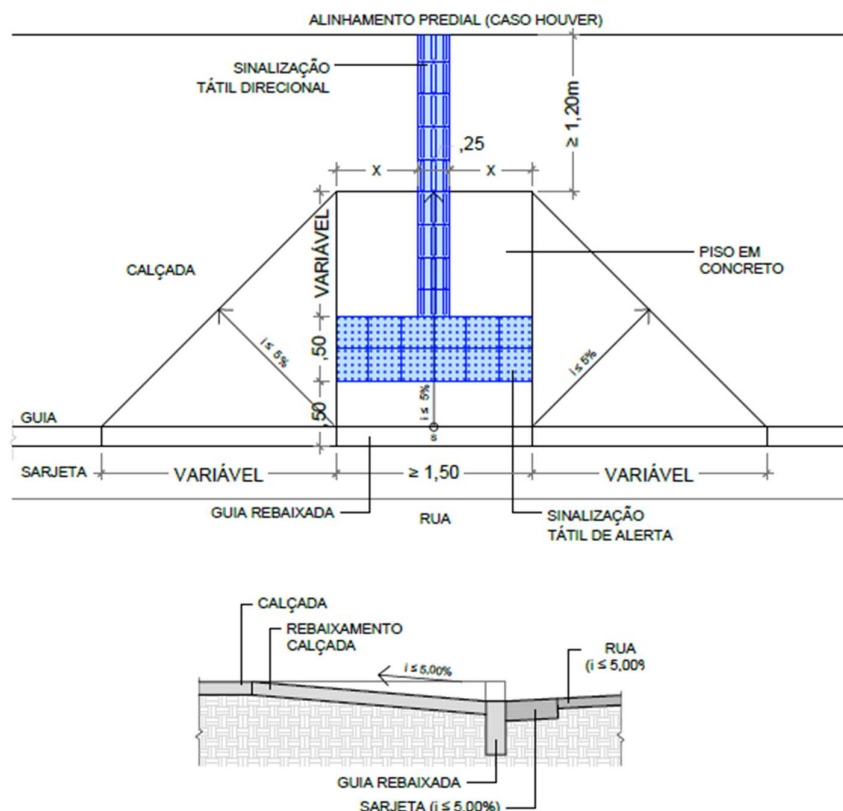
Considerou-se como elementos de integração do sistema a adequação de passeio, instalação/melhoria de paraciclos, e melhorias nas passarelas e rampas de acesso às estações.

- **Adequação de passeio**

Para definir o nível de melhoria nos passeios adjacentes às estações e respectivos acessos, considerou-se as intervenções mais comuns em passeios públicos de áreas com grande circulação de público, bem como a adequação às normas de acessibilidade. Para estimativa de custos, considerou-se a extensão indicada nos desenhos dos estudos funcionais.

Nos locais indicados em projeto para implantação de vaga acessível e acesso à faixa de pedestres, considerou-se o padrão de calçada contendo um rebaixo de guia conforme a Figura 5-8. Com este padrão, a calçada estaria adequada para receber uma rampa de acesso, uma faixa livre para locomoção, uma faixa de serviço e faixas de acesso.

Figura 5-8 Solução para rebaixo de guia



Nota 7: as inclinações para rebaixamento de calçadas devem ser, de preferência, menores que 5%, admitindo-se, por norma, até 8,33% de inclinação no sentido longitudinal na rampa central e nas abas laterais.

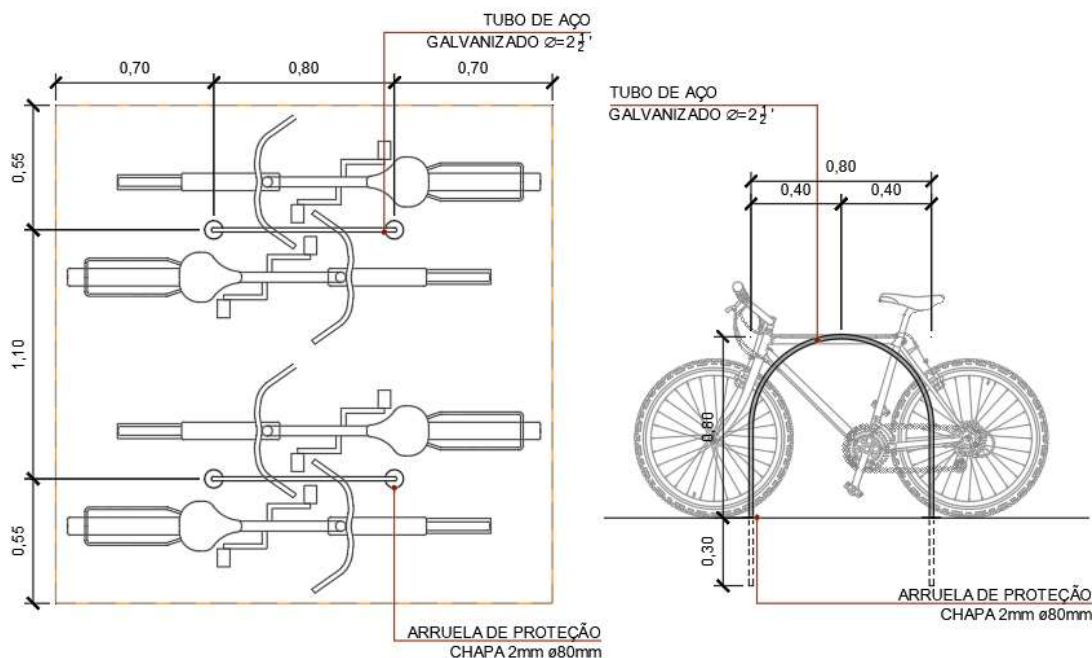
Nota 8: não deverá haver desnível entre o término do rebaixamento da calçada e a rua. Em casos com inclinação transversal da rua superior a 5%, uma faixa de acomodação de 0,45 m a 0,60 m de largura total do rebaixamento deverá ser implantada.

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

- **Paraciclos**

Considerou-se a implantação de paraciclos em todas as estações que ainda não os possuem, dimensionados conforme o modelo da Figura 5-9.

Figura 5-9 Dimensionamento do paraciclo utilizado como modelo



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRAS-CESCON-RHEIN, 2024

- **Passarelas operacionais**

Visando o conforto e a segurança dos usuários, considerou-se a necessidade de implantação ou restauração da cobertura em todas as passarelas operacionais, bem como recomposição dos acabamentos existentes e a garantia de iluminação adequada.

5.2.2.4.3. Acessibilidade

Os projetos desenvolvidos consideraram como investimentos de acessibilidade as adequações para transposição da via permanente, melhorias nas estruturas já existentes como rampas, escadas, saguão e plataformas, implantação de rota tátil atendendo as exigências e diretrizes das normas, além da construção de sanitários públicos, sanitários e vestiários operacionais, entre outros.

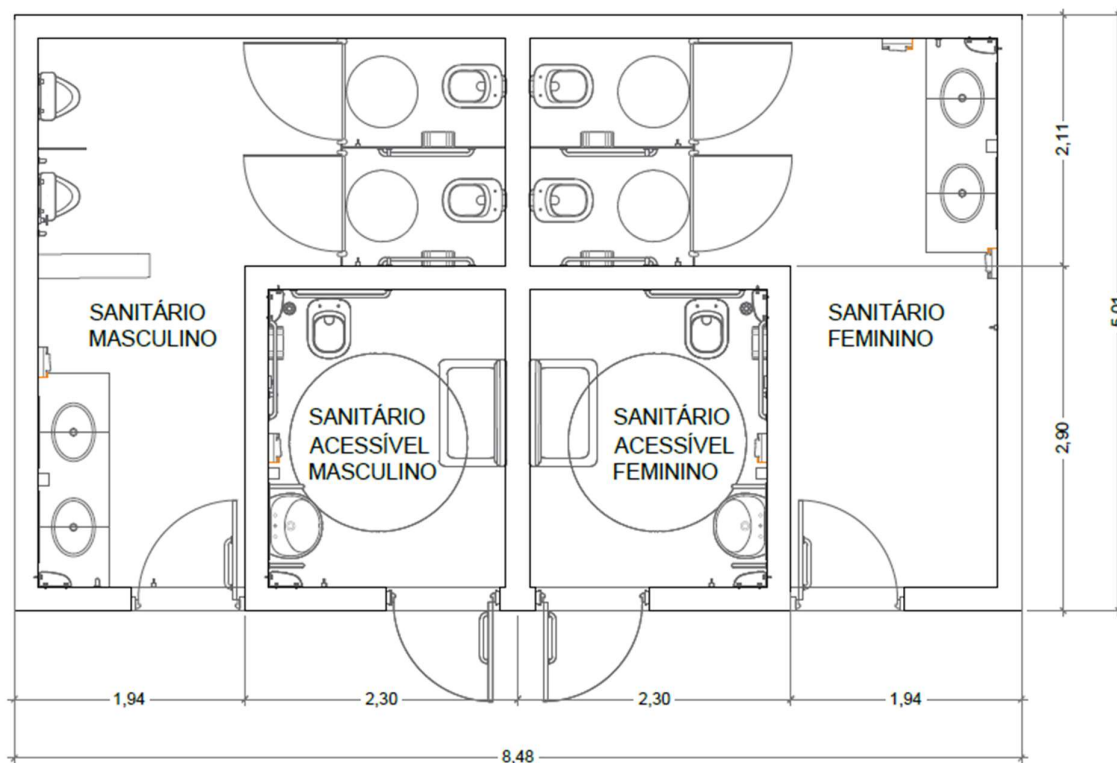
- **Premissas Gerais**

Para os projetos conceituais das estações, visou-se atender os padrões de acessibilidade das normas NBR 16537:2024, NBR 9050:2020 e NBR 14021:2005, entre outras já mencionadas anteriormente. A seguir, são apresentadas as principais adequações necessárias nas estações e os parâmetros utilizados para elaboração dos quantitativos.

- **Sanitário e vestiário acessíveis**

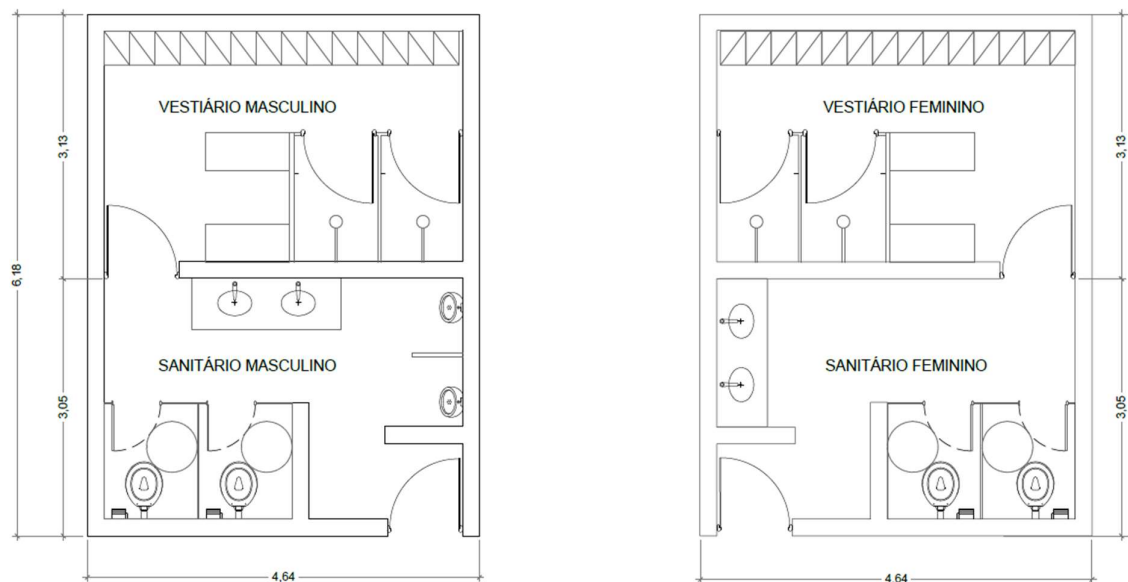
Em todas as Estações das Linhas Centro e Sul e nas Estações de Ponta de Linha da Linha Diesel foram previstos Sanitários Comuns e Sanitários Acessíveis Públicos, além de Sanitários e Vestiários Comuns e Acessíveis para Funcionários, seguindo as diretrizes nas normas de acessibilidade e normas trabalhistas. As demais estações da Linha Diesel contemplam o conjunto de Sanitários Públicos Comuns e Acessíveis e Sanitários Comuns para Funcionários.

Figura 5-10 Dimensionamento dos sanitários públicos comuns e acessíveis



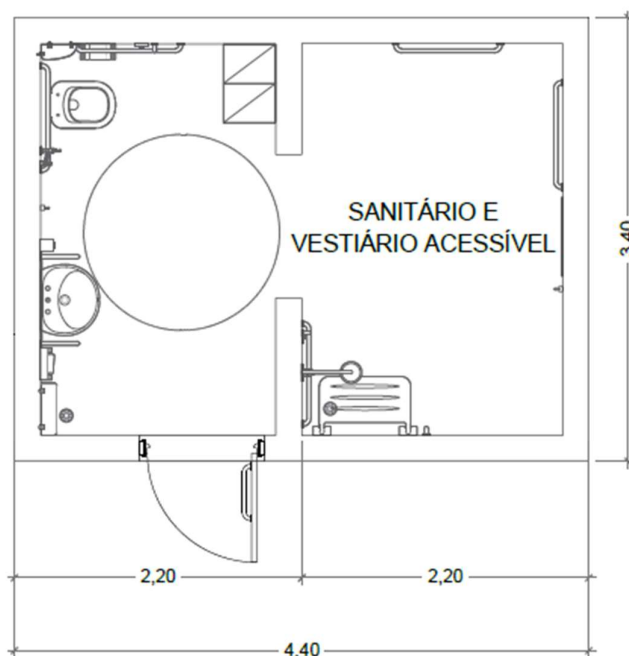
Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Figura 5-11 Dimensionamento dos sanitários e vestiários para funcionários



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Figura 5-12 Dimensionamento do sanitário e vestiário acessível para funcionários



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

- **Acesso e circulação**

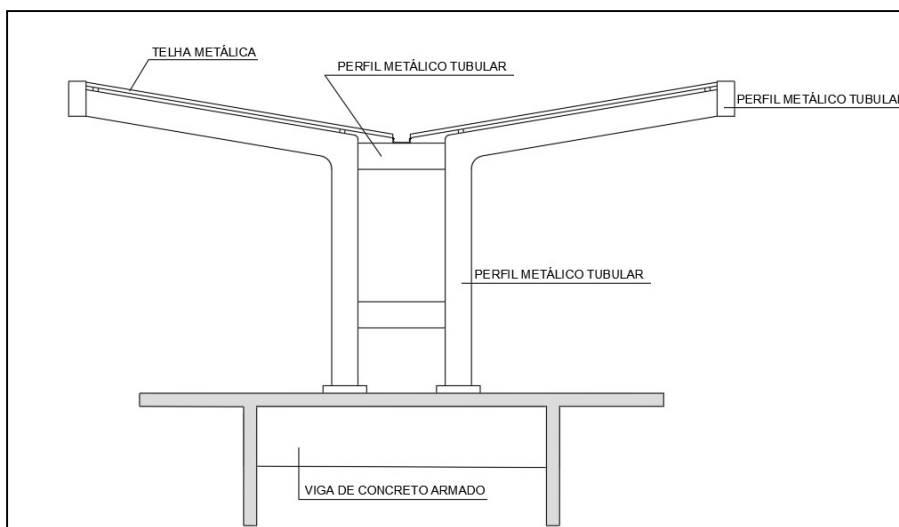
Os acessos foram tratados de forma que permitam a livre entrada e circulação segura de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida no entorno e no interior da estação.

- **Prolongamento de cobertura**

Como premissa de conforto ao usuário, foi considerado que todas as plataformas de embarque e desembarque devem ser cobertas.

Para os casos em que as áreas de embarque e desembarque se encontram em trechos descobertos, foi considerado o prolongamento da cobertura em estrutura metálica. Na Figura 5-13 está representado o corte do prolongamento da cobertura em plataforma central, em módulos de comprimento de 7,50 m. Essa estrutura é composta por pilares e vigas de aço de seção tubular retangular e telhas metálicas. Além disso, foi considerada uma viga de concreto armado na plataforma, que serve de apoio para a estrutura metálica.

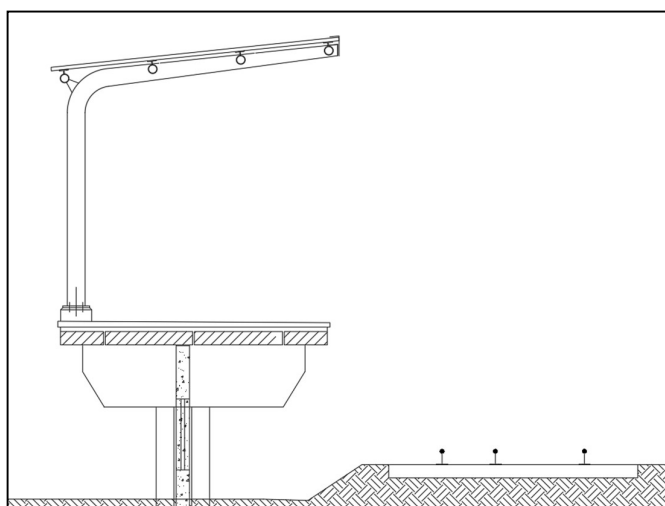
Figura 5-13 Seção esquemática do prolongamento de cobertura – Plataforma central



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Na Figura 5-14 está representado o corte do prolongamento da cobertura em plataforma lateral, em módulos de comprimento de 7,50 m. Essa estrutura é composta por pilares e vigas de aço de seção tubular retangular e telhas metálicas. Além disso, foi considerada uma viga de concreto armado na plataforma, que serve de apoio para a estrutura metálica.

Figura 5-14 Seção esquemática do prolongamento de cobertura – Plataforma lateral



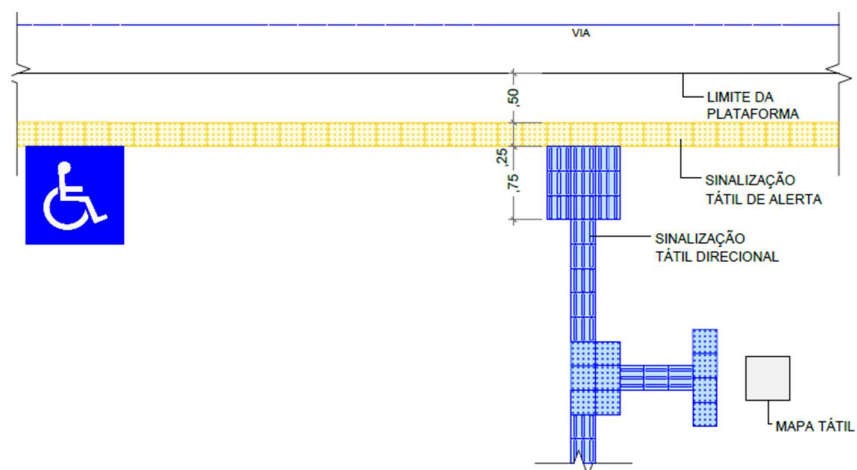
Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

- **Sinalização tátil e visual**

Para as escadas fixas, considerou-se a implantação de um conjunto de elementos de acessibilidade, quando necessário, que inclui piso tátil (direcional e/ou alerta), corrimão, guarda-corpo, sinalização visual e tátil etc.

Os padrões utilizados para sinalização visual e tátil nas plataformas (Figura 5-15), para corrimãos e degraus das escadas fixas (Figura 5-16), para escadas rolantes (Figura 5-17) e para elevadores (Figura 5-18) são apresentados a seguir.

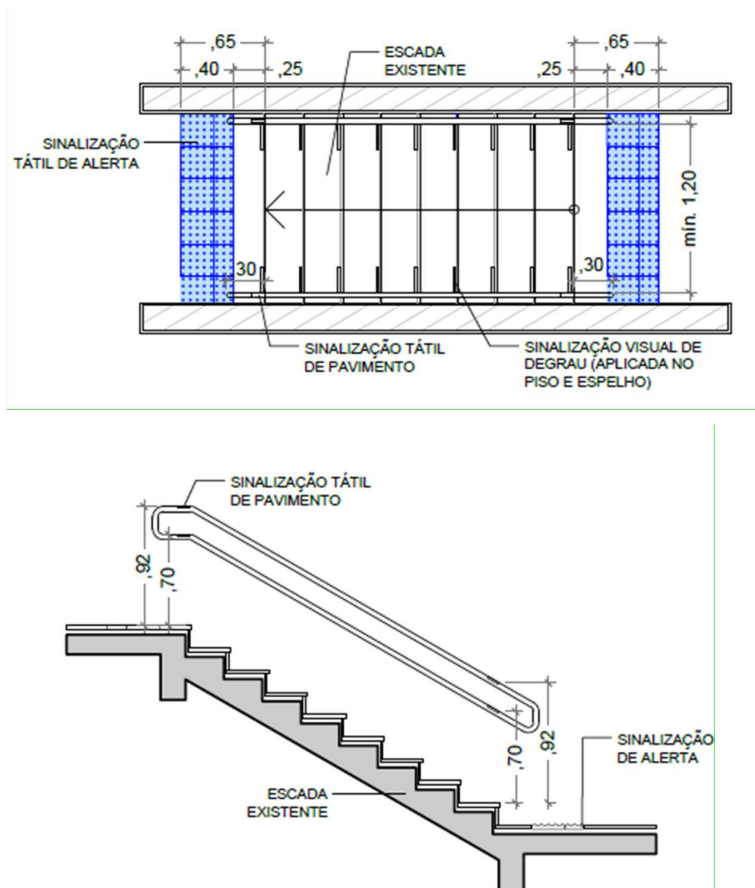
Figura 5-15 Sinalização tátil em plataformas (primeiro carro)



Nota 10: a sinalização tátil no nível das plataformas deverá direcionar o usuário até o primeiro vagão do trem (sentido da via). Limites de parada e pontos de embarque preferencial deverão ser confirmados com a operação na fase de obras, antes da instalação da sinalização.

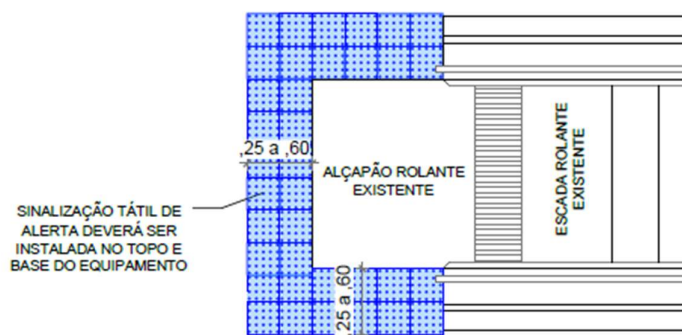
Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Figura 5-16 Sinalização visual e tátil em corrimãos e degraus das escadas fixas



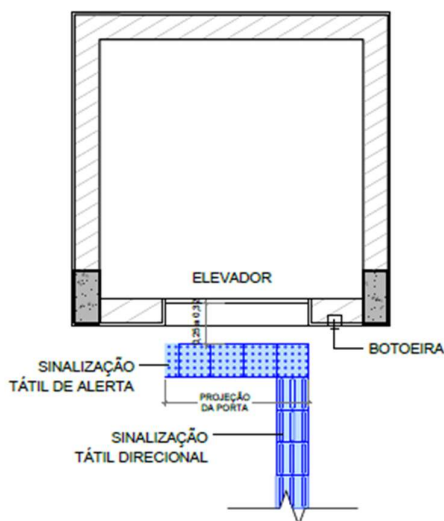
Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Figura 5-17 Sinalização tátil em escadas rolantes



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Figura 5-18 Sinalização tátil em elevadores



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

5.2.2.4.4. Comunicação visual

Para a implantação de comunicação visual nova, foi considerado como referencial o valor demonstrado na concorrência n.º 8516120011 da CPTM, de serviços para instalação de comunicação visual na estação Engenheiro Goulart (Figura 5-19). O valor referencial foi dividido pela área de cobertura da referida estação para gerar um índice de custo por área (R\$/m²). Uma vez que será responsabilidade da concessionária a implantação de comunicação visual alinhada com seus padrões institucionais e normativos, foram consideradas 100% das áreas das estações como área de abrangência para execução dos elementos de sinalização.

Figura 5-19 Comunicação visual de referência – Estação Engenheiro Goulart da CPTM



Fonte Google (2024): Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024

Figura 5-20 Comunicação visual existente – Estação Mangueira



Fonte: Visita às instalações realizada pelo Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2023

5.2.2.4.5. Hidráulica

Para o Capex de hidráulica foram consideradas adequações em estações, acessos, edifícios operacionais, salas técnicas e pátios de manutenção de trens, preocupando-se em encontrar soluções econômicas e sustentáveis.

Faz parte do estudo realizado visando a conservação, manutenção e modernização das edificações, o atendimento técnico às normas vigentes para obtenção do Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB).

Obras e Equipamentos

Para a implantação desses sistemas nas edificações e o devido licenciamento, faz-se necessária a:

- Construção de reservatórios enterrados e elevados com respectiva casa de bombas e estações de recalque, para retenção de águas pluviais (redução de enchentes) e aproveitamento de água de chuva das coberturas para fins não potáveis;
- Reconstrução das redes de captação e condução de águas pluviais das coberturas, propiciando o aproveitamento dessa água para fins não potáveis, com lançamento nos reservatórios de águas pluviais;
- Reconstrução dos ramais de água, tendo em vista o aproveitamento de água de chuva, e dos ramais de esgoto dos sanitários, vestiários, copas e refeitórios, que passarão a atender a legislação municipal de acessibilidade e a NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- Construção de ramais de água quente e sistema de aquecimento solar para alimentação dos chuveiros dos vestiários;
- Reconstrução da rede de hidrantes e locação de novos extintores de incêndio instalados conforme legislação vigente, visando a obtenção do AVCB;
- Reconstrução das tubulações de distribuição de água potável e da rede de hidrantes, inclusive novas válvulas, bombas de recalque, abrigos completos para hidrantes, bombas de incêndio, registros, manômetros, controladores de nível etc., devido à idade das edificações e à proximidade do término de vida útil das tubulações;
- Recuperação da impermeabilização dos reservatórios existentes, visto que a garantia dessa proteção é, em média, de cinco anos; e
- Instalação de recalque de águas de infiltração em poços de elevador e porão de cabos.

Instalações Hidráulicas Prediais

- Água fria (água potável e do aproveitamento de água de chuva):

O sistema de água fria é responsável pelo abastecimento de todos os pontos de água da edificação através dos respectivos reservatórios de água potável e de aproveitamento de água de chuva.

Considerou-se nas instalações propostas:

- Alimentação pela rede pública de água potável através de cavalete para hidrômetro e pelo reservatório de aproveitamento de água de chuva;
- Volumes dos reservatórios de água potável e reuso sendo determinados pelo “peso” das peças de utilização de cada sistema de distribuição, conforme relacionados na NBR 5.626 – Instalação predial de água fria;
- Capacidade do reservatório de retenção de águas pluviais sendo calculada com base nas equações da NBR 15.527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis;
- Instalação de reservatório de descarte inicial, atendendo aos itens 4.2.3 e 4.2.4 da NBR 15.527, que determinam a instalação de dispositivo automático para descarte da água de escoamento inicial;
- Instalação de cesto de coleta de sólidos na entrada da célula de descarte inicial;
- Instalação de uma bomba dosadora de cloro na rede de recalque para a célula do reservatório elevado, a fim de reduzir a contaminação por micro-organismos da água do reservatório inferior de aproveitamento de água de chuva;
- Instalação de um ramal de alimentação de água potável para o reservatório inferior de aproveitamento de água de chuva, interligado na rede que vem do hidrômetro, com

abertura controlada por válvula solenoide e acionamento automático através de controladores de nível d'água, para atender aos períodos de estiagem e equilibrar os volumes de abastecimento e consumo do sistema de aproveitamento de água de chuva;

- Ramais dos cômodos sanitários embutidos nas alvenarias, através de tubos e conexões de PVC Classe 15, com interposição de registro de gaveta; e
- Torneiras de lavagem abastecidas por aproveitamento de água de chuva com aviso de "água não potável" e com porta cadeado.

- **Água Quente:**

O sistema foi estudado conforme critérios da NBR 7.198 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Para o aquecimento de água dos chuveiros dos vestiários foi considerado um conjunto de placas solares, que alimentam um reservatório térmico dotado de bomba de circulação. As placas são interligadas com tubulação e conexões de cobre com válvulas e registros de manobra, sensor de temperatura, sifão na entrada de água fria do reservatório, válvula de segurança e válvulas de retenção, que permitem manobras de manutenção das placas e/ou do reservatório, drenagem e distribuição da água quente armazenada. O sistema é alimentado por ramal de água fria que deriva da tubulação principal de distribuição do reservatório elevado de água potável. As placas coletoras e os reservatórios solares serão de alta pressão, com válvula de segurança de temperatura, e serão fixados sobre estrutura metálica suspensa na cobertura. A implantação do sistema de aquecimento não é obrigatória, porém está contemplada, para atender a pretendida certificação de sustentabilidade. Os ramais dos cômodos sanitários serão embutidos nas alvenarias, em tubos e conexões de cobre, com interposição de registro de gaveta.

- **Águas Pluviais:**

As considerações deste sistema foram estudadas sob as prescrições da NBR 10.844 – Instalações prediais de águas pluviais. A água pluvial precipitada sobre as lajes e coberturas será coletada por calhas e grelhas e conduzida por gravidade através de tubos de queda aparentes de ferro fundido, e desaguará em coletores e/ou caixas de passagem da rede coletora de águas pluviais, que, por sua vez, conduzirão a água pluvial por gravidade através de tubos e conexões de PVC para o reservatório de descarte inicial.

- **Esgoto Sanitário:**

O sistema foi estudado conforme critérios da NBR 8.160 – Instalações prediais de esgotos sanitários. Constituído por tubos e conexões de PVC e destinado ao escoamento dos despejos de esgoto sanitário, será ventilado por ramais de ventilação e realizará a coleta através de ramais de descarga, ramais de esgoto, subcoletores e coletores, com condução por gravidade até a rede pública local. Para inspeção dos coletores e subcoletores de esgoto, deverá haver ao longo da rede coletora caixas e poços de inspeção de esgoto, construídas com alvenaria ou concreto armado, internamente revestidas com argamassa impermeabilizante e fechamento com tampa de concreto com alça.

Instalações de Combate a Incêndio

- **Rede de Hidrantes:**

O sistema será constituído por reserva de água para combate a incêndio, conjunto moto bomba, rede de alimentação, mangueiras, esguichos, mangotinhos e hidrantes simples. Será operado automaticamente sob o comando de chaves de fluxo, instaladas na tubulação de *by pass* da bomba de incêndio ou por pressostatos instalados no barrilete das bombas de incêndio (principal e *jockey*). Por tratar-se de sistema de segurança, parte do volume de água do reservatório superior, que somente poderá ser utilizado pela rede de hidrantes, garante dessa forma a quantidade mínima de água para operar o sistema na ocorrência de incêndio.

- Extintores Manuais:

Foram adotadas as prescrições para proteção por extintores manuais em edificações conforme sua classificação de risco de incêndio.

5.2.2.5. *Sistemas auxiliares das estações, pátios e CCO e Baixa Tensão*

Os sistemas auxiliares de estação são: iluminação, acessibilidade (escadas rolantes e elevadores), sistema de detecção e alarme contra incêndio, energia crítica e geradores³⁴. Já Baixa Tensão aqui se refere a toda infraestrutura de energia para alimentar os sistemas auxiliares, com as melhorias desejadas.

Para o estudo de Capex de sistemas auxiliares das estações, foram utilizadas como fonte para estabelecimento das premissas: normas, projetos internos e diligência em campo. Por se tratar de adequações a diversas normas, recomenda-se verificar as vigentes à época da implantação das adequações.

Para os sistemas supramencionados, considerou-se o fornecimento de equipamentos e materiais, projeto, fabricação, instalação, além dos serviços de adequação dos cubículos, painéis e interfaces dos sistemas existentes para viabilizar a interligação com o sistema de supervisão a ser implementado.

Nos projetos a serem fornecidos, também estão incluídos o desenvolvimento e o detalhamento de todas as características básicas do projeto, necessários à perfeita compreensão e análise do sistema e de seus componentes, além do desenvolvimento de estudos e simulações para determinação do dimensionamento dos sistemas elétricos como um todo, desde os equipamentos em corrente alternada (transformadores principais, condutores, disjuntores e todos os demais equipamentos) até os equipamentos em corrente contínua (retificadores, cabos alimentadores, *nobreak*).

Para as estações das linhas Centro e Diesel, considerou-se a troca total dos sistemas de Baixa Tensão e auxiliares, com exceção de escadas rolantes e elevadores (acessibilidade). Entretanto, para o sistema de acessibilidade está se considerando uma verba para uma reforma inicial completa, além da adequação do sistema para futura supervisão pois será implantado o sistema SCADA (retratado na seção 5.3.2.5 Centro de Controle Operacional – CCO).

Já na Linha Sul, também tendo como premissa o atendimento às Normas (em sua versão de 2024, data do presente relatório) e dada a condição atual dos sistemas, as intervenções serão menores, pontuais no caso de baixa tensão e o sistema de iluminação, e principalmente são devidas à forte incidência de maresia na região por onde passa a linha. Em comum a todas as linhas, prevê-se que eletrodutos e eletrocalhas devem ser resistentes aos efeitos da maresia. Para o sistema de iluminação, foi considerada a troca por LED, além de atendimento às normas no tocante ao nível de luminância e melhor distribuição das mesmas nas plataformas. Para escadas rolantes e elevadores, está prevista uma reforma pesada no primeiro ano, aproveitando-a para implantar a gestão do sistema SCADA.

Para todas as salas técnicas das estações considerou-se a troca do sistema de refrigeração, para assegurar, além do bem-estar do funcionário responsável, a temperatura adequada para o bom funcionamento dos equipamentos de sinalização, controle e telecomunicações. Para as salas mestras, foi considerada a implantação do sistema de ar-condicionado de precisão.

³⁴ Cabine Primária e Transformadores Auxiliares das estações estão retratados na seção 5.3.2.1.8, a qual aborda o Sistema de Energia.

Da mesma forma, em todas as estações, considerou-se a implantação do Sistema de Energia Crítica, com potência adequada à necessidade de cada sala, bem como o Sistema de Grupo Gerador Diesel (substituição dos atuais).

5.2.2.6. Pátios, oficinas e outros terrenos

5.2.2.6.1. Pátios e outros terrenos

Após as diligências e com base na experiência do Consórcio em operação metroferroviária, foi sugerida a remodelagem do modelo operacional, diminuindo a quantidade de pátios (desativação de Werneck e ampliação do Pátio de Cajueiro Seco), conferindo uma otimização de custo de implantação e operação.

Por conseguinte, são necessárias as ações a seguir, a fim de restaurar, de forma adequada, a operacionalidade:

- Remoção dos TUEs a serem baixados patrimonialmente³⁵ do Pátio de Cavaleiro;
- Limpeza de lastro;
- Substituição de dormentes de madeira de AMV;
- Substituição de trilhos;
- Revisão/substituição de AMVs;
- Recuperação e reativação da Linha de Testes do Pátio de Cavaleiro (incluindo o tratamento de infraestrutura da via permanente e implantação de catenária);
- Reforma e adequação do Pátio de Cavaleiro;
- Sinalização do Pátio de Cavaleiro; e
- Aquisição de Máquina de Lavar Trens.

Os desembolsos financeiros para as ações em pátios devem ser realizados ao longo dos três primeiros anos de concessão.

5.2.2.6.2. Oficinas de Cavaleiro e OPR

As oficinas de Cavaleiro, localizadas no Pátio de Cavaleiro (CMC), e a OPR (Oficina de Pequenos Reparos), localizada junto à estação Recife da Linha Centro, possuem hoje quase os mesmos equipamentos e máquinas que possuíam no início da operação do sistema, em 1985, quando atendiam a 25 TUEs. Quando do início da operação da Linha Sul, em 2006, a oficina de Cajueiro Seco não foi contemplada com maiores investimentos em equipamentos e máquinas. Assim, é necessário investir na melhoria da capacidade de suporte delas, sendo previstas as seguintes ações:

- Melhoria das instalações das oficinas;
- Reforma ou aquisição de máquinas, equipamentos e ferramentas para manutenção dos TUEs;
- Contratação de serviços de restauração e remodelação das edificações, consistindo em retirada de vazamentos e infiltrações, recuperação de cobertas, recuperação estrutural, recuperação de forros, fachadas e pisos, pintura interna e externa e revisão nas instalações elétricas e hidrossanitárias, e outras adequações advindas, porventura, de necessidades operacionais.

³⁵ Conforme mencionado na seção 5.4.1.5

Os desembolsos financeiros para as ações nas oficinas de Cavaleiro e OPR devem ser realizados ao longo dos dois primeiros anos de concessão.

5.2.2.6.3. Base de Manutenção de Cajueiro Seco

A Base de Manutenção de Cajueiro Seco está situada no Pátio de Cajueiro Seco, localizado na extremidade sul da Linha Sul. O acesso por via rodoviária se dá pela Rua Serrita, bairro Cajueiro Seco, município Jaboatão dos Guararapes. Sua construção foi realizada junto com o trecho Tancredo Neves a Cajueiro Seco da Linha Sul, inaugurado em março de 2009.

A Base de Manutenção de Cajueiro Seco será reconstruída com ampliação visando ser o Centro de Manutenção para VLTs (de toda a operação). Adicionalmente contará com 1 linha para manutenção de TUEs.

A edificação existente será demolida e reconstruída para abrigar as manutenções que eram executadas no Pátio Werneck (a ser desativado), e para adequar as instalações para as manutenções que já eram realizadas em Cajueiro Seco.

A nova edificação será constituída por um galpão em estrutura mista de concreto armado e metálica, um bloco administrativo em estrutura de concreto armado e fechamentos em alvenaria.

Os desembolsos financeiros para as ações na Base de Manutenção de Cajueiro Seco devem ser realizados ao longo dos dois primeiros anos de concessão.

5.2.2.6.4. Posto de Abastecimento de Cabo

O Posto de Abastecimento de Cabo será reformado para adequação às normas vigentes.

5.2.2.6.5. Novo posto de abastecimento da Linha Diesel – Estação Curado

Foi proposta a construção de um novo posto de abastecimento para as linhas Diesel, que deverá ser construído em área adjacente à estação Curado. A edificação será constituída por estrutura mista de concreto armado e metálica.

Atualmente, os VLTs são abastecidos na Estação Cabo. Com o novo posto de abastecimento, haverá um ganho no custo de manutenção (combustível), além da otimização operacional.

5.2.2.6.6. CCO e Edifício Operacional e Administrativo

Foi prevista a revitalização de todos os edifícios que compõem o CCO e o Bloco Administrativo.

As intervenções previstas são: pintura geral, reparos em coberturas, estruturas, forros e esquadrias, troca e impermeabilização de coberturas, além da implantação de sanitários acessíveis.

5.2.2.6.7. Oficina de Werneck

A oficina de Werneck encontra-se em estado de total degradação, sem contar com os equipamentos necessários à manutenção dos VLTs e locomotivas diesel-elétricas. Além disso, a via de acesso à oficina se encontra em condições precárias, com invasões à faixa de domínio, oferecendo riscos à segurança. Outro problema para a operação é o fato de o percurso até Werneck não ser um trecho de serviço de VLT, o que acarreta um deslocamento adicional para eventuais manutenções, como pode ser notado na Figura 2-1, a qual indica a localização dessa oficina e o traçado das linhas diesel. Assim sendo, a oficina de Werneck deverá ser desativada, com a remoção do Material Rodante que se encontra atualmente estacionado neste local, e os serviços que nela eram realizados serão transferidos para a oficina de pequenos reparos de Cajueiro Seco, que será ampliada.

5.2.3. Demais investimentos (após 3º ano de concessão)

Não foram indicados investimentos necessários para o período posterior ao dos investimentos principais (quarto ano em diante) para edificações e inserção urbana, incluindo via permanente, baixa tensão e sistemas auxiliares.

5.3. INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM EQUIPAMENTOS E SISTEMAS

5.3.1. Metodologia

A metodologia aplicada compreende uma avaliação das informações e documentos relevantes existentes, incluindo a visita *in loco* para vistoria dos bens e reuniões técnicas realizadas com a equipe técnica da CBTU/STU Recife.

Foram utilizados como fonte para estabelecimento das premissas: normas, projetos internos, informações secundárias, informações operacionais, planos de manutenção vigentes e análise de estudos técnicos internos da CBTU/STU Recife.

Os sistemas considerados são os que atualmente se encontram em operação nas linhas Centro, Sul e Diesel (Oeste e Sul), no Centro de Controle Operacional (CCO) e no Pátio de Manutenção de Cavaleiro. Também foram feitas considerações técnicas acerca das oficinas do Centro de Manutenção de Cavaleiro (CMC), onde se concentra a manutenção de todos os módulos reparáveis dos sistemas. Adicionalmente, nas linhas diesel (Oeste e Sul) foi analisada a implantação de um sistema de sinalização, tendo em vista o novo modelo operacional adotado.

Este estudo se baseou na identificação dos principais riscos, inconformidades e necessidades de investimentos de requalificação, reposição e manutenção dos sistemas abaixo listados, visando resgatar sua operacionalidade e desempenho projetados:

- Energia;
- Telecomunicações e Bilhetagem;
- Sinalização (o ATC - *Automatic Train Control* - Controle Automático de Trens de bordo foi incluído no Material Rodante); e
- Centro de Controle Operacional (CCO).

O estudo de Capex de Sistemas classificou os investimentos necessários da seguinte forma:

a. Investimentos principais (primeiro ao terceiro ano)

São aqueles em que o sistema se encontra com baixa confiabilidade, havendo grande probabilidade de que ocorram falhas que podem indisponibilizar o sistema ou parte dele, interferindo significativamente na operação comercial da linha a que pertence, necessitando de investimento imediato e com conclusão até o terceiro ano. Em tais investimentos, quando necessário, levou-se em conta custos com providências necessárias para manter a operacionalidade das linhas durante as intervenções em cada um dos sistemas estudados, como por exemplo, o uso dos materiais desativados como sobressalentes até sua completa substituição.

b. Demais investimentos (quarto ao trigésimo quinto ano)

São aqueles cuja avaliação técnica permite concluir que o sistema possui a operacionalidade e confiabilidade projetados, e há sobressalentes necessários para sua manutenção. Também são considerados neste item os custos referentes à renovação ou revitalização dos sistemas cujo final de vida útil típico é atingido no período considerado.

c. Comentários Adicionais ao Capex de Sistemas

As planilhas de Capex consideram o período de concessão de trinta e cinco anos. Os valores têm como base contratos públicos de sistemas de mesma natureza e porte da CBTU/STU Recife, orçamento de fornecedores do mercado metroferroviário, consulta de preços em lojas pela *internet* para itens simples, sendo todos os valores corrigidos por índices oficiais na data-base maio de 2024. Estes índices são expostos nos contratos e orçamentos. Inclusive, em alguns destes documentos identificou-se a necessidade de correção por mais de um índice, quando mencionado (usualmente quando há parte em moeda estrangeira).

Os índices apontados foram: IGPM e IPCA.

As informações, argumentos e conclusões apontadas neste documento, pelo Consórcio, foram realizadas a partir dos subsídios fornecidos pela própria CBTU/STU Recife e de visitas em campo por técnicos especializados. Algumas informações foram debatidas com os técnicos responsáveis na empresa e, após serem consideradas tecnicamente coerentes, suficientemente atualizadas e precisas, puderam ser incorporadas nas análises apresentadas. Eventuais informações complementares foram devidamente referenciadas quanto à fonte pesquisada.

5.3.2. Investimentos principais (1º ao 3º ano de concessão)

5.3.2.1. Sistema de Energia

A seguir, apresenta-se as necessidades de investimento no sistema de energia por classe de tensão do sistema.

5.3.2.1.1. Subsistema de Alta Tensão (69 kV)

Foi constatada situação de baixa confiabilidade do sistema em virtude de diversos equipamentos em situação de falha, final de vida útil e falta de sobressalentes para execução de manutenções preventivas e corretivas.

Seja na Linha Sul seja na Linha Centro, observou-se que todo o parque de disjuntores a gás SF6 de todas as Subestações Primárias de 69 kV (SSR) encontra-se comprometido, por final de vida útil, pela falta de sobressalentes ou pela falta de insumos de manutenção, como por exemplo o gás SF6 para reposição.

Mesmo os disjuntores que se encontram em funcionamento já apresentam constante acionamento do motor de pressão hidráulica por perda de pressão no circuito hidráulico, causado por desgaste interno. O acionamento constante deste motor reduz sua vida útil.

As seccionadoras de alta tensão também apresentam desgaste acentuado em seus componentes mecânicos, e a inexistência de componentes de reposição no mercado os torna obsoletos e em final de vida útil.

Os pórticos em concreto de sustentação dos equipamentos encontram-se degradados e com ferragens expostas, como no caso da subestação retificadora SSR Recife, necessitando de recuperação urgente ou mesmo sua completa substituição.

Os equipamentos de 69 kV são instalados na área externa da SSR Recife e são alvo constante de ações de vandalismo e furto, sendo mais uma causa de inoperância e indisponibilidade do sistema.

A tensão de 69 kV é entregue aos transformadores de tração e transformadores de média tensão.

5.3.2.1.2. Subsistema de Tração 3.000 Vcc

A tensão de 3.000 Vcc é obtida por rebaixamento da tensão de 69 kV para 1.275 V através de transformadores de potência especificados para energia de tração.

A tensão de 1.275 V é fornecida por dois enrolamentos secundários (o primeiro em configuração delta e o segundo em configuração estrela), sendo então convertida para 3.000 Vcc por Grupo Retificador dodecafásico (Ponto de *Graetz*).

A saída dos retificadores passa por seccionadoras duplas, sendo então enviada aos filtros de alisamento e harmônicas, chegando aos barramentos de tração e distribuída aos seccionadores e disjuntores de tração.

O barramento negativo de tração possui monitoramento de tensão em relação ao terra e um contactor “curto-circuitador” que os conecta quando a tensão ultrapassa a tensão ajustada.

A saída dos disjuntores de tração é conectada por cabos até os seccionadores de via (especificados para operar em carga) e, por sua vez, são conectados por cabos até o cabo mensageiro da rede aérea.

Na Linha Centro, os seccionadores sob carga são instalados em postes na via e, na Linha Sul, são instalados nas paredes externas das subestações retificadoras (SSR).

Observado que os transformadores de tração são bem mantidos e não há sinais de vazamento de óleo de arrefecimento.

Quanto aos grupos retificadores, os da Linha Centro são de fabricação GEC (da inglesa *General Electric Company*) e encontram-se bem mantidos, mas diversos componentes periféricos, como Painel de Alarmes, instrumentos e botoeiras já revelam obsolescência.

Os grupos retificadores da Linha Sul, exceto aqueles migrados da Linha Centro, são modelos de fabricação *Alstom/Jeumont-Schneider*, oriundos de outras Superintendências da CBTU. Seus gabinetes são abertos, sem proteção dos barramentos elétricos e sem painel de controle. Para atender condições de segurança das NRs 10 e 12, foram isolados em celas de alvenaria, com portas metálicas e portinholas de acesso aos comandos. Também se encontram bem mantidos e possuem outras unidades disponíveis, servindo de fonte de componentes sobressalentes.

Os equipamentos migrados mencionados acima são decorrência do uso de parte dos equipamentos da Linha Centro para viabilização da Linha Sul, fazendo com que a SSR Jaboatão e a SSR Rodoviária ficassem somente com dois Grupos Retificadores, ou seja, estas SSRs não fornecem a potência de tração para a qual foram projetadas.

Além disso, as Cabines de Seccionamento/Paralelismo (CSP) de Cavaleiro e de Alto do Céu foram desativadas para ceder seus equipamentos para viabilizar a alimentação de energia de tração das subestações da Linha Sul.

A desativação dessas duas CSPs traz as seguintes consequências:

- Impede isolar os dois ramais da Linha Centro do ramo troncal Coqueiral - Recife, dificultando estratégias operacionais em casos de falhas em subestações;
- Impede o paralelismo das linhas, para atenuar quedas de tensão na rede aérea e aumentar capacidades de corrente de tração; e
- A falta de opções de manobra elétrica que as CSPs propiciavam faz com que os trabalhos de manutenção preventiva nas subestações só possam ser executados no período noturno, quando toda a linha é desenergizada, aumentando os custos de manutenção, pois as horas úteis de acesso são menores e há pagamento de adicionais noturnos aos empregados.

5.3.2.1.3. Subsistema de Média Tensão (13,8 kV)

A tensão de 13,8 kV é obtida de um Trafo 69 kV/13,8 kV, instalado na área externa de cada pátio e que se encontra em bom estado de conservação.

A distribuição dessa tensão para estações adjacentes e a própria alimentação auxiliar da SSR são feitas por disjuntores em cubículos, que se encontram em final de vida útil e sem sobressalentes.

A alimentação de sistemas auxiliares da SSR é obtida de um Trafo a seco de 50 kVA com tensão de saída em 380 Vac e distribuída por um Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT).

5.3.2.1.4. Sinalização de Estado e Telecomando Remoto

O estado dos equipamentos de campo, como disjuntores, seccionadoras, presença de tensão, alarmes etc., é informado ao sistema de supervisão e controle de energia do CCO através de envio de sinalizações de estado e recebimento de telecomandos via Unidade Terminal Remota de Energia (UTR de Energia).

Essas informações permitiriam ao operador do CCO comandar energizações e desenergizações dos equipamentos em campo, assim como receber alarmes de situações anormais, entretanto, observando-se a tela deste sistema no CCO, constata-se que a quase totalidade do mapa de via encontra-se em estado “inválido”, pois a informação de estado não chega corretamente ao CCO. Isso é decorrência de diversas falhas em campo que impedem a correta transmissão da informação de estado e telecomando aos equipamentos em campo.

Tais falhas tem as seguintes principais causas:

- a. Curtos-circuitos entre positivo e negativo na tensão de 3.000 V de tração, os chamados *flash-over*, decorrentes de falhas de trens da frota da Companhia Industrial Santa Matilde (CISM). O Sistema de Energia não foi projetado para suportar tais curtos que, quando ocorrem, elevam o potencial do negativo em relação ao potencial de terra e rompem a isolação da fiação de sinalização de estado, causando arcos voltaicos entre a fiação e a estrutura aterrada que, via de regra, destroem irreversivelmente as borneiras e dispositivos de interface da UTR de Energia. O reparo desse tipo de falha implica substituir toda a fiação associada, que em geral se estende desde a subestação até os equipamentos.

Aqui, ressalta-se que a causa raiz do problema, ou seja, o trem da frota CISM, continua a rodar e, portanto, o risco de novos danos perdura.

- b. Perda de isolação entre o potencial da catenária e a tensão de sinalização nos Detectores de Tensão da Rede Aérea (VSUs). Quando isso ocorre, a consequência é semelhante ao descrito no item anterior, pois o potencial de 3.000 Vcc é interligado à tensão de 125 Vcc de sinalização dos equipamentos. Também há casos em que o Retificador/Carregador de Bateria é danificado, assim como os equipamentos também alimentados por essa tensão, ampliando o dano.

Esse tipo de falha só será resolvido pela substituição completa dos atuais VSUs por tipos que garantam a isolação galvânica entre o potencial da catenária e a tensão de sinalização.

5.3.2.1.5. Subsistema de Alimentação de 6,6 kV

A tensão de 6,6 kV é considerada uma fonte essencial e confiável para alimentar os equipamentos do Sistema de Sinalização e Energia em estações e ao longo da via.

É obtida a partir de trafo rebaixador 69 kV/6,6 kV, que no caso da Linha Centro é instalado nas SSRs, passando por painéis de distribuição com disjuntores a vácuo, e enviado às vias adjacentes para os Armários APS (*Auxiliary Power System*) com respectivos trafos rebaixadores e disjuntores para distribuição aos equipamentos.

Os disjuntores a vácuo e seus cubículos encontram-se em final de vida útil.

Tais APSs sofrem pela ação do tempo e pela ação de vândalos, razão pela qual recomenda-se que tais painéis sejam transferidos das SSRs para domínios das estações como forma de proteção.

Na Linha Sul, os trafos rebaixadores são alimentados por 13,8 kV, sendo que este trafo e os respectivos disjuntores são instalados de maneira abrigada nas estações.

5.3.2.1.6. Sistema de Proteção e Controle da Subestação – SPCS

Trata-se de um sistema concebido para proteger os equipamentos de energia, efetuando as devidas sincronizações e temporizações de proteção quando de suas manobras.

As linhas Centro e Sul ainda possuem SPCS implementados com relés eletromecânicos especiais, que já se encontram ultrapassados em termos de tecnologia e sem condições de ajuste e manutenção correta. Portanto, atualmente as subestações não contam com as devidas sincronizações de manobras e podem danificar ainda mais os já envelhecidos equipamentos de energia.

5.3.2.1.7. Subsistema de 125 Vcc

Essa tensão é utilizada para alimentar os acionamentos dos equipamentos de energia, como seccionadores e disjuntores de alta tensão, e utilizado pelos armários de interface nas sinalizações de estado e telecomandos.

Portanto, necessitam de confiabilidade e autonomia mínima de 15 minutos para preservar as condições de manobra de todos os equipamentos e manter as sinalizações de estado e telecomando até que os Geradores a Diesel possam suprir a falta de alimentação do Concessionário de energia elétrica.

Sua alimentação é proveniente de Banco de Baterias mantido por retificadores/carregadores de baterias alimentado pelo QGBT.

Os retificadores/carregadores são originais da linha e encontram-se em final de vida útil, devendo ser substituídos por modelos atualizados, assim como os Bancos de Bateria.

Observou-se que alguns bancos de bateria foram substituídos recentemente.

5.3.2.1.8. Cabines de Entrada do Concessionário Celpe em Estações

De maneira geral, as cabines primárias das estações das linhas Centro e Sul encontram-se em final de vida útil, devendo ser substituídas (com trafo abaixador de tensão interno).

No caso da Linha Sul, tais cabines primárias recebem alimentação em 13,8 kV proveniente das subestações.

Na Linha Centro, há esta mesma configuração, entretanto, algumas estações e o Centro de Manutenção de Cavaleiro recebem alimentação do Concessionário Celpe.

5.3.2.1.9. Síntese dos itens considerados para revisão do Capex

Como forma de restabelecer o desempenho e os recursos do projeto original, recomenda-se:

- Substituir por completo os equipamentos das sete Subestações Retificadoras, adotando disjuntores de via extrarrápidos, seccionadores de via sob carga e curto-circuitadores de negativo acondicionados em cubículos e VSUs nos próprios cubículos, sistemas de 13,8 kV, 125 Vcc, 6,6 kV e 380 Vac incluídos, além das estruturas de pórtico e casas de comando/relés;
- Substituir por completo os equipamentos das três Cabines de Seccionamento/Paralelismo atuais, assim como equipamentos suporte;
- Substituir completamente as Cabines de Seccionamento/Paralelismo de Cavaleiro e Alto do Céu.
- Adotar para-raios de via do tipo “chifre”, desativando os modelos antigos por óxido de zinco;

- e. Implantar o SPCS com IED (*Intelligent Eletronic Devices*), RTAC (*Real Time Automation Control*) e MicroSCADA em todas as Subestações – SSR;
- f. Substituir as Cabines Primárias de todas as estações.

Nota 1: De todo o parque atual de equipamentos de energia, uma parcela constituída pelos transformadores de tração, grupos retificadores e bancos de bateria recém substituídos, pode ser reutilizada em outros projetos ou mesmo ser utilizada como reserva/sobressalente, quando necessário.

Os transformadores e grupos retificadores, após revitalização, podem ser utilizados para se montar subestações móveis para socorro emergencial em caso de falhas, desde que o custo associado se mostre vantajoso.

Bancos de bateria recém substituídos podem ser reaproveitados na reposição de bancos de bateria das estações, que também se encontram com falta de sobressalentes.

Nota 2: O novo SPCS das subestações e CSPs se utilizam de IEDs e controladores RTAC, que se conectam a um pequeno sistema SCADA local, também chamado MicroSCADA, que permite efetuar comandos locais nos equipamentos através de uma IHM (Interface Homem Máquina) e, pelo fato de todo esse sistema estar em rede, é possível conectar o RTAC diretamente com a UTR de Energia de maneira serial, dispensando o uso de borneiras de interface, diminuindo os problemas anteriormente descritos. Para tanto, será necessário revisar e modificar essa UTR para comunicação serial.

Esta nova configuração também permitirá efetuar comandos diretamente no painel de cada IED, verificar parâmetros de ajuste e, através da IHM, retirar registros oscilográficos e histórico de manobras com base horária unificada com o CCO.

Nota 3: A pedido da CBTU/STU Recife, no ano de 2017, a Siemens efetuou simulação elétrica para uma frota operacional total de trinta e cinco trens (vinte trens nas linhas Centro-1 e Centro-2, e quinze trens na Linha Sul), com um *headway* de 3 minutos em ambas as linhas, o que exigiria um repotenciamento das subestações retificadoras.

No entanto, de acordo com o POB apresentado na seção 2, a quantidade máxima de trens em circulação no período da concessão não deve ultrapassar o total de vinte e quatro (24) trens, número esse inferior ao número máximo de trens que já rodaram em ambas as linhas com a atual configuração do Sistema de Energia.

Devido a isso, considerou-se que a potência instalada de projeto, em suas configurações originais de três grupos retificadores por subestação e quantidades originais de cabines de seccionamento/paralelismo, serão suficientes para alimentar toda a frota de trens prevista para o período de concessão, além de propiciar manobras de seccionamento e paralelismo que viabilizam trabalhos diurnos de manutenção das subestações e de manter a configuração inicialmente projetada, não sendo necessário estudos de viabilização de conexão com o sistema para um aumento de potência.

5.3.2.2. Sistemas de Telecomunicação e Bilheteagem

5.3.2.2.1. Sistema de Sonorização

Seu objetivo é enviar mensagens de áudio aos passageiros, provenientes dos agentes de operação da própria estação ou do Centro de Controle Operacional (CCO).

Em termos de arranjo físico, possui um console de operação composto de microfone e botão de acionamento na sala de supervisão operacional, que fica defronte à linha de bloqueios na estação.

Os demais equipamentos, como amplificadores e condicionadores de sinal, conexões em rede etc. se localizam na sala técnica de Telecom da estação.

Os sonofletores se distribuem pelos espaços da estação, de maneira a atingir todos os passageiros que ali transitam.

Na vistoria realizada, constatou-se que o console de operação encontra-se bastante desgastado pelo uso e que os sonofletores de maneira geral foram corroídos pela atmosfera salina da região e, também, vêm sofrendo danos pelos pombos que ali se alojam.

Os equipamentos da sala técnica encontram-se em bom estado de conservação.

Apesar de serem equipamentos de geração analógica, tem a vantagem de poderem ser reparados atualmente, pois utilizam componentes discretos comuns e de grande disponibilidade no mercado eletrônico.

O sistema é de fabricação nacional pela empresa Apel, que se situa na Paraíba.

Estima-se que este sistema atenderá ao período de concessão, desde que as partes corroídas e desgastadas sejam substituídas já nos primeiros anos.

5.3.2.2.2. Sistema de Cronometria e painéis de mensagens a LED

Seu objetivo é o de fornecer informações visuais aos passageiros, sejam de horário ou mensagens escritas.

Foram observadas gerações diferentes de equipamentos, como por exemplo relógios analógicos e relógios digitais por display LED.

Em termos de arranjo físico, possui centrais horárias e centrais de mensagens nas salas técnicas de Telecom. O sistema de cronometria possui sincronização por informação GPS.

Há relógios e painéis de mensagens a LED distribuídos pela estação, mas diversos deles encontram-se desligados por estarem com falhas não resolvidas, seja por obsolescência, seja por final de vida útil ou mesmo corroídos pela atmosfera salina ou por dejetos de pombos.

No geral, é um sistema que se encontra em final de vida útil, apesar dos equipamentos em sala técnica estarem bem conservados.

Nota sobre cronometria e sonorização: A filosofia atual de sistemas de Telecom tem fundido as funções da antiga sonorização e antiga cronometria com os recursos de vídeo, transformando esse conjunto no chamado Sistema Multimídia.

Esse novo sistema emite mensagens de áudio em tempo real ou pré-programadas, sincronizadas ou não com mensagens de texto em monitores de vídeo, que também apresentam a informação horária. Por ter recurso de vídeo, também se prestam a exibir publicidade eletrônica (mídia eletrônica), permitindo que, além de mensagens institucionais do próprio Metrô, o novo Concessionário possa vender espaço de publicidade e, assim, gerar receitas de origem não tarifária.

Outro ponto é que, como boa parte dos sistemas estão em bom estado de conservação, estes poderiam ser aproveitados no Sistema Multimídia.

Foram efetuadas consultas ao fabricante, para análise da conveniência dessa sugestão, entretanto, dada a rápida evolução tecnológica dos sistemas eletrônicos, considerou-se inviável o citado reaproveitamento sob pena de haver incompatibilidade entre os antigos e os novos equipamentos.

5.3.2.2.3. Sistema CFTV

É um sistema que se encontra atualizado nas linhas Centro e Sul e, por isso, possui pelo menos dez anos de vida útil à frente.

Portanto, para as linhas supracitadas, não será prevista verba para substituição de câmeras no período principal, somente no décimo ano.

As Linhas de VLT (Sul e Oeste) já possuem CFTV, com câmeras recentemente substituídas e já conectadas por internet sem fio, com exceção das estações Marcos Freire e Jorge Lins, que não possuem câmeras e qualquer tipo de conexão à rede.

Recomenda-se que as estações Marcos Freire e Jorge Lins sejam equipadas no mesmo nível das demais estações que possuem o Sistema de CFTV.

5.3.2.2.4. Sistema de Radiocomunicação

Também é um sistema que foi recentemente atualizado e estima-se que atenda ao período de concessão.

Em recente visita, constatou-se haver moderada deficiência de cobertura de sinal de radiocomunicação entre as estações Pontezinha e Cabo da Linha VLT Sul. Estima-se que tal deficiência possa ser sanada através da realocação de antenas do sistema utilizando recursos técnicos próprios do novo concessionário.

5.3.2.2.5. Sistema de Transmissão Ótico – STO

A concepção de rede é convencional, com fibras óticas monomodo com diferentes soluções físicas em cada trecho e switches em todas as localidades. Os sistemas considerados vitais, como Sinalização e CCO, se utilizam de fibras óticas exclusivas.

Por se tratar de sistema de natureza ligada à informática, prevê-se que até o término da concessão, tais switches sejam substituídos não por final de vida útil, mas pelo avanço de tecnologia. Entretanto, neste momento é impossível fazer previsões de valores.

Todas as linhas contam com redes de fibras óticas, exceto a Linha Diesel entre Cajueiro Seco e Curado (Oeste).

Em recente visita, confirmou-se que a Linha VLT Sul, entre Cajueiro Seco e Cabo, também é servida de fibras óticas através de um convênio com a Telebrás, entretanto, frequentemente sofre ações de vandalismo que acabam por deixar o sistema inoperante.

O reparo em fibras óticas é uma ação de manutenção que, embora restabeleça o serviço, diminui a capacidade de comunicação a cada reparo realizado. Dadas as inúmeras intervenções já realizadas, estima-se que a capacidade de comunicação da fibra ótica existente não atenda às necessidades do prazo de concessão, sendo mais vantajoso substituir por completo o trecho da Linha VLT Sul e implantar fibras óticas também na Linha VLT Oeste, permitindo inclusive a inclusão das estações Marcos Freire e Jorge Lins à rede de comunicação.

5.3.2.2.6. Sistema de Bilhetagem

O Metrô de Recife aboliu o uso de bilhetes do tipo *Edmonson* e os bloqueios eletrônicos somente aceitam cartões do tipo *Smartcard* da própria CBTU ou do sistema integrado VEM, que também são aceitos pelos ônibus urbanos.

Os bloqueios eletrônicos foram fabricados pela empresa *Wolpac* e encontram-se em bom estado de conservação. Estima-se que atendam ao período de concessão.

O reparo das placas eletrônicas, assim como dos componentes eletromecânicos, é efetuado pela Oficina Eletrônica do Pátio Cavaleiro.

Importante ressaltar que o leitor/validador de *Smartcard* é de fabricação da empresa Prodata e há contrato de manutenção com essa empresa para os casos em que há necessidade de carga de *software* ou componentes especiais.

Também foi observado que das linhas do VLT Diesel somente há bloqueios eletrônicos na estação Cabo. Nas estações integradas com as linhas Centro e Sul, caso de Cajueiro Seco e Curado, a transferência entre Metrô e VLT Diesel é livre.

Nas estações intermediárias, a cobrança de tarifa é efetuada diretamente na bilheteria e o agente de estação libera a catraca mecânica através do acionamento de um de pedal.

Recomenda-se que sejam instalados bloqueios eletrônicos acessíveis em todas as estações, além de bloqueios eletrônicos “padrão” (pelo menos três) em cada uma das estações intermediárias das linhas do VLT Diesel, totalizando dezoito unidades do mesmo modelo já em uso nas demais linhas.

Os quantitativos referentes a novos bloqueios e bloqueios acessíveis estão contabilizados dentro dos valores das Estações.

O desembolso dos investimentos será realizado nos dois primeiros anos da concessão.

5.3.2.2.7. Sistema de Telefonia

O Sistema de Telefonia é composto por equipamentos de diferentes gerações tecnológicas e diferentes soluções de cabeamento para ir desde a central telefônica até os aparelhos de cada localidade.

Dado o tempo de funcionamento das centrais existentes, estima-se que não atenderão ao período total de concessão e, uma vez que se prevê a disponibilização de fibras óticas em todo o sistema, recomenda-se a desativação total dos equipamentos existentes e a implantação de somente uma nova central de telefonia IP que atenderá todas as localidades com reserva de ramais e, inclusive, as estações Marcos Freire e Jorge Lins que atualmente não dispõem deste recurso.

5.3.2.3. Sistema de Sinalização

Estão em operação duas tecnologias de Sistema de Sinalização.

A Linha Sul e parte da Linha Centro (entre Camaragibe e Rodoviária) possuem sistema microprocessado e circuitos de via do tipo AF (audiofrequência), implantados entre os anos de 2001 e 2009, portanto com cerca de quinze anos de funcionamento.

O restante da Linha Centro, no trecho entre Recife e interface com Rodoviária, incluindo-se o Pátio de Cavaleiro, é implementado com relés vitais e circuito de via GEC, originais de sua implantação, portanto, operando há quase quarenta anos.

A oficina eletrônica está equipada com jiga de manutenção do Sistema de Sinalização Alstom, o que permite efetuar reparos e ajustes em todos os cartões eletrônicos deste sistema, entretanto, já é sentida a falta de alguns componentes de reposição no mercado, como filtros mecânicos e mesmo componentes mais populares, mas que não atendem a especificação de desempenho requerido para o sistema.

A manutenção de relés vitais se limita à limpeza de contatos e só há disponibilidade de poucos relés vitais sobressalentes e a manutenção dos circuitos de via é feita de maneira artesanal, pois não há mais sobressalentes, tampouco componentes de reposição no mercado.

Este cenário nos leva a recomendar a substituição completa do Sistema de Sinalização da Linha Centro, mesmo do trecho Camaragibe a Rodoviária, pois é sabido que esta geração do produto Alstom não é mais comercializada. Em consulta à empresa Alstom fomos informados que esta fornece equipamentos funcionalmente equivalentes, entretanto, diferentes dos instalados nesta linha e, portanto, a eventual implantação deste sistema no trecho com relés vitais exigiria uma adaptação de equipamento.

Como forma de manter o sistema da Linha Sul durante o período de concessão, os equipamentos desativados do trecho entre Rodoviária e Camaragibe seriam convertidos em sobressalentes para

essa linha, resolvendo o problema de cartões eletrônicos e componentes eletrônicos para reparo dos demais.

Para o novo sistema da Linha Centro, incluindo-se o Pátio de Cavaleiro, o requisito técnico primordial é o da preservação do formato de código de velocidade transmitido aos trens pelos circuitos de via AF, como forma de preservar os atuais ATCs de bordo e manter a operacionalidade das linhas durante o processo de substituição.

Não foram vislumbrados problemas com relação a esse requisito, pois esse formato de código de velocidade é adotado por vários fabricantes e metrô instalados no Brasil e no exterior.

Também deve-se preservar os comprimentos originais dos circuitos de via, como forma de preservar as capacidades originais de *headway* do sistema e o Sistema de Controle de Trens do CCO.

Ao analisar a situação dos equipamentos de sinalização instalados na via, constatou-se que as máquinas de chave e sinaleiros estão bastante corroídas pela salinidade ambiente e em muitos locais com problemas decorrentes de manutenção insuficiente da via permanente, assim como problemas decorrentes de vandalismo e furtos. Os custos levantados já consideram a substituição completa desses componentes, que deverá ocorrer no momento da substituição do respectivo Aparelho de Mudança de Via (AMV), já considerada pelos estudos da Via Permanente.

Os custos apresentados abrangem a Linha Centro completa, incluindo-se o estacionamento de trens em Recife e em Jaboatão, o Pátio de Cavaleiro e a interface com a Linha Sul nas proximidades de Joana Bezerra.

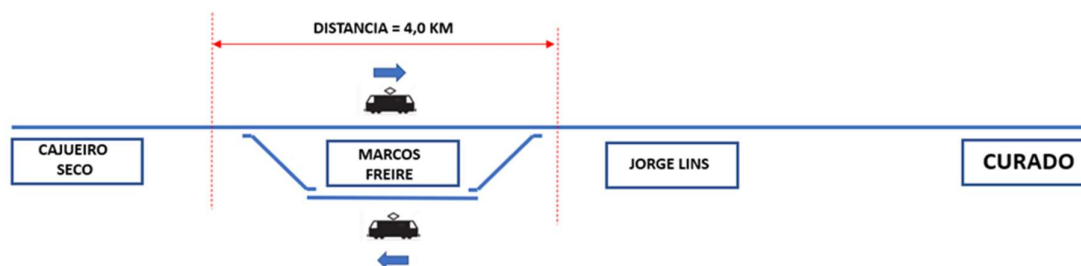
O desembolso dos investimentos será realizado dos anos um a três da concessão.

5.3.2.3.1. Sistema de Sinalização Linhas VLT Diesel

Tendo em vista as definições operacionais descritas no Capítulo 2 deste documento (Plano Operacional Básico), tornou-se necessária a implantação de um Sistema de Sinalização para proteção da circulação de trens em ambas as linhas (Sul e Oeste), incluindo um posto de controle no CCO.

No caso da Linha Sul Diesel (Cajueiro Seco a Cabo), o Sistema de Sinalização cobrirá toda a extensão da linha. Entretanto, para a Linha Oeste Diesel (Cajueiro Seco a Curado), haverá necessidade de controlar somente a região da Estação Marcos Freire, uma vez que no traçado de via singela existente, há um pequeno trecho de via dupla onde é possível fazer a transposição de trens provenientes de direções opostas, como mostrado a seguir:

Figura 5-21 Traçado da Linha Oeste Diesel (VLT)



Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Para ambas as linhas se considerou um Sistema de Sinalização próprio para linhas de VLT, de maneira que a condução do trem é efetuada pelo condutor (maquinista), mas a proteção das rotas estabelecidas é efetuada pelo Sistema de Sinalização.

A adoção de Sistemas de Sinalização, somada às melhorias previstas na Via Permanente, permitirão que a Linha Oeste Diesel tenha um intervalo entre trens (headway) de 45 minutos, enquanto na Linha Sul Diesel este intervalo será de 23 minutos.

As Passagens em Nível (PNs) de ambas as linhas serão controladas por operadores locais, que controlarão a passagem de veículos automotores.

NOTA: O Sistema de Sinalização considerado para ambas as linhas do VLT Diesel teve como referência técnica o VLT Carioca (Rio de Janeiro), cuja condução dos trens é totalmente manual, ou seja, os limites de velocidade ao longo da linha são informados por placas de sinalização lateral, devendo ser obedecidos pelo condutor do trem (maquinista), e não há equipamento do Sistema de Sinalização a bordo dos trens. A principal função do Sistema de Sinalização em terra é o de movimentar e proteger os aparelhos de mudança de via, travá-los e informar a posição ao condutor do trem; sendo considerado tecnicamente adequado à operação de trens pretendida nestas linhas.

5.3.2.4. Sistema de Rede Aérea

A catenária existente das duas linhas é autocompensada e precisará passar por uma renovação devido à vida útil dos elementos que compõem o sistema.

Para os anos um a três, os seguintes serviços estão previstos:

- Início da troca do fio de contato (que deverá ser trocado em sua totalidade ao longo de dez anos);
- Troca de postes que estejam danificados ou aqueles que esteja prestes a atingir sua vida útil;
- Implantação de fibra ótica;
- Troca de chaves seccionadoras, sensores de tensão de rede aérea com saída digital; e
- Para os pórticos e demais elementos, foi prevista a troca de acordo com seu estado atual e a vida útil.

Toda a remodelação, por ser um serviço específico, propõe-se realizar com uma equipe/empresa contratada. Portanto, o Capex também inclui o custo de montagem, instalação, testes, treinamento e sobressalentes.

Também se considera a implantação de Rede Aérea no Pátio de Cavaleiro, tendo em vista as melhorias necessárias.

O Sistema de Energia já considerou a substituição de seccionadoras de via e para-raios de via.

5.3.2.5. Centro de Controle Operacional – CCO

Os equipamentos do atual Centro de Controle Operacional foram recentemente substituídos e seu *software* atualizado para os sistemas operacionais das novas IHMs, portanto, previu-se apenas a revitalização decorrente do final da vida útil dos equipamentos considerados como de informática, como monitores, teclados, *mouses* e aquisição de monitores de vídeo sem borda para uma futura substituição do Painel Sinótico de fabricação Barco, cujo principal componente, a lâmpada de projeção (ainda incandescente por filamento), é de custo proibitivo e totalmente obsoleto.

Foram também previstos, no sistema de sinalização, custos decorrentes de ajustes de *software* devido à substituição do Sistema de Sinalização da Linha Centro e, no CCO, custos decorrentes da modificação das Unidades Terminais Remotas (UTRs) de Energia, conforme descrito nos itens do Sistema de Energia.

No caso das Linhas Diesel, por se tratar de implantação de um novo sistema de sinalização, os custos de materiais e equipamentos de CCO já estão inclusos no valor total da implantação descrito no CAPEX.

Atualmente os equipamentos auxiliares de estações, como escadas rolantes, elevadores, iluminação, bombas etc., não permitem telecomando do CCO, ou mesmo da sala de supervisão operacional nas estações, obrigando os agentes de estação se deslocarem até os equipamentos ou até nos quadros elétricos para efetuar comandos. Tampouco podem ser visualizados remotamente os alarmes técnicos destes equipamentos, inviabilizando providências ou reações imediatas por parte das equipes de operação.

Como forma de viabilizar o telecomando e visualização de alarmes de tais sistemas, foi prevista a implantação de um sistema SCADA para equipamentos auxiliares (SCADA é a sigla em inglês para *Supervisory Control And Data Acquisition*, que na tradução para o português significa Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados). O SCADA é um sistema que usa um software para monitorar, supervisionar e controlar as variáveis e os dispositivos de um processo, além de interfaces hardware com todos os equipamentos conectados.

Os atuais equipamentos auxiliares não possuem interfaces hardware aptas a se conectarem ao SCADA e o Capex elaborado considerou os custos de sua adaptação como no caso de escadas rolantes e elevadores e nos casos de substituição de equipamentos/sistemas, já considerou os novos equipamentos já com as interfaces necessárias, como no caso dos quadros elétricos de iluminação de estações.

Foram previstas IHMs (interface homem-máquina) no CCO e em todas as salas de supervisão operacional de estações, onde será possível receber sinalizações de estado e alarmes técnicos dos equipamentos auxiliares e telecomandar os equipamentos.

Importante observar que, a priori, o SCADA de auxiliares poderia ser viabilizado pela inclusão de sua função ao Sistema de Controle de Energia atual, entretanto, por se tratar de sistema recentemente atualizado, considerou-se que a implantação isolada somente para os equipamentos auxiliares seria mais vantajosa por não interferir na amortização dos investimentos já realizados no CCO e por possibilitar sua implantação sem provocar interferências operacionais.

5.3.3. Demais investimentos (após 3º ano de concessão)

5.3.3.1. Sistema de CFTV

Para o Sistema de CFTV das linhas Centro e Sul, como as câmeras ainda possuem longa vida útil, sua substituição está sendo prevista no décimo ano da concessão.

5.3.3.2. Sistema de Rede Aérea

Como o período que pode ser destinado à renovação da rede aérea é de poucas horas por dia, as trocas do cabo messageiro, fio de contato, postes, pórticos, isoladores de secção, entre outros componentes e equipamentos que compõem a rede aérea, se estenderão até o décimo ano, devendo ser executadas por equipe externa. A renovação da rede aérea de tração deverá ser realizada através de um projeto executivo aprovado, certificado segundo normas aplicáveis vigentes e com anotação de responsabilidade técnica pelo CREA de Recife.

5.4. INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM MATERIAL RODANTE

5.4.1. Metodologia

A metodologia aplicada compreende uma avaliação das informações e documentos relevantes existentes desde as visitas realizadas no passado, incluindo a visita *in loco* para vistoria dos bens e emissão do RT01 Avaliação Técnico-Operacional - Parte A - Inventário.

Foram utilizados como fonte para estabelecimento das premissas: normas, projetos internos, informações secundárias, informações operacionais e sobretudo as necessidades previstas em planos de manutenção dos trens e sistemas ou normas e regulamentos vigentes para as instalações.

O material rodante contempla a frota de trens elétricos (TUEs), os Veículos Leves sobre Trilhos (VLTs) a diesel, as locomotivas diesel-elétricas e as oficinas de manutenção dos trens.

Este estudo se baseou na identificação dos principais riscos, inconformidades e as necessidades de investimentos de requalificação, reposição e manutenção na prestação do serviço e que mais impactam na vida útil, disponibilidade e confiabilidade do Material Rodante, bem como na necessidade de adequação da infraestrutura de manutenção dos trens, das oficinas e demais infraestruturas de manutenção.

5.4.1.1. Frota operacional atual

O material rodante da Rede Metroferroviária é atualmente composto de 32 (trinta e dois) trens elétricos de 4 (quatro) carros cada e 9 (nove) VLTs diesel de 3 (três) carros, sendo:

- 17 (dezessete) de fabricação da Companhia Industrial Santa Matilde (trens CISM) – 2 carros motor, ou seja, 50% (cinquenta por cento) de motorização;
- 15 (quinze) de fabricação CAF (trens CAF) – 3 carros motor, ou seja, 75% (setenta e cinco por cento) de motorização; e
- 9 (nove) VLTs de fabricação Bom Sinal – 2 carros motor, ou seja, 66,6% (sessenta e seis inteiros e 6 décimos por cento) de motorização.

A vida útil dos trens elétricos, definida em projeto, varia de 30 a 40 anos; a dos VLTs varia de 20 a 25 anos.

5.4.1.2. Frota CISM

Trens recebidos em 1985 e, portanto, com idade aproximada de 40 anos.

Basicamente, na ótica de vida útil, todos os trens estão em fase final de vida, sendo que atualmente 17 trens estão imobilizados (sendo objeto de baixa patrimonial), dos 25 que foram adquiridos.

Todos os trens passaram por uma modernização parcial com revisão geral entre os anos de 2001 e 2010. Os equipamentos modernizados foram: ar-condicionado com reforço estrutural da caixa; instalação de conversor estático auxiliar compatível para a necessidade de energia e a troca do sistema de freio; e a revisão geral dos trens.

Os novos equipamentos oriundos da modernização (ar-condicionado, inversor auxiliar e comando de freio) iniciam sua vida útil a partir da modernização. A Revisão Geral melhora a confiabilidade dos trens. Assim sendo, se considerarmos o trem de forma global, podemos dizer que a modernização parcial não aumentou a vida útil do trem. Desde este processo de modernização parcial e revisão geral dos equipamentos, não houve investimentos significativos em reformas ou outras modernizações em equipamentos.

Existe uma importante obsolescência dos trens, basicamente no sistema de tração e no sistema de abastecimento de ar.

Existem também outros pontos importantes/críticos dos trens, nos seguintes sistemas:

- Falta de padrão de acessibilidade para material rodante;
- Falta de sobressalentes; e
- Infiltração de água pela cobertura dos carros.

Devido à idade da frota, à baixa confiabilidade dos TUEs, à falta de recursos orçamentários e ao vandalismo, dos 17 trens inoperantes, 8 trens foram leiloados como sucata e 9 trens encontram-se paralisados no Pátio de Cavaleiro (inoperantes devido à falta de materiais em todos os sistemas e falta dos cabearios de controle e comando, tornando economicamente inviável sua remobilização e o retorno a operação), ao mesmo tempo em que são utilizados como fonte de peças e componentes para a manutenção dos demais 8 trens que se encontram disponíveis para a operação (processo conhecido como canibalização).

Destes 8 trens disponíveis, temos: 1 trem em manutenção corretiva de grande porte e sem previsão de remobilização, 3 trens em manutenção corretiva com previsão de remobilização para 2025 e 4 trens operacionais.

Os TUEs encontram-se com quilometragem aproximada de 3 milhões de quilômetros e no final de sua vida útil, e apresentam problemas estruturais de torção mecânica nas caixas agravados pelas condições inadequadas das vias, além de equipamentos e componentes obsoletos no mercado.

Figura 5-22 TUE da frota CISM



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO - 2021

5.4.1.3. Frota CAF

Trata-se de um projeto do ano de 2013 com idade aproximada de 12 anos, possuindo tecnologia embarcada de nova geração com sistemas de controles totalmente eletrônicos, o que permite tração e frenagens mais eficientes, melhor eficiência energética, periodicidades de manutenção mais espaçadas, resultando em redução de custos de manutenção e atendimento pleno às normas de acessibilidade e de conforto aos passageiros.

Foram adquiridos 15 trens. Atualmente 4 trens estão imobilizados e 11 trens estão em operação. Entre os trens que estão imobilizados, 2 são devido a um abalroamento entre eles (TUE 27 e TUE 30), cujos danos são relativamente de grande monta em um dos trens. Além disso, muitas peças e equipamentos foram retirados desses dois trens para servirem de sobressalentes ao restante da frota.

Atualmente os trens da Frota CAF em operação apresentam quilometragem média de 1,26 milhão de quilômetros, caracterizando o período de revisão geral de seus equipamentos. Com o agravante da não realização da revisão intermediária aos 600 mil quilômetros.

Os 2 trens que sofreram colisão frontal na Estação Ipiranga em fevereiro de 2020 passaram por inspeção técnica do fabricante CAF para avaliações estruturais e dos equipamentos embarcados. As verificações dimensionais realizadas não evidenciaram avarias de torção nas caixas dos carros acidentados. Não foram observados empenos ou deformações excessivas nas vigas e chapas laterais, não foram identificados desalinhamentos entre a máscara frontal e caixa nem dos vãos de portas de acesso ao salão de passageiros, assim como não foram constadas avarias visuais nas soldas entre as estruturas das vigas laterais e transversais no sob estrado.

Entretanto, o elevado custo para recuperação completa destes 2 trens colididos, torna inviável o retorno desses TUEs à operação.

Os outros 2 trens que estão inoperantes, estão imobilizados por um grande período (desde março/2014 e maio/2022), e suas peças estão sendo retiradas para fornecimento ao restante da frota, uma vez que no processo de aquisição dos trens não foram adquiridos sobressalentes.

Esses 2 trens inoperantes sofreram vandalismo e estão sendo canibalizados, demandando principalmente investimentos em revisões gerais de todos os equipamentos, cabeamentos elétricos de alta e média tensão e de controle, em especial o TUE 29, paralisado desde 2014. No caso do TUE 29, mesmo sendo recuperável, entendemos ser inviável economicamente prever sua remobilização.

Figura 5-23 TUE da frota CAF



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO - 2021

5.4.1.4. VLTs Bom Sinal

Trata-se de um Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) de bitola métrica com projeto do ano de 2012, idade aproximada de 13 anos e tecnologia de tração diesel de nova geração e com sistema de ar-condicionado.

Após alguns anos de operação os VLTs começaram a apresentar trincas nos truques e serviços de reforços foram executados. Entretanto, existe uma necessidade de troca sistemática desses truques, uma vez que são itens de segurança operacional.

No tocante à vida útil, mesmo com idade de 13 anos, os VLTs estão ainda em fase inicial de vida útil, pois a quilometragem média percorrida foi de aproximadamente 350 mil quilômetros.

Em contrapartida, com essa quilometragem era de se esperar que os veículos tivessem passado pelo processo de revisão intermediária, revisão de caixas e do sistema de ar-condicionado. No entanto, tais revisões não foram efetuadas, assim como não houve intervenções pesadas, reformas, ou modernizações significativas desde o início da Operação Comercial.

Projetando a vida útil em quilômetros, esses VLTs poderiam operar até 2,5 milhões de quilômetros, se cumprido o plano de manutenção preventiva e realizada a troca dos truques.

Atualmente 7 VLTs estão imobilizados e 2 em operação, dos 9 que foram adquiridos. Muitas peças e equipamentos foram retirados desses VLTs imobilizados para servirem de sobressalentes ao restante da frota, uma vez que no processo de aquisição dos VLTs não foram adquiridos sobressalentes.

De acordo com as informações recebidas por parte da CBTU/STU-REC em julho/2025, encontram-se operacionais os VLTs 02 e 05, estando os VLTs 07 e 09, parados para manutenção corretiva de grande porte, com previsão de remobilização para setembro/2025 e dezembro/2025, respectivamente.

Os demais VLTs apresentam as seguintes condições:

- VLT 01 – Parado há 4 anos, com cablagem roubada e retirada a maioria de seus equipamentos;
- VLT 03 – Parado há mais de 5 anos (considerado desativado);
- VLT 04 – Parado há mais de 3 anos, com perda total da caixa (considerado desativado);
- VLT 06 – Parado há quase 10 anos, com cablagem roubada e retirada a maioria de seus equipamentos (considerado desativado);
- VLT 08 – Parado há mais de 7 anos, com cablagem roubada e retirada a maioria de seus equipamentos (considerado desativado).

A frota necessita de revisão/substituição dos motores de tração, unidades de ar-condicionado e truques. A condição técnica dos trens também é agravada pelas péssimas condições da Via Permanente.

Figura 5-24 VLT da Bom Sinal



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO - 2021

5.4.1.5. Conclusão sobre a frota CISM

Os trens CISM devem ser desativados e baixados patrimonialmente por problemas de obsolescência e final de vida útil e retirados do Pátio de Cavaleiro. Entretanto, no início da concessão devem continuar sendo mantidos, cumprindo um plano de manutenção mínimo, devendo ser adquiridos itens de manutenção (ex: rodas, peças para manutenção dos motores de tração e de compressores principais, contadores do sistema elétrico, motor hidropneumático, peças do conversor estático auxiliar, calafetação de teto, antenas de ATC, dentre outras de menor importância), a fim de garantir sua operacionalidade até a chegada dos novos trens.

Deve-se adquirir novos trens em quantidade suficiente para atender ao Plano Operacional (Seção 2 deste estudo), e conjuntamente com a compra dos novos trens, deve ser adquirido um conjunto de sobressalentes que garanta o cumprimento do plano de manutenção e atenda às atividades corretivas durante o período de Concessão.

Deixar de adquirir novos trens implica colapso gradativo do sistema, potenciais imobilizações por falta de material para a manutenção, devido à obsolescência, e/ou por questões estruturais, devido à vida útil dos trens, e até a paralisação parcial ou total da operação comercial.

A não aquisição de sobressalentes leva à imobilização de trens ao longo do tempo pela falta de peças e a impossibilidade do cumprimento do Plano de Manutenção obrigatório para garantir as condições de confiabilidade dos trens. A compra de sobressalentes descasada da aquisição do material rodante é sempre mais onerosa, pois os fabricantes não estão com a linha de produção montada para equipamentos que foram utilizados em projetos anteriores.

5.4.1.6. Conclusão sobre a frota CAF

Recomenda-se que dos 15 trens da Série CAF, 12 sejam mantidos. As 2 unidades que sofreram abalroamento (TUE 27 e TUE 30) e o TUE 29, paralisado há mais de 11 anos, não devem mais servir à operação.

Independentemente de ser possível a remobilização destes 3 trens, conclui-se que a utilização dos equipamentos e peças em geral destes trens como componentes de giro seria mais viável, pois a aquisição de lotes pequenos de peças de trens de projetos passados se torna inviável economicamente (exemplo: truques, motores de tração, conversores de tração, conversores auxiliares, equipamentos de ar-condicionado etc.).

Assim sendo, todos os equipamentos possíveis de remobilização através de processos de manutenção seriam retirados destes 3 trens. Cabe ressaltar que estes 3 trens deveriam ser mantidos em local seguro para evitar vandalismos/roubos e de fácil acesso a manutenção.

Para garantir a utilização dos outros 12 trens pelo período da concessão, o plano de manutenção definido pelo fabricante do trem deve ser cumprido, devendo a Concessionária realizar a manutenção preventiva nos equipamentos retirados destes 3 trens, utilizando estas peças e componentes como itens sobressalentes e de giro para o cumprimento do Plano de Manutenção e para atender às atividades corretivas.

5.4.1.7. Conclusão sobre os VLTs Bom Sinal

Dos 9 VLTs existentes, recomenda-se que 4 VLTs sejam mantidos, enquanto para os demais 5 VLTs, imobilizados há alguns anos e com muitos equipamentos faltantes, seja dada baixa patrimonial, mas servirão para a retirada de alguns equipamentos e componentes para utilização como material de giro para o restante da frota. Alguns desses equipamentos são muito difíceis de adquirir, uma vez que se trataria de um lote pequeno de um projeto realizado há 13 anos e com o agravante que o fabricante desses VLTs hoje não atua mais no mercado.

Para garantir a utilização desses VLTs existentes por um período da concessão, devem ser adquiridos sobressalentes para o cumprimento do Plano de Manutenção e para atender às atividades corretivas.

Deve-se adquirir novos VLTs em quantidade suficiente para atender Plano Operacional (Seção 2 deste estudo), além de um conjunto de sobressalentes que garanta o cumprimento do plano de manutenção e atenda às atividades corretivas.

Deixar de adquirir novos VLTs implica colapso gradativo do sistema, potenciais imobilizações por falta de material para a manutenção, devido à obsolescência, e/ou por questões estruturais, e até paralisação parcial ou total da operação comercial.

A não aquisição dos sobressalentes leva à imobilização dos VLTs ao longo do tempo pela falta de peças e a impossibilidade do cumprimento do Plano de Manutenção obrigatório para garantir as condições de confiabilidade dos VLTs. A compra de sobressalentes descasada da aquisição do material rodante é sempre mais onerosa, pois os fabricantes não estão com a linha de produção montada para equipamentos que foram utilizados em projetos anteriores.

A Concessionária poderá se utilizar de peças destes VLTs que forem necessárias ao desenvolvimento dos serviços durante o processo de Concessão.

5.4.1.8. Oficina do Pátio Recife (OPR)

A Oficina de Pequenos Reparos (OPR) situada no Pátio de Recife atende a pequenas intervenções em TUEs, evitando assim o deslocamento de trens com falhas de menor importância para o Centro de Manutenção de Cavaleiro (CMC). Conta com uma linha (bitola larga - 1,60 m) e dispõe de fosso para inspeção.

Não está previsto investimentos com equipamentos para este local, que atende as atividades de manutenção corretiva leve dos trens elétricos.

Figura 5-25 Oficina de pequenos reparos do Pátio Recife (OPR) – Vistas internas



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO - 2021

5.4.1.9. Oficina de Werneck (Edgard Werneck)

Se situa ao lado do Edifício Operacional Administrativo da CBTU Recife, que foi sendo desativado, restando hoje alguns galpões sem utilização e um que é utilizado de forma precária pela CBTU.

A Oficina Edgard Werneck conta com três galpões de oficinas. O principal deles, atualmente em uso para os processos de manutenção dos VLTs Diesel, possui três linhas de manutenção.

A oficina é equipada com três pontes rolantes, uma com capacidade de 5 t e duas com capacidade de 1 t, sendo que uma delas encontra-se inoperante. Em geral todos os equipamentos ali utilizados são muito antigos.

Para que os veículos Diesel consigam chegar à oficina precisam transpor as duas vias da Linha Elétrica, o que é um problema para a Operação dos Trens Elétricos, depois entram em um ramal com várias invasões na faixa (quando é utilizado exige trabalho prévio de limpeza e remoção de entulhos para a passagem segura dos trens), para depois acessarem a oficina.

Presta os serviços de manutenção preventiva e corretiva dos VLTs e às duas locomotivas de bitola estreita da Linha Sul.

Não estão previstos investimentos com equipamentos para este local, que atende poucas atividades de manutenção, e pelo acesso difícil e distante do local operacional das Linhas Diesel Sul e Oeste, sugere-se a desativação total desta Oficina e a ampliação da Oficina de Cajueiro Seco que está estrategicamente situada.

Figura 5-26 Oficina de Werneck (vista interna e externa)



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.1.10. Centro de Manutenção de Cavaleiro (CMC)

É o maior Centro de Manutenção do Sistema, trata-se de um conjunto de blocos, linhas de manutenção, linhas de estacionamento e uma linha de testes.

Os equipamentos de manutenção em geral são de boa qualidade e operam desde o início em 1987 com aproximadamente 37 anos de uso.

As manutenções preventivas, corretivas e revisões gerais são realizadas nestas instalações, onde foram previstos investimentos para adequar / modernizar a infraestrutura de manutenção para o período da concessão, conforme capítulo de equipamentos previstos neste relatório.

Figura 5-27 Centro de Manutenção de Cavaleiro (vistas internas)



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.1.11. Oficina do Pátio Cajueiro Seco

A Oficina do Pátio Cajueiro Seco atende a pequenas intervenções em TUEs da Linha Sul (uma linha para atendimento corretivo de reparos pequenos), evitando o grande deslocamento de trens com falhas de menor importância para o Centro de Manutenção de Cavaleiro (CMC).

Esta base de Manutenção atende também aos VLTs, portanto, serve aos equipamentos de bitola larga (1,60 m) e bitola métrica (1,00 m).

O objetivo é equipar este centro de manutenção para atender de forma mais ampla toda a frota de VLTs (Linha Sul e Linha Oeste), pois está estrategicamente situado no encontro das duas linhas e as locomotivas de bitola métrica associadas aos serviços de manutenção das linhas de VLT; mantendo uma linha para atendimento corretivo de reparos pequenos nos trens elétricos.

Com esta ampliação da Oficina de Cajueiro Seco, podemos eliminar a Oficina de Werneck e evitar que nas intervenções pesadas os VLTs tenham que ser transportados sobre caminhões (Transporte Rodoviário), até o Centro de Manutenção de Cavaleiro. Cabe ressaltar que este transporte é um grande transtorno operacional associado aos custos decorrentes deste tipo de transporte especial.

Nesta ampliação, a infraestrutura coberta passaria de aproximadamente 800 m² para cerca de 2.300 m².

Assim sendo, na Oficina de Cajueiro Seco ampliada a seguinte infraestrutura estaria disponível:

- Linha 1 coberta, de bitola larga, com vala e cabo vida, com 80 metros de comprimento para atendimento aos trens elétricos da Linha Sul (corretivo de reparos pequenos). Atualmente a linha é externa, com problemas para a atuação da equipe corretiva.
- Linha 4 coberta, que atualmente é de bitola larga, passaria ser de bitola mista, a vala (fosso) deve ser estendida até o final da área coberta e nela ser colocado o cabo vida; para atendimento de manutenções preventivas e corretivas dos VLTs e Locomotivas.
- Linha 4 coberta, com uma extensão de 20 m para serviços de assopramento dos VLTs.
A linha do lado Sul da bitola métrica será acoplada nesta linha 4.
- Linha 6 coberta, atualmente de bitola métrica se mantém em bitola métrica, a vala (fosso) deve ser estendida até o final da área coberta e nela ser colocado o equipamento de DROP TABLE (Mesa falsa); para atendimento de manutenções preventivas e corretivas dos VLTs e locomotivas, bem como os serviços de troca de truques.
A bitola métrica da linha 6 deverá ser estendida interligando com a bitola larga, onde deverá ser criada uma bitola mista.
- Linha Nova coberta, de bitola métrica, sem vala, para a desmontagem dos equipamentos dos VLTs e Locomotivas e serviços de revisões gerais pesadas.
A linha 5 atual (Vira Linha Nova), deve ser transformada em bitola métrica e adentrar a oficina, o final restante da linha 5 deverá ser removido.
- Ao lado da linha nova, espaço para a instalação do torno de rodeiros avulsos, os lavadores de peças grandes, e salas novas para seção de baterias, pneumática, compressor etc.
- Na parte central existe uma estrutura fixa que sustenta uma talha (tipo ponte rolante fixa), que deverá ser substituída por uma ponte rolante móvel na extensão de 80 m e na largura de 20 m para atender toda a Oficina, com exceção da Linha 1 que fica isolada devido à Catenária.

Figura 5-28 Oficina de Cajueiro Seco (vista externa e interna)



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.2. Investimentos principais (1º ao 3º ano de concessão)

5.4.2.1. Aquisição de TUEs para complementação da frota atual

Considerando os estudos de demanda, são necessários 20 trens elétricos operacionais para a Linha Centro e 10 trens elétricos operacionais para a Linha Sul (já considerando a reserva operacional e a reserva de manutenção), ou seja, é necessária uma frota mínima de 30 trens.

Conforme explicado anteriormente, está sendo considerada a utilização de 12 trens atuais da CAF, sendo assim, se faz necessária a aquisição de 18 novos trens, bem como o valor equivalente a 1 trem novo em sobressalentes, que serão utilizados durante todo o período da concessão.

Estes novos trens deverão ter 75% de motorização (com controle de tração e freio por truques), atender a Normas Internacionais, atender a Norma Brasileira de Acessibilidade, e possuir: Ar-condicionado independente para cabine e salão (sendo 2 equipamentos eletricamente independentes por salão), 4 pantógrafos por trem com barras de grafite, Telemetria com sistema de gestão das informações em terra (Centro de Manutenção) e Sistema de localização por GPS, todas janelas do salão de passageiros basculantes com destravamento pelo Condutor, vidro de para-brisas de segurança conforme UIC 651 e película anti-estilhaçamento, frenagem blending com sistema antideslizamento, freio a disco nas rodas, nível de iluminação de 500 lux a 800 mm do piso com sistema de leds de placas eletrônicas e vida útil dos led's superior a 50.000 horas, jumpers entre carros com conectores IP68, materiais empregados na fabricação com características auto extingüíveis ou fogo retardantes e fumaça de baixa densidade e baixa toxidade, caixa de aço inox austenítico 201L ou 301L, com cálculo estrutural de acordo com a EN 12663 e UIC 566, com içamento (por macacos, através do ante encavalamento, pino de içamento nas laterais, pontos de içamento por olhal nas extremidades das coberturas de cada carro, possibilidade de elevação por uma só extremidade), truques de aço soldado, motor de tração AC, compressor de ar com pistão isento de óleo e unidade secadora de dupla câmera, suspensão primária com molas helicoidais, suspensão secundária com bolsas de ar e amortecedores, suspensão com válvula de nivelamento em 3 pontos, 2 conjuntos de baterias alcalinas com capacidade de manter todo sistema de baixa tensão ligados por 2 horas sem alimentação elétrica do conversor auxiliar, registrador de eventos, vídeo vigilância com 4 câmeras no salão, 2 câmeras por cabine, câmeras frontais, câmeras para cada pantógrafo e câmeras retrovisoras, com monitor independente para câmeras de vídeo vigilância e câmeras retrovisoras, com gravação de todas as imagens com redundância por no mínimo 15 dias, ciclo de manutenção com intervenção mínima mensal, revisões gerais com 1.200.000 e 2.400.000 Km, possibilidade de reboque trem com trem (da mesma frota e com trem da CAF), reboque por locomotiva, calços e escadas de emergência, cartões eletrônicos montados em racks para fácil manutenção, base horária única, borrachas devem atender a Norma ASTM 2000, janelas de policarbonato de 9,5 mm, toda fiação de cobre eletrolítico estanhado, com isolamento a base de

polímeros, tipo baixa emissão de fumaça e isento de halogênios, a emissão de ruídos eletromagnéticos deverá atender às Normas 50121, a cabine de condução deverá atender à Norma UIC 651 (Ergonomia), para-brisa central único e vidro plano, banco do condutor de acordo com a Norma ABNT NBR 12758, fechaduras e chaves devem manter um padrão (Operação e Manutenção), passagem entre carros tipo “Open wide Gangway”, Sistema de lubrificador de friso das rodas, Sistema detector de descarrilamento com sensores de aceleração vertical, Sistema de tração com controle de patinagem, conversor auxiliar com sistema de ponte direta, tensões nominais de 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro, tensão nominal de 72 Vcc, Sistema de Detecção e extinção de incêndio, Sistema de Portas Elétricas com bolsas laterais para recolhimento das folhas de porta, com 2 portas de emergência por carro defasadas, portas laterais de acesso a cabine e porta de acesso ao salão pela cabine, sistema de engates com absorção de energia regenerativo, reversível, com possibilidade de acoplamento até 10 Km/h sem danos aos componentes do engate e da estrutura do trem, 1 adaptador de engate para acoplamento com locomotiva por trem, Sistema de identificação do Condutor, Sistema de Transmissão trem-terra tipo rádio e tipo operadora 4G ou 5G, Sistema Multimídia com 8 monitores por salão, Sistema de Mensagens Audiovisuais em cada porta por painel TFT da largura da porta (Mapa de Linha Eletrônico), sistema de mensagens pré-gravadas digitalizadas, Sistema de Sinalização de Bordo, Sistema de Data-Bus com rede dupla redundante – TCMS, Sistema de Contador de Passageiros eletrônico, deverão ser previstos Ensaio Tipo FAI (First Article Inspection, Testes em Fábrica (Tipo e Série), Testes em Vias (Tipo e Série), Ensaio Estruturais da Caixa, Ensaio estruturais e fadiga dos Truques, Estudo do Comportamento Dinâmico, segurança, desgaste da via e qualidade de rodagem de acordo com as Normas UIC 518OR e BS-EN14363-2006 realizado por entidade independente ao fabricante do trem, fornecimento de softwares de manutenção, fornecimento de manuais de operação, manuais de manutenção, planos de manutenção preventiva leve e preventiva pesada com periodicidade, descrição da atividade, h/h para execução de cada atividade, ferramentas e materiais necessários, Data book da fabricação de cada trem, treinamento de operação e manutenção.

As demais características dos novos trens devem atender no mínimo as características do trem CAF da CBTU Recife.

A lista de sobressalentes a ser adquirida deverá conter no mínimo os itens elencados na tabela abaixo:

Tabela 5-3 Lista Mínima de Sobressalentes dos Novos Trens

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSALENTES DOS NOVOS TRENS			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
1	4	cj	Engates automáticos completos (para carros com cabine).
2	3	cj	Engates semipermanentes completos para carros intermediários - Rígidos.
3	3	cj	Engates semipermanentes completos para carros intermediários - Com sistema de absorção de energia.
4	6	cj	Conjunto de Gangway completos.
5	1	cj	Conjunto de conexões elétricas entre carros (Jumpers completos) - Contempla todos os jumpers para equipar um trem de 4 carros.
6	8	cj	Equipamentos de ar-condicionado do salão completos.

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSAIENTES DOS NOVOS TRENS			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
7	132	un	Filtros de ar-condicionado de salão - Filtro de ar de renovação.
8	132	un	Filtros de ar-condicionado de salão - Filtro de ar de retorno do salão.
9	4	cj	Cartões de comando e controle de ar-condicionado do salão. Contempla todos os cartões eletrônicos do equipamento de ar-condicionado.
10	8	un	Compressor de ar-condicionado do salão.
11	8	un	Condensador de ar-condicionado do salão.
12	2	cj	Equipamentos de ar-condicionado da cabine de comando completos.
13	2	cj	Cartões de comando e controle de ar-condicionado de cabine. Contempla todos os cartões eletrônicos do equipamento de ar-condicionado.
14	8	un	Para-brisa dianteiro para carros com cabine.
15	2	cj	Máscara dianteira para carros com cabine completa (Frontal, tampas e saias laterais).
16	4	un	Banco do maquinista.
17	2	un	Banco do auxiliar do maquinista.
18	4	un	Escada de emergência.
19	4	un	Motores elétricos de limpadores de para-brisa.
20	6	cj	Conjunto limpador de para-brisas completo (haste, palheta, mangueira e esguicho).
21	2	un	Reservatório de água do esguicho do lavador.
22	4	un	Bomba de água do esguicho do lavador.
23	1	cj	Janelas completas com policarbonato para o salão de passageiros - Todas janelas para equipar um trem de 4 carros.
24	1	cj	Assentos de passageiros - Todos os assentos para equipar 2 carros.
25	4	cj	Motor Compressor Principal completo (Gaiola completa).
26	12	cj	Filtros do compressor principal (Conjunto de filtros).

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSAIENTES DOS NOVOS TRENS			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
27	2	cj	Motor Compressor Auxiliar completo.
28	10	cj	Filtros do compressor auxiliar (Conjunto de filtros).
29	4	cj	Unidade de Tratamento de Ar completa.
30	8	cj	Válvulas sensora de carga completa.
31	12	cj	Válvulas de nivelamento completa com os acionadores.
32	1	cj	Conjunto completo de buzinas completas - Todas as buzinas que equipam um trem de 4 carros.
33	8	cj	Pantógrafos completos.
34	8	un	Isoladores de pantógrafo.
35	16	cj	Canoas para pantógrafo.
36	2	cj	Sistema de acionamento do pantógrafo completo.
37	1	cj	Aterramento do pantógrafo e chaves de segurança completo.
38	2	cj	Inversor Estático Auxiliar completo (Equipamento completo).
39	2	cj	Cartões para Inversor Estático Auxiliar completo (Todos os cartões de rack que equipam o Equipamento).
40	2	cj	Módulos de Potência (IGBT) do Inversor Estático Auxiliar completo (Todos os módulos de potência que equipam o Equipamento).
41	2	cj	Disjuntor extrarrápido completo (Caixa completa).
42	4	cj	Para-raios completo com tampa externa.
43	4	cj	Sistemas de escovas de conexão terra completo.
44	2	cj	Baterias completo.
45	1	cj	Caixa de Baterias completa.
46	1	cj	Cartões de comando e controle do sistema de Freio Eletrônico - Todos os cartões para equipar um trem de 4 carros

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSAIENTES DOS NOVOS TRENS			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
47	4	un	Fonte de alimentação do sistema de Freio Eletrônico
48	1	cj	Sistema antiderrapagem e antideslizamento do sistema de Freio Eletrônico - Todo o sistema para equipar um trem de 4 carros
49	1	cj	Conjunto completo de todas as válvulas pneumáticas e eletropneumáticas de freio para carro motor.
50	2	cj	Conjunto completo de todas as válvulas pneumáticas e eletropneumáticas de freio para os carros com cabine.
51	1	cj	Conjunto completo de válvulas pneumáticas e eletropneumáticas de freio para carro reboque.
52	6	cj	Unidade Eletropneumática de Controle de Freio (M) completa.
53	2	cj	Unidade Eletropneumática de Controle de Freio (R) completa.
54	4	cj	Painel Eletropneumática de freio auxiliar completo.
55	16	un	Cilindro de freios (Calipers) com acionadores para truque motor com freio de estacionamento.
56	16	un	Cilindro de freios (Calipers) com acionadores para truque motor.
57	4	un	Cilindro de freios (Calipers) com acionadores para truque reboque com freio de estacionamento.
58	64	un	Discos de freio.
59	256	un	Pastilhas de freio a disco.
60	1	cj	Sensores de velocidade para Freio Eletrônico - Todos os sensores para equipar um trem de 4 carros.
61	1	cj	Sistema de Detecção de Descarrilamento completo - Todos os sensores para equipar um trem de 4 carros.
62	1	cj	Sistema de sonorização completo - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
63	1	cj	Cartões eletrônicos de sistema de sonorização - Todos os cartões para equipar um trem de 4 carros.
64	1	cj	Sistema multimídia completo - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
65	1	cj	Indicador de destino completo - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
66	2	cj	Conjuntos de Rádio completo (Com conversor, microfone, painel, módulo GPS, alto falante, antenas etc.).

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSAIENTES DOS NOVOS TRENS			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
67	8	cj	Display Digital de Informações do Salão Acessibilidade completo (Painel de led e conversor).
68	8	un	Botão soco de emergência.
69	1	cj	Luminárias salão completas (Luminárias de salão, do gangway, de indicação de portas interna e externa) - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
70	1	cj	Luminárias da cabine completa (Luminária de cabine, spot, console e conversores) - Todos os componentes para equipar 2 cabines.
71	8	cj	Farol do trem completo.
72	8	cj	Farolete vermelho completo.
73	8	cj	Farolete branco completo.
74	8	cj	Intercomunicador de emergência salão / cabine completo.
75	2	un	Extintores de Incêndio de cabine.
76	8	un	Extintores de Incêndio de Salão dos Passageiros.
77	32	un	Tampa de proteção do comunicador (quebrável).
78	64	un	Tampa de proteção do botão de emergência do salão (quebrável).
79	32	un	Tampa de proteção da chave de abertura de porta do salão (quebrável).
80	32	un	Tampa de proteção do extintor de incêndio (quebrável).
81	16	cj	Mecanismos acionador de portas completo.
82	16	cj	Motores elétricos do acionador de portas completo.
83	32	cj	Cartões eletrônicos de portas completo (Módulo eletrônico de acionamento das portas).
84	8	cj	Folhas de porta de acesso ao salão completa com janela de porta (Par).
85	1	cj	Porta da cabine completa com janela de porta direita.
86	1	cj	Porta da cabine completa com janela de porta esquerda.

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSAIENTES DOS NOVOS TRENS			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
87	4	cj	Fechadura da porta da cabine direita.
88	4	cj	Fechadura da porta da cabine esquerda.
89	4	cj	Janela da porta da cabine completa.
90	2	cj	Porta (cabine) acesso ao salão completa.
91	4	cj	Fechadura da porta (cabine) de acesso ao salão.
92	1	cj	Conjunto de resistores de freio - Todos os resistores de freio que equipam um trem de 4 carros.
93	3	cj	Inversor estático de controle de tração completo (Equipamento completo).
94	4	cj	Conjunto de cartões eletrônicos para inversor estático de controle de tração completo (Todos os cartões de rack que equipam o Equipamento).
95	4	cj	Módulos de Potência (IGBT) para inversor estático de controle de tração (Todos os módulos de potência que equipam o Equipamento).
96	8	cj	Caixa Redutora do Eixo completa
97	12	un	Motor de Tração completo.
98	2	un	Manipulador de tração e freio completo.
99	12	un	Sensores de Velocidade para Motores de Tração.
100	12	un	Sensores de Temperatura para Motores de Tração completos.
101	2	cj	Conjuntos de Cartões de comando do dispositivo de Velocidade Imposta completos.
102	1	cj	Sistema de Vídeo Vigilância completo (Monitor de vídeo, do retrovisor, câmeras diversas e racks) - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
103	2	un	Dispositivo de armazenamento em estado sólido (SDD).
104	2	un	Dispositivo de armazenamento do Tipo Caixa Preta.
105	2	cj	Conjunto de comando do trem (Todos os painéis do Console) - Todos os componentes para equipar 2 cabines.
106	1	cj	Cartões eletrônicos do dispositivo de comando e controle do trem - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSAIENTES DOS NOVOS TRENS			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
107	1	cj	Wi Fi de transmissão de imagens e informações completo - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
108	2	cj	Conjunto de sistema de sinalização de bordo completo - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
109	1	cj	Conjunto sistema de detecção e extinção de incêndio - Todos os componentes para equipar um trem de 4 carros.
110	2	cj	Dispositivo de Homem Morto.
111	2	cj	Registrador de Eventos completo.
112	6	cj	Truques completos para carro motor com motor de tração.
113	2	cj	Truques completos para carro reboque.
114	8	cj	Conjunto de rolamentos para eixo de truque reboque completo, com caixas da ponta de eixo.
115	4	un	Eixos para truque reboque.
116	24	cj	Conjunto de rolamentos para eixo de truque motor completo, com caixas da ponta de eixo.
117	12	un	Eixos para truque motor.
118	32	un	Rodas ferroviárias.
119	2	cj	Dispositivo de lubrificação de frisos completo - Todos os componentes para equipar 2 carros com cabines.
120	16	cj	Bolsas de Ar de suspensão secundária dos truques completa.
121	16	cj	Conjunto de molas da suspensão primária do truque completa.
122	32	un	Amortecedor vertical suspensão primária.
123	16	un	Amortecedor vertical suspensão secundária.
124	8	un	Amortecedor transversal suspensão secundária.

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Os cálculos do valor dos trens foram baseados no Contrato de aquisição dos 10 trens da Série 1000 da CAF para BH (atualizado), fazendo a média dos cálculos da atualização por Dólar, por Euro e pelo índice do Contrato (IPCA e Euro).

Os desembolsos financeiros para aquisição dos novos TUEs com sobressalentes devem ser realizados ao longo dos 4 primeiros anos de concessão.

5.4.2.2. Implantação da função de quantidade de passageiros por carro para os trens da CAF

Deverá ser implantada, nos trens da CAF, a função que possibilita a contabilização e a disponibilização da quantidade de passageiros por carro, a fim de atender aos índices de performance operacionais.

Esta função deve permitir conhecer a quantidade de passageiros em tempo real nos trens com precisão superior a 95%.

Como o projeto do controle do trem é do fabricante CAF, esta função deverá ser implantada com o auxílio do fabricante CAF, possibilitando assim que as informações da quantidade de passageiros sejam visualizadas no TCMS (Monitor do Condutor), e sejam disponibilizadas através de um SWITCH para envio pelo sistema de rádio comunicação ao Centro de Controle.

Após receber a informação de abertura de porta, o sistema coleta dados e os transmite ao host de contagem. Esse host identifica as pessoas e calcula, respectivamente, o número de passageiros que entram e saem do trem, bem como o número de passageiros no carro atual. Após receber a mensagem de porta fechada, a contagem é interrompida. O host de contagem irá revisar e recalculer o número de passageiros nas imagens captadas enquanto as portas estavam abertas e calcular o número de passageiros que embarcaram e desembarcaram, bem como o número atual de passageiros no carro. O total de passageiros que embarcaram e desembarcaram na estação atual é enviado ao TCMS, e o resultado da contagem é exibido no monitor do sistema e transmitido via telemetria ao Centro de Controle.

Este sistema de contagem de passageiros do trem pode ser implantado, por exemplo, coletando vídeo de passageiros por meio da câmera panorâmica a ser instalada no teto do salão de passageiros. Através da tecnologia de inteligência artificial e de análise inteligente de vídeo, pode se alcançar a contagem precisa de passageiros a bordo. Em cada carro, quatro câmeras de ultra ângulo são instaladas no teto, com uma faixa de análise eficaz de cada uma delas alcançando aproximadamente 6 metros, permitindo assim a cobertura completa do interior do carro de passageiros.

Os desembolsos financeiros para essa manutenção devem ser realizados no 2º e no 3º ano da concessão.

5.4.2.3. Aquisição de um Simulador de Operação de Trens

Atualmente o treinamento de Condutores é realizado da forma convencional, sendo parte do curso em sala de aulas e parte nas cabines de condução ao lado de condutores operando com os trens comerciais. Esta estratégia de formação é normalmente muito morosa muito mais onerosa e difícil ou impossível para treinamento nas condições de degradação dos trens ou atípicas na operação comercial normal.

Sem o Simulador de Operação de Trens, a dificuldade dos operadores aumenta com os trens tipo da CAF e os novos, cuja eletrônica embarcada é de alta tecnologia e possui muitos recursos operacionais.

O Simulador de Operação deve ser uma ferramenta avançada, realista e segura, de que permita capacitar e reciclar condutores em um ambiente simulado, reproduzindo com fidelidade tanto as condições normais de operação quanto cenários complexos ou de emergência. O sistema, deve ser projetado para simular situações que não podem ser reproduzidas com segurança na operação real, sendo um componente essencial para garantir a eficiência e a segurança no sistema ferroviário.

Este simulador deverá contemplar as várias frotas de Material Rodante diferentes (Trens CAF, Trens Novos, VLTs Bom Sinal e VLTs Novos).

Pode-se treinar exaustivamente os operadores em condições adversas para evitar que estas, que ocorrem com menos frequência, acabem sendo um transtorno operacional.

O treinamento de reciclagem passa a ser de forma contínua, somente programando os horários de acesso ao Centro de Simulação. As atividades podem ser pré-carregadas por um supervisor de operação, programando um tipo de condução para cada período, e que vai sendo alterado para contemplar todos os pontos operacionais das linhas e dos trens.

O ideal é que a aquisição do simulador de operação esteja próxima da chegada dos novos trens e, devido ao prazo de entrega destes equipamentos, foi definido que o desembolso deva ocorrer no primeiro e no segundo ano da concessão.

O centro de simulação deve ser estruturado com um conjunto de postos físicos e software especializado. O núcleo do sistema é a cabine de simulação de trem, onde o condutor se posiciona para realizar os exercícios práticos. Essa cabine deve ser projetada como uma réplica funcional dos postos reais de condução, ainda que não necessariamente uma réplica em escala completa. A prioridade está em reproduzir com fidelidade a experiência de condução, respeitando a ergonomia, os controles, a disposição e o comportamento real dos sistemas de bordo. Os comandos a serem implementados no Simulador devem ser reais (originais), tanto em forma quanto em funcionamento, e permitir simular diferentes frotas ferroviárias por meio de painéis intercambiáveis, em especial do “Controlador Mestre”. Os demais comandos podem ser simulados de forma virtual por meio de telas sensíveis ao toque.

A opção proposta para a operação em Recife se constitui em dois Postos de Formação tipo Multipropósito, para atender ambas as linhas eletrificadas (trens) e as linhas Diesel (VLTs), onde se alcançará a máxima versatilidade do sistema de simulação. Também deve ser garantido pelo fabricante, uma escalabilidade futura.

Assim, o Simulador deverá conter:

HARDWARE:

2 POSTOS DE FORMAÇÃO multipropósito com campo de visão amplo, sendo possível realizar o treinamento de qualquer Material Rodante nos dois postos. Estes postos deverão ser fornecidos com 4 painéis intercambiáveis (com os comandos originais do Material Rodante), ou seja:

- 1 Painel do Controle Mestre dos Trens da CAF;
- 1 Painel do Controle Mestre dos Trens Novos;
- 1 Painel do Controle Mestre dos VLTs da Bom Sinal;
- 1 Painel do Controle Mestre dos VLTs Novos.

Junto à mesa de condução com um assento real, o simulador deve incorporar um sistema de visualização composto por uma ou mais telas de grande formato, posicionadas de forma a reproduzir o campo de visão de um condutor em uma cabine real. Essas telas devem exibir o ambiente ferroviário simulado, incluindo vias, estações, túneis, sinais, trens em circulação e condições climáticas. O ambiente visual deve ser complementado com um sistema de som que deve reproduzir, de maneira sincronizada e realista, os ruídos do Material Rodante e do ambiente (rolagem, frenagem, sinais acústicos, condições climáticas, interação com passageiros, entre outros), incluindo o efeito Doppler em tempo real para aumentar a imersão do usuário.

O ambiente visual do simulador deve reproduzir, por meio de modelagem tridimensional, todos os trechos ferroviários reais do Sistema Metropolitano do Recife, basicamente a Linha Centro – Eletrificada (1 e 2), a Linha Sul Eletrificada, a Linha Diesel Oeste e a Linha Diesel Sul. Essa representação inclui tanto a geometria da via quanto os elementos de sinalização, estações, passagens de nível e características topográficas. Os cenários podem apresentar condições variáveis de luz (dia, noite, amanhecer), clima (chuva, neblina) e aderência, além de gerenciar automaticamente a sinalização ferroviária em condições normais de operação.

Todos os elementos externos à cabine com os quais o condutor possa ter que interagir durante um procedimento de emergência também devem ser representados. O sistema deve permitir, por meio de uma tela sensível ao toque, acessar painéis virtuais de disjuntores, válvulas, interruptores e outros dispositivos, simulando as ações que seriam realizadas fora da cabine em situações como falhas técnicas graves ou evacuações.

1 POSTO DE INSTRUTOR

O posto do instrutor é o local onde são desenhadas, controladas, monitoradas e avaliadas as sessões de simulação. Este posto deve possuir vários monitores que permitam observar a atividade do condutor em tempo real, visualizar o ambiente 3D sob diferentes perspectivas, supervisionar as ações do usuário por meio de uma webcam integrada e se comunicar diretamente com o aluno. O software do instrutor deve permitir criar exercícios personalizados, configurar condições específicas de trem, clima, tráfego e falhas técnicas, e iniciar sessões. Durante as sessões, o instrutor poderá intervir diretamente na simulação, modificando parâmetros, gerando incidentes ou controlando elementos do trem remotamente, inclusive sem o conhecimento do aluno, para fins pedagógicos.

Uma das funcionalidades importantes do sistema é a avaliação. Cada sessão deve ser registrada integralmente, permitindo sua reprodução como se fosse um vídeo interativo. Durante a reprodução, devem ser mantidos todos os dados visuais, de controles, erros e eventos ocorridos durante o exercício. Além disso, o sistema deve ter uma detecção de erros automática, baseado em uma lista predefinida de ações incorretas ou inadequadas, como ultrapassar um sinal vermelho, exceder o limite de velocidade, frear bruscamente ou acionar sistemas de forma indevida. Esses erros devem ser avaliados objetivamente pelo sistema ou complementados por avaliações subjetivas inseridas pelo instrutor. Os parâmetros de avaliação poderão ser ajustados pelo instrutor, atribuindo pesos específicos.

Além disso, o simulador deve permitir que o instrutor extraia dados detalhados de cada sessão para análise posterior, tanto individual quanto coletiva. Todas as informações geradas durante as simulações — incluindo os erros cometidos, os parâmetros de condução, os eventos programados e as reações dos alunos — podem ser exportadas em formatos compatíveis com ferramentas de uso padrão (como Excel). Isso possibilita a construção de bases de dados para análise comparativa entre alunos, identificação de padrões recorrentes de erro, estudo da evolução formativa ou avaliação da eficácia pedagógica dos exercícios. O sistema também deve permitir a criação de sessões “modelo”, que servem como referência de condução eficiente ou correta, possibilitando comparações com as sessões reais dos alunos para detectar desvios, boas práticas ou áreas de melhoria. Essa abordagem confere ao simulador um valor analítico significativo, útil tanto para a melhoria contínua da formação quanto para a tomada de decisões estratégicas na gestão de recursos humanos e operacionais.

O simulador deve conter um módulo de condução eficiente, que permite analisar o consumo energético associado a cada estilo de condução. Essa análise pode ser feita em tempo real ou posteriormente, por meio de gráficos que exibem variáveis como tração, frenagem, velocidade, distância até os sinais ou consumo acumulado. Essa ferramenta favorece uma condução mais responsável e energeticamente eficiente, além de enriquecer o processo de formação com uma perspectiva operacional mais ampla.

1 POSTO DE OBSERVAÇÃO

Para reforçar o aprendizado coletivo, o sistema deve incluir um posto de observação, de onde outros alunos possam acompanhar ao vivo a sessão de simulação por meio de uma tela de grande formato. Essa tela deverá ter a possibilidade de ser dividida em várias seções, exibindo o ambiente simulado, os controles do condutor, a interface do instrutor e a câmera do aluno. Além disso, os observadores devem ter a possibilidade de participar de forma interativa, respondendo a perguntas ou analisando erros em tempo real, sob a coordenação do instrutor.

SOFTWARE:

Simulação das séries de trens e todos os seus sistemas:

- Trens CAF;
- Nova série a ser adquirida;
- VLTs Bom Sinal;
- Novos VLTs.

Sinalização própria da operação.

Simulação 3D das Linhas.

15 falhas para cada série de trem ou cada série de VLT:

O sistema deve ter capacidade para simular até 15 tipos diferentes de falhas técnicas para cada série de trem e para cada série de VLT. Essas falhas incluem problemas de tração, frenagem, sistemas pneumáticos, elétricos e de segurança, devendo ser acompanhadas de protocolos de atuação realistas, definidos em conjunto entre o fabricante e o operador. Esses protocolos devem permitir que o condutor pratique as respostas adequadas em situações como desligamento do pantógrafo, reinicialização de sistemas, isolamento de equipamentos ou evacuação do trem.

20 incidências relacionadas com a via e o sistema de sinalização:

O sistema deve ter capacidade para simular 20 incidentes de tráfego ou de ambiente, como obstáculos na via, mau funcionamento de sinais, invasão de pessoas nas vias, informações falsas na cabine ou condições de baixa aderência.

Deverá ser fornecido treinamento completo aos instrutores responsáveis por operar e manter o simulador. Esse treinamento incluirá o uso do software, a criação de exercícios, a interpretação de resultados, a detecção de falhas e as tarefas básicas de manutenção. O objetivo é garantir que os instrutores possam explorar plenamente todas as funcionalidades do simulador sem dependência direta do fabricante do Simulador.

Figura 5-29 Exemplo de Simulador de Operação de Trens e as imagens visualizadas





Fonte: Catálogo da Empresa LANDER Espanhola – Fabricante de Simuladores de Operação

5.4.2.4. Substituição com adaptação de novos truques para 3 VLTs

Toda a frota tem a necessidade de troca dos truques, que vem apresentando trincas e quebras que podem acarretar acidentes graves e problemas de segurança operacional. Considerando a vida útil futura, prevê-se a substituição desses truques por outros novos que podem ser adaptados aos VLTs.

Cabe ressaltar que o fabricante original (Bom Sinal) já não fabrica mais Material Rodante e atualmente a empresa Marco Polo é a única fornecedora no Brasil deste tipo de VLTs e consequentemente dos seus truques.

Foi definido este fornecimento com prestação de serviços para 3 VLTs (VLT 02, VLT 07 e VLT 09), porque a prestação de serviços para 1 VLT já foi contratada pela CBTU e instalado no VLT 05 que está em operação. Desta forma, os 4 VLTs a serem utilizados da frota atual já ficarão com os truques atualizados para atenderem o período da Concessão.

O orçamento é baseado em uma proposta atual da Marco Polo que contempla basicamente o fornecimento estrutura truque “H” completa, incluindo pino de tração, a suspensão primária “molas”, a suspensão secundária “bolsa de ar”, os amortecedores hidráulicos, a tubulação, as mangueiras pneumáticas e a válvula niveladora. Serão reutilizados os “calipers” e bloco de freio, os rodeiros com redutora e os rodeiros que não possuem a redutora (os equipamentos reutilizados deverão ser fornecidos pela Concessionária, em condição operacional), bem como os serviços de adaptação e instalação nos VLTs.

Os desembolsos financeiros para substituição com adaptação de novos truques para estes 3 VLTs devem ser realizados ao longo do primeiro ano de concessão, juntamente com a aquisição dos novos VLTs.

5.4.2.5. Aquisição de sobressalentes para VLTs

Na aquisição dos VLTs Bom Sinal não houve a aquisição de sobressalentes e a CBTU/STU Recife vem tentando adquiri-los, mas ainda não dispõe de recursos financeiros.

A lista de sobressalentes normalmente atende toda a vida útil do VLT, pois passa a ser um componente de giro. Complementarmente, os equipamentos e componentes das 5 unidades que não serão remobilizadas dos VLTs servirão para utilização como material de giro para o restante da frota.

Sem a compra de sobressalentes, a tendência é a imobilização dos VLTs ao longo do tempo por falta de peças e a impossibilidade do cumprimento do Plano de Manutenção obrigatório para garantir as condições de segurança e confiabilidade dos VLTs.

A lista de sobressalentes a ser adquirida deverá conter no mínimo os itens elencados na tabela abaixo:

Tabela 5-4 Lista Mínima de Sobressalentes

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSALENTES DOS VLTS DA BOM SINAL			
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO
1	1	cj	Fornecimento estrutura truque “H” completa, incluindo pino de tração, a suspensão primária “molas”, a suspensão secundária “bolsa de ar”, os amortecedores hidráulicos, a tubulação, as mangueiras pneumáticas e a válvula niveladora para um VLT completo (3 carros).
2	4	cj	Geradores completos e/ou Revisão Geral de Geradores da Frota de VLTS baixados.
3	4	cj	Power Pack / Motores completos e/ou Revisão Geral dos Power Pack / Motores da Frota de VLTS baixados.
4	8	cj	Redutoras de Eixo completas e/ou Revisão Geral das Redutoras de Eixo da Frota de VLTS baixados.
5	2	cj	Sistema de Freio KBRXI completo e/ou Revisão Geral do Sistema de Freio da Frota de VLTS baixados.
6	8	cj	Bloco de Freio e/ou Revisão Geral dos Blocos de Freio da Frota de VLTS baixados.
7	8	cj	Caliper de Freio (Freio a disco) e/ou Revisão Geral dos Calipers de Freio da Frota de VLTS baixados.
8	6	cj	Equipamentos de Ar-condicionado do salão completos e/ou Revisão Geral dos Equipamentos de Ar-Condicionado da Frota de VLTS baixados.
9	4	un	Engates das Cabeceiras frontais completos.
10	4	cj	Novo Sistema Audiovisual e AP completo para substituição dos 4 VLTS em Operação.
11	4	cj	Novo Sistema de Indicador de Destino completo para substituição dos 4 VLTS em Operação.
12	8	un	Para-brisa dianteiro para carros com cabine.
13	2	cj	Máscara dianteira para carros com cabine completa (Frontal, tampas e saias laterais).

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

O valor adotado para esta aquisição é o valor de metade de um VLT novo. Estes sobressalentes deverão atender a remobilização de 2 VLTS e a continuidade da frota de 4 VLTS até o final da concessão. O valor do VLT novo foi baseado em um orçamento atual da empresa Marco Polo.

Os desembolsos financeiros para aquisição de sobressalentes para a atual frota de VLTS devem ser realizados ao longo dos dois primeiros anos de concessão, sendo o desembolso de 30% no primeiro ano e 70% no segundo ano.

5.4.2.6. Aquisição de VLTs para complementação da frota atual

Considerando os estudos de demanda, para a Linha Diesel Oeste e Linha Diesel Sul (já considerando a reserva operacional e a reserva de manutenção), é necessária uma frota mínima de 8 VLTs de 3 carros.

Considerando a utilização dos 4 VLTs atuais da Bom Sinal, é necessário adquirir 4 novos VLTs de 3 carros, bem como o valor de ½ VLT novo como sobressalentes, que serão utilizados durante todo o período da concessão.

O VLT a ser adquirido deve ser similar ao Modelo Prosper da Marco Polo na configuração MC+TC+MC (Carro Motor com Cabine + Carro Reboque + Carro Motor com Cabine), bidirecional, atendendo às Normas Ferroviárias Internacionais, um nível de emissão de gases de exaustão igual ou superior em qualidade ao Estágio III A – Norma UIC 624, possuir sistema de ar-condicionado monobloco, truques com suspensão secundária a ar, cabine ergonômica com ampla área envidraçada, com circulação interna tipo gangway, com capacidade de transporte de aproximadamente 180 passageiros, velocidade máxima de 80 km/h, com aceleração de partida de 0,7 m/s², desaceleração de freio de serviço de 0,8 m/s² e desaceleração de emergência de 1,0 m/s² e nível máximo de solavanco (JERK) de 1,0 m/s².

A lista de sobressalentes a ser adquirida deverá conter no mínimo os itens elencados na tabela abaixo:

Tabela 5-5 Lista Mínima de Sobressalentes dos Novos VLTs

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSALENTES DOS NOVOS VLTs				
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO	SISTEMA
1	2	cj	Unidade de Ar-Condicionado completa.	AC
2	8	un	Compressor do Ar-Condicionado.	AC
3	2	cj	Condensador completo.	AC
4	2	cj	Evaporador completo.	AC
5	8	un	Ventilador evaporador.	AC
6	6	un	Ventilador condensador.	AC
7	12	cj	Pressostatos do Ar-Condicionado.	AC
8	4	un	Sensor Temperatura de Ar de retorno.	AC
9	4	un	Sensor Temperatura Ar salão.	AC
10	2	cj	Módulos de controle Sistema de Informação ao passageiro completo.	INFO
11	4	cj	Painel de destino lateral completo.	INFO
12	2	cj	Painel de destino frontal completo.	INFO
13	4	cj	Monitor de destino interno completo.	INFO
14	8	un	Botoeira de Emergência.	INFO
15	2	cj	Módulos do Sistema de Sonorização completo.	INFO
16	2	cj	Rádios de Comunicação completo.	INFO
17	2	cj	Painel de controle do rádio completo.	INFO
18	2	cj	Monitor completo.	INFO
19	2	un	Gravador de imagem módulo CFTV.	INFO
20	8	cj	Câmera interna CFTV.	INFO
21	2	cj	Display do sistema de monitoramento completo.	INFO

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSAIENTES DOS NOVOS VLTS				
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO	SISTEMA
22	1	cj	Unidades de tração com motor, transmissão hidrodinâmica, conversor de torque e gerador de energia "Power Pack" completo.	TRAÇÃO
23	2	un	Eixo cardan.	TRAÇÃO
24	2	un	Eixo cardan intermediário.	TRAÇÃO
25	2	cj	Geradores AC integrado a unidade diesel completo.	TRAÇÃO
26	2	cj	Sensores de pressão - integrado a unidade diesel.	TRAÇÃO
27	4	cj	Sensores de velocidade - integrado a unidade diesel.	TRAÇÃO
28	4	un	Sensores de temperatura.	TRAÇÃO
29	12	cj	Bico injetor completo.	TRAÇÃO
30	2	cj	Indicador de nível de combustível completo.	TRAÇÃO
31	2	cj	Sensor nível combustível completo.	TRAÇÃO
32	2	cj	Conjunto eixo tração SK completo.	TRUQUE
33	2	cj	Conjunto eixo tração KE completo.	TRUQUE
34	1	cj	Conjunto truque tração completo.	TRUQUE
35	2	cj	Conjunto truque reboque completo.	TRUQUE
36	4	cj	Bolsa de ar da Suspensão Secundária completa.	TRUQUE
37	2	cj	Conjunto do eixo reboque completo.	TRUQUE
38	2	cj	Poltrona do condutor completa.	ESTR/ACAB
39	2	cj	Engate automático completo.	ESTR/ACAB
40	4	cj	Absorvedor de impacto "side buffer" completo.	ESTR/ACAB
41	4	cj	Conjunto acoplamento entre carros completo.	ESTR/ACAB
42	8	cj	Soquete jumper (entre cabeceiras) completo.	ESTR/ACAB
43	2	cj	Porta de cabine completa.	ESTR/ACAB
44	12	cj	Assento de passageiro completo.	ESTR/ACAB
45	8	cj	Janela lateral completa com policarbonato.	ESTR/ACAB
46	6	un	Buzina.	ESTR/ACAB
47	12	cj	Para-brisa.	ESTR/ACAB
48	4	cj	Conjunto limpador para-brisa completo.	ESTR/ACAB
49	8	cj	Haste limpador para-brisa completa.	ESTR/ACAB
50	8	un	Palheta limpador para-brisa.	ESTR/ACAB
51	3	cj	Câmera externa - LE	ESTR/ACAB
52	3	cj	Câmera externa - LD	ESTR/ACAB
53	2	cj	Unidade eletrônica do sistema de monitoramento completa.	ESTR/ACAB
54	2	un	Conversor AC / DC	ESTR/ACAB
55	3	cj	Passagens entre carros "gangway" completa.	ESTR/ACAB
56	6	un	Mangueiras para acoplamento entre carros.	ESTR/ACAB
57	6	un	Farol Lado Esquerdo.	ESTR/ACAB
58	6	un	Farol Lado Direito.	ESTR/ACAB
59	8	cj	Iluminação interna completa.	ESTR/ACAB
60	16	cj	Luminárias completa de salão.	ESTR/ACAB
61	4	cj	Iluminação da cabine completa.	ESTR/ACAB

LISTA MÍNIMA DE SOBRESSALENTE DOS NOVOS VLTS				
ITEM	QTDE.	UNID.	DESCRIÇÃO	SISTEMA
62	2	cj	Unidade controle freio M completa.	FREIO/AR
63	1	cj	Unidade controle freio R completa.	FREIO/AR
64	2	cj	Unidades de controle pneumático - reboque por locomotiva completa.	FREIO/AR
65	4	cj	Unidade eletrônica de freio completa.	FREIO/AR
66	6	cj	Sensor velocidade freio completo.	FREIO/AR
67	2	cj	Controle freio estacionamento completo.	FREIO/AR
68	4	cj	Pinça "caliper" freio truque reboque completa.	FREIO/AR
69	4	cj	Bloco de freio completo.	FREIO/AR
70	4	cj	Válvulas freio completo.	FREIO/AR
71	6	un	Válvula niveladora.	FREIO/AR
72	2	un	Manômetro.	FREIO/AR
73	16	un	Disco de freio.	FREIO/AR
74	48	un	Pastilhas de freio de atrito.	FREIO/AR
75	2	cj	Compressores de ar + Unidade Secador de ar completos.	FREIO/AR
76	2	cj	Controlador freio/tração - "Master controller" completo.	FREIO/AR
77	4	cj	Mecanismos de porta completo	PORTA
78	4	un	Folha de porta lateral - LE	PORTA
79	4	un	Folha de porta lateral - LD	PORTA
80	4	un	Motor de acionamento porta	PORTA
81	8	un	Unidades de controle de porta - DCU	PORTA

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2024.

Os desembolsos financeiros para aquisição dos novos VLTS com sobressalentes devem ser realizados ao longo dos 3 primeiros anos de concessão, sendo o desembolso de 30% no primeiro ano, 50% no segundo ano e 20% no terceiro ano.

Para a base de preço dos VLTS está sendo considerado o preço do VLT ofertado pela Marco Polo Rail à CBTU (cuja data base é 12/2023).

Figura 5-30 Modelo de VLT da Marco Polo



Fonte: Catálogo da Empresa Marco Polo – Modelo PROSPER Multiple Units

5.4.2.7. Revisão geral e modernização de uma locomotiva de bitola larga com aquisição de sobressalentes.

As locomotivas de bitola larga que atendem as linhas Centro e Sul se encontram inoperantes, em condição muito degradada de manutenção. As Locomotivas L01 e L02 são do Fabricante GENERAL ELETRIC, Modelo U6B, cujo ano de fabricação é 1967.

As locomotivas são utilizadas pelas equipes de Via Permanente e Rede Aérea e são fundamentais para a execução das manutenções em geral nos horários noturnos ou para atendimento em caso de avarias que impossibilitem a movimentação dos trens ou em caso de acidentes.

A indisponibilidade dessas locomotivas impossibilita as manutenções preventivas ao longo do trecho, o que coloca o sistema em colapso, logo, a revisão geral com modernização de uma locomotiva é indispensável, bem como a aquisição de sobressalentes nesse processo.

A Concessionária deverá efetuar a revisão geral com modernização de uma das locomotivas e poderá utilizar as peças da outra locomotiva, deixando assim uma das locomotivas para processo de baixa patrimonial.

A revisão geral com modernização deve ser de forma ampla, efetuando a manutenção nos seguintes sistemas no mínimo:

SISTEMA MOTOR-DIESEL: Motor Diesel, Conjunto do Governador, Conjunto de Lubrificação, Conjunto de Arrefecimento, Conjunto de Força e Acessórios do Motor Diesel.

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE AR COMPRIMIDO: Filtros, Compressor, Eletroválvulas, Pressostatos, Válvula de Segurança, Válvula de Retenção, Reservatório Principal e Tubulações.

SISTEMA MECÂNICO: Aparelho de Choque e Tração, Engate, Truque, Limpa Trilhos, Plataforma e Cofre, Escadas, Estrutura Metálica, Areeiros e Elementos de Transmissão.

SISTEMA DE FREIO PNEUMÁTICO: Válvulas de Freio, Cilindro Pneumático, Manipulador de Freio (Independente), Manipulador de Freio (Automático), Torneiras, Mangotes, Bocais de Acoplamento e Braçadeiras, Calços do Freio, Freio de Estacionamento (Manual) e Filtros de Ar.

SUPRIMENTO ELÉTRICO: Gerador Principal, Gerador Auxiliar, Excitatriz, Baterias, Cablagem em Geral, Fusíveis, Motor Alternador, Contatores de Geração, Terminais Elétricos em Geral e Regulador de Voltagem.

SISTEMA DE PROPULSÃO: Motor de Tração, Contatores de Potência, Cabos de Alta Tensão e Terminais Elétricos.

SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE, SISTEMA DE SINALIZAÇÃO, ILUMINAÇÃO E COMUNICAÇÃO e SISTEMA DE ACABAMENTO E CONFORTO

Os desembolsos financeiros para esta atividade devem ser realizados no 2º e no 3º ano de concessão.

Figura 5-31 Locomotivas de bitola larga



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.2.8. Aquisição de uma locomotiva de bitola larga com aquisição de sobressalentes

Para a manutenção da Via Permanente e Rede Aérea e manobras / socorro aos trens, existem 2 locomotivas muito antigas com problemas graves de obsolescência e dificuldades de aquisição de peças.

Para uma das locomotivas está proposta a revisão geral e modernização e para a outra, a substituição por uma locomotiva nova.

As locomotivas são utilizadas pelas equipes de Via Permanente e Rede Aérea e são fundamentais para a execução das manutenções em geral nos horários noturnos ou para atendimento em caso de avarias que impossibilitem a movimentação dos trens ou em caso de acidentes.

Propõe-se a aquisição da locomotiva de imediato, uma vez que não existe nenhuma locomotiva em condição operacional, logo a aquisição de uma locomotiva é indispensável, bem como a aquisição de sobressalentes nesse processo.

A locomotiva a ser adquirida deve ser similar ao Modelo da Progress Rail EMD22C-AC, atendendo às Normas Ferroviárias Internacionais, capacidade em torno de 2.000 HP, velocidade máxima não inferior a 80 km/h, com motores de tração AC, sistema de freio eletrônico com frenagem dinâmica, cabine ergonômica com ar-condicionado e banheiro e capacidade de tanque de combustível de aproximadamente 5.000 litros.

Os desembolsos financeiros para esta aquisição devem ser realizados no 1º e no 2º ano de concessão.

Figura 5-32 Locomotivas de bitola larga da Progress Rail



Fonte: Catálogo da Empresa Progress Rail – Modelo EMD22C-AC

5.4.2.9. Aquisição de Locotrator para o pátio de Cavaleiro (CMC)

Para a movimentação dos trens dentro do Centro de Manutenção é adequado o uso de um Locotrator. Atualmente se faz a movimentação com um Locotrator em péssimas condições operacionais, cuja manutenção não é viável economicamente pelo alto grau de deterioração em geral (Locotrator LT 02, Fabricante TECTRAN - Ano de fabricação 1984).

Em curto prazo, o Locotrator existente poderá ficar inoperante, prejudicando os serviços de manobras em pátio e colocação dos trens no torno de rodas.

Propõe-se a aquisição de um Locotrator, bem como a aquisição de sobressalentes nesse processo.

O Locotrator a ser adquirido deve ser similar ao Modelo ZAGRO E-MAXI XL de 1.000 toneladas (elétrico), atendendo às Normas Ferroviárias Internacionais, com tração nas 4 rodas, possibilidade de condução pela cabine ou por controle remoto via rádio, com sistema de carregamento na tensão de 220 V – 60 Hz.

Os desembolsos financeiros para esta aquisição devem ser realizados no 2º ano da concessão.

Figura 5-33 Locotrator de bitola larga da Zagro



Fonte: Catálogo da Empresa Zagro – Modelo E-MAXI XL

5.4.2.10. Reforma e revisão geral de Mesa falsa para troca de truques

No Pátio de Cavaleiro (CMC) existe uma Mesa falsa de troca de truques para os trens de bitola larga (1.600 mm), do fabricante H.S. Desenvolvimento, que com uma manutenção adequada poderia ser mantido até o final da concessão.

A Mesa falsa de troca de truques é um equipamento vital para a manutenção preventiva dos rodéis, que impacta na segurança operacional dos trens.

Sem a devida manutenção, o equipamento atual poderá caminhar para uma imobilização, o que terá consequências graves na manutenção por falta de agilidade na retirada dos truques dos trens para a manutenção em oficina destes equipamentos.

Os desembolsos financeiros para essa ação devem ser realizados no terceiro ano da concessão.

Figura 5-34 Mesa falsa para troca de truques Ref. HS-DT-TRQ-1.6



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.2.11. Reforma e revisão geral do Torno Romi da seção de usinagem

No Pátio de Cavaleiro (CMC) existe um Torno Romi na seção de usinagem, que atende a produção de peças especiais para os trens elétricos, locomotivas e VLTs, que com uma manutenção adequada poderia ser mantido até o final da concessão.

O torno universal é um equipamento vital para a manutenção.

Sem a devida manutenção, o equipamento atual poderá caminhar para uma imobilização, o que terá consequências graves na manutenção por falta da produção de peças de usinagem.

Basicamente os serviços de reforma e revisão geral compreendem a restauração da geometria entre eixos e cabeçote, reparos e aplicação de turcote nas guias dos eixos X e Z, restauração do conjunto de contraponto, restauração do sistema de lubrificação, restauração no sistema de comando e motorização, substituição dos componentes danificados, alinhamento entre cabeçote e contraponto, reparos e limpeza dos componentes do painel elétrico, substituição dos limpadores do barramento, montagem dos conjuntos, ajustes finais e testes, dentre outros.

Os desembolsos financeiros para essa ação devem ser realizados no 1º ano da concessão.

Figura 5-35 Torno ROMI



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.2.12. Aquisição de truques falsos

Para a manutenção pesada dos trens em que é obrigatória a retirada dos truques, se faz necessária a utilização de truques falsos para se ter uma versatilidade, evitando que trens fiquem em macacos hidráulicos esperando pelo retorno do truque e utilizando espaços importantes dentro das Oficinas. Esta condição possibilita o trabalho em vários trens simultaneamente.

Esses truques falsos deverão ter um freio manual com sapata de freio, ter instalado em um suporte um calço de roda, serem pintados de amarelo, e possuírem uma capa de proteção quando fora de uso em locais abertos.

O fabricante do truque falso deverá apresentar o cálculo estrutural com elementos finitos e sua capacidade deve estar adequada para suportar o carro mais pesado entre a frota CAF e a frota de Trens Novos, deverá apresentar os certificados dos materiais empregados na fabricação, cada truque falso deverá apresentar uma placa de identificação com os dados relevantes da fabricação, capacidade e número de série.

Em não adquirindo os truques falsos a produção fica limitada, pois normalmente o serviço é realizado carro a carro. No caso de aquisição de 8 truques falsos, podem ser efetuados os trabalhos em um trem completo de 4 carros simultaneamente.

Os desembolsos financeiros para esta aquisição devem ser realizados no 3º ano de concessão.

5.4.2.13. Aquisição de saca-rolamentos (saca cartuchos de Rolamentos) para os trens elétricos

Para a manutenção pesada dos trens em que é obrigatória a retirada dos rolamentos, se faz necessária a utilização de equipamentos saca-rolamentos de capacidade compatível com estes rolamentos ferroviários.

Em não adquirindo o saca-rolamentos a retirada pode ser executada de maneiras não apropriadas, causando danos nos rolamentos, que tem uma vida útil muito grande e são itens de alto valor, associado à grande quantidade de rolamentos por trem.

O desembolso financeiro para esta aquisição deve ser realizado no 1º ano da concessão.

Figura 5-36 Saca-rolamentos



Fonte: Catálogo da Empresa HS Desenvolvimento Ind. e Com. de Equip. Mecânicos

5.4.2.14. Aquisição de sapatilha dinamométrica

Para a manutenção preventiva dos trens, tanto em manutenções nos trens como na revisão geral dos “Calipers” de freio, se faz necessária a medição do esforço frenante dos atuadores de freio. Este equipamento deverá servir para os trens da CAF, bem como para novos trens a serem adquiridos.

Sem estas medições fica inconclusiva a eficiência dos atuadores de freio, sendo que este serviço deve fazer parte do Plano de Manutenção dos trens, e deve ser considerado como segurança dos trens para a operação comercial.

Basicamente o sistema é composto por Notebook configurado com o programa previamente instalado necessário à utilização do equipamento; 2 Fontes de alimentação (Notebook e Células de Carga); 8 Sapatilhas de Medição (Equipadas com Células de carga); 2 Caixas de comunicação entre células e computador; 10 Cabos para conexão das células de carga e do computador; 2 Maletas especialmente desenvolvidas para o acondicionamento e transporte do equipamento; 4 Baterias (recarregáveis) para alimentação das células de carga; 1 Router para transmissão dos dados sem fio e demais acessórios.

O desembolso financeiro para essa aquisição deve ser realizado no primeiro ano da concessão.

Figura 5-37 Sapatilha Dinamométrica



Fonte: Catálogo da Empresa SIDEREA – Argentina

5.4.2.15. Aquisição de medidor de perfil de rodas a laser

Para a manutenção preventiva dos trens, tanto na execução das atividades diretamente nos trens montados, como na revisão geral dos Rodeiros (equipamentos desmontados), se faz necessária a medição das condições do perfil das rodas, e deve fazer parte da rotina de manutenção preventiva

dos trens. Este equipamento deverá servir para os trens da CAF, para os VLTs, bem como para novos trens e VLTs a serem adquiridos.

Sem a realização das medições fica difícil um planejamento da vida dos rodeiros, sendo que este serviço deve fazer parte do Plano de Manutenção dos trens. A aquisição de 2 equipamentos se faz necessária para utilização na manutenção dos trens e nas manutenções de rodeiros ou nos tornos de rodas subterrâneo.

Basicamente o medidor de perfil de rodas com medidor de bandagem é composto de uma haste ou suporte magnético 90° reforçado, com software atualizado, PDA “touch screen” robusto com “bluetooth” para recepção, visualização e armazenamento de dados e configuração, incluindo licença, scanner laser, carregadores de bateria para PDA e scanner laser, cabo universal e adaptador “bluetooth/USB”, maleta e demais acessórios.

Este equipamento deve ser integrado com o medidor de diâmetro de rodas, utilizando o mesmo PDA. O desembolso financeiro para essa aquisição deve ser realizado no primeiro ano da concessão.

Figura 5-38 Medidor de Perfil de Rodas a Laser



Fonte: Catálogo da Empresa Capi Controle & Automação – Brasil

5.4.2.16. Aquisição de medidor portátil do diâmetro de rodas

Para a manutenção preventiva dos trens, tanto na execução das atividades diretamente nos trens montados, como na revisão geral dos Rodeiros (equipamentos desmontados), se faz necessária a medição do diâmetro de rodas, e deve fazer parte da rotina de manutenção preventiva dos trens. Este equipamento deverá servir para os trens da CAF, para os VLTs, bem como para novos trens e VLTs a serem adquiridos.

Sem a realização das medições fica difícil um planejamento da vida dos rodeiros, sendo que este serviço deve fazer parte do Plano de Manutenção dos trens.

O medidor de diâmetro de rodas deverá trabalhar na função “Bluetooth”, que permite coleta de dados com o PDA do medidor de perfil de rodas, carregador de bateria. A resolução do equipamento deverá ser de no mínimo 0,1 mm, com erro de medição máximo de +/- 0,2 mm, e ter gama de medição de rodas entre 600 e 1.400 mm.

Este equipamento deve ser integrado com o medidor de perfil de rodas a laser, utilizando o mesmo PDA.

O desembolso financeiro para essa aquisição deve ser realizado no primeiro ano da concessão.

Figura 5-39 Medidor de Diâmetro de Rodas



Fonte: Catálogo da Empresa Capi Controle & Automação – Brasil

5.4.2.17. Aquisição de equipamento de teste para pantógrafos

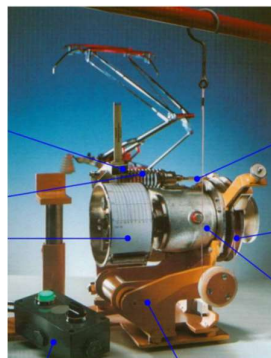
Para a manutenção dos pantógrafos nas seções de oficina, são obrigatórios os testes de avaliação da força e das velocidades de subida e descida do pantógrafo.

Sem o equipamento de teste para pantógrafos, estas características podem não ser bem aferidas e causar acidentes na rede aérea, cujos transtornos operacionais são importantes e os danos em geral causam a perda completa do pantógrafo.

O equipamento deverá medir a pressão de contato, estática do Pantógrafo, tanto ao subir como ao descer, e registrar em toda a altura de trabalho, devendo se medir todos os tipos de pantógrafos. O campo de medição deverá ser de no mínimo de 40 –120 N, com precisão mínima de 5%, velocidade de subida e descida de 0,05 m/s e com altura de trabalho até 3,3 metros.

O desembolso financeiro para esta aquisição deve ser realizado no 1º ano da concessão.

Figura 5-40 Equipamento de teste de pantógrafos



Fonte: Catálogo da Empresa SCHUNK do Brasil

5.4.2.18. Aquisição de lavador de peças grande

Na Oficina de Cavaleiro existe a necessidade de uma seção para lavagens de peças equipada com lavadoras automáticas, para ser utilizada na manutenção dos veículos e locomotivas.

Sem um Lavador de Peças grande, a lavagem continua sendo realizada de forma manual, com qualidade inferior à requerida e com dificuldades de atender às exigências de meio ambiente.

A lavadora de peças deverá ser construída em aço inox com estrutura tubular leve e resistente, composta de uma bomba centrífuga de alta vazão com motor ventilado, de onde são projetados

vários jatos sob pressão nas peças em todas as direções. O sistema de jatos é composto por bicos spray confeccionados em inox e o sistema hidráulico, e montado em um formato que proporcione a eficácia da lavagem das peças. Os bicos de inox devem projetar o líquido em formato de leque aquecido em todas as direções.

Deve ser projetada para desengraxar ou limpar as peças através de um ambiente fechado com solução biodegradável aquecida. A rotação do cesto ocorre pela força de um moto redutor.

Deve ter capacidade aproximada de carga de 600 kg, temperatura de aquecimento rápido até 60°C e limite de 95°C, reservatório em torno de 300 litros e potência em torno de 30 KW, abastecimento automático do reservatório, condensador de névoa, secagem por ar comprimido, abertura automática, cortina de segurança, skimmer de disco, filtro bag, desoleador coalescente e bandeja de contenção.

O desembolso financeiro para esta aquisição deve ser realizado no 1º ano da concessão.

Figura 5-41 Lavador de peças grande



Fonte: Catálogo da Empresa MAG Lavadoras Industriais

5.4.2.19. Aquisição de máquina de lavar trens

No Pátio do Centro de Manutenção de Cavaleiro (CMC) existe uma máquina automática de lavar trens que se encontra inoperante, entretanto as instalações, a infraestrutura civil, etc., são adequadas, devendo ser adquirida uma nova máquina em substituição à atual, que está totalmente deteriorada, não sendo passível de recuperação.

Em não adquirindo a máquina de lavar os trens, estes continuarão sendo lavados manualmente por empresa subcontratada, com uma logística complicada e um tempo de imobilização muito maior para a execução desta atividade.

A máquina de lavar trens deve ser completa, com todos os acessórios para uma lavagem automática tanto das máscaras como das laterais, com sistema de reciclagem e captação de água, com um sistema para reuso da água de grande capacidade, evitando alto consumo de água. A máquina de lavar deverá atender todas as normas de meio ambiente do Brasil.

Os desembolsos financeiros para aquisição e instalação da nova máquina de lavar trens devem ser realizados ao longo dos 3 primeiros anos de concessão.

Figura 5-42 Máquina de lavar trens



Fonte: Catálogo da Empresa SULTOF

5.4.2.20. Aquisição de mesa falsa para troca de truques de bitola métrica para a Oficina de Cajueiro Seco

No Pátio de Cajueiro Seco não existe uma infraestrutura para a troca de truques dos VLTs e locomotivas de bitola métrica.

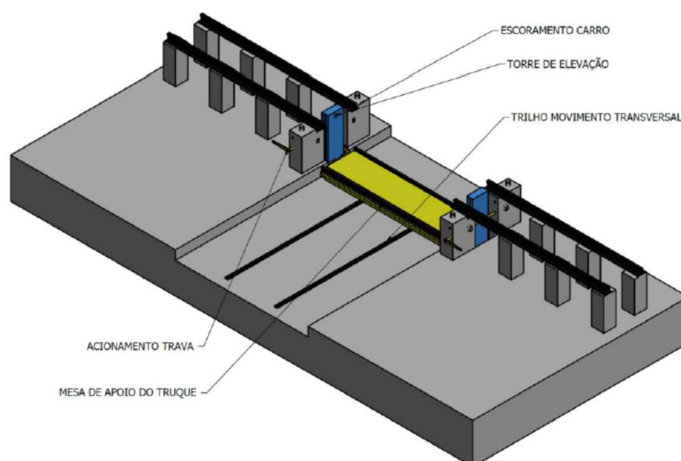
A Mesa falsa de troca de truques é um equipamento vital para a manutenção preventiva dos rodeiros, que impacta na segurança operacional dos trens.

Sem a aquisição deste equipamento, as intervenções que requerem a troca de truques, que poderiam ser realizadas através de macacos hidráulicos, ficam muito complicadas, uma vez que os VLTs possuem “gangway”.

A mesa falsa tipo DROP TABLE deverá ser completa para atender aos VLTs novos e os já existentes da Bom Sinal, bem como as locomotivas de bitola métrica, e a montagem deve atender todas as normas de segurança operacionais.

Os desembolsos financeiros para esta aquisição devem ser realizados no 3º ano da concessão.

Figura 5-43 Esquemático básico da Mesa falsa para troca de truques – Tipo DROP TABLE



Fonte: Catálogo da Empresa HS Desenvolvimento Ind. e Com. de Equipamentos Mecânicos

Figura 5-44 Mesa falsa para troca de truques tipo DROP TABLE



Fonte: Catálogo da Empresa HS Desenvolvimento Ind. e Com. de Equipamentos Mecânicos

5.4.2.21. Aquisição de torno de rodas para rodeiros avulsos – Bitola mista para a Oficina de Cajueiro Seco

No Pátio de Cajueiro Seco não existe uma infraestrutura para o torneamento dos rodeiros dos VLTs e locomotivas de bitola métrica.

Atualmente estes serviços são realizados de forma improvisada no torno subterrâneo da Oficina de Cavaleiro, o que causa esforços não adequados neste torno, uma vez que ele foi concebido exclusivamente para a bitola larga.

Sem a aquisição deste equipamento os torneamentos serão realizados de forma inadequada, podendo reduzir muito a vida útil do torno subterrâneo, bem como uma logística de transporte de rodeiros problemática.

Este torno de rodeiros deve atender aos VLTs e as locomotivas de bitola métrica.

Os desembolsos financeiros para esta aquisição devem ser realizados no 2º ano da concessão.

Figura 5-45 Torno de Rodeiros (avulsos)



Fonte: Catálogo da Empresa AMECO Sistemas e Equipamentos

5.4.2.22. Aquisição de ponte rolante de 15 toneladas para a Oficina de Cajueiro Seco

No Pátio de Cajueiro Seco existe a necessidade de uma ponte rolante que deverá se movimentar em toda a extensão da oficina.

Todos os serviços de manutenção de ar-condicionado, movimentação dos truques e rodeiros, dentre outros, são realizados através da utilização da Ponte Rolante.

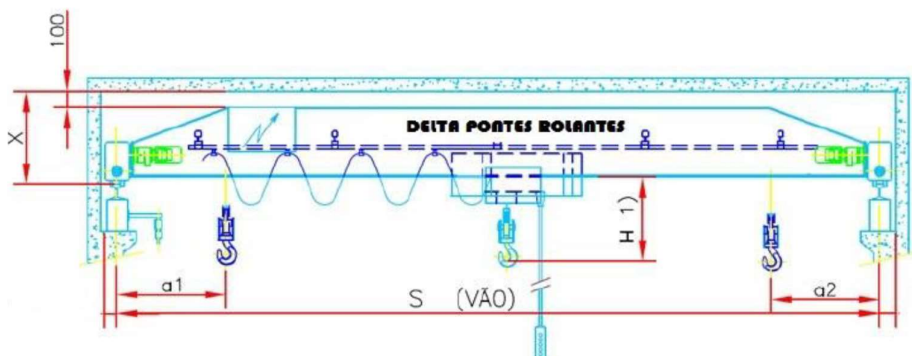
A Ponte Rolante para o Galpão Novo de Cajueiro Seco deve ter uma extensão de 80 m e um vão de 20 m, com uma viga única e uma capacidade de 15 toneladas, com altura útil de elevação aproximada de 8.000 mm e irá trabalhar internamente no Galpão.

A fabricação e projeto da Ponte Rolante deve atender as seguintes Normas: Estruturas da Ponte Rolante: ABNT – NBR 8400 – Grupo 1, Estrutura do Caminho de Rolamento: ABNT – NBR 8475, Mecanismos de Elevação: ABNT – 1 Bm e Componentes Elétricos: ABNT – NBR 5410, bem como as Normas de Manutenção de Pontes Rolantes e Pórticos.

Sem a aquisição deste equipamento a movimentação de cargas pesadas fica comprometida, dificultando os procedimentos de manutenção preventivos e corretivos dos trens.

Os desembolsos financeiros para esta aquisição devem ser realizados no 2º ano da concessão.

Figura 5-46 Esquema básico de uma ponte rolante



Fonte: Catálogo da Empresa HEA/ASB Soluções em equipamentos de elevação

5.4.2.23. Aquisição de empilhadeira de capacidade de 3.000 kg para a Oficina de Cajueiro Seco

No Pátio de Cajueiro Seco não existe uma empilhadeira para o içamento e movimentação dos equipamentos dentro da Oficina.

Sem a aquisição deste equipamento, a movimentação de cargas e colocação de equipamentos no sob-estrado, troca de para-brisas etc., ficam comprometidas, dificultando os procedimentos de manutenção preventivos e corretivos dos trens.

A empilhadeira deverá ter uma capacidade nominal de carga de 3.000 kg, mastro triplex, com capacidade de altura de elevação dos garfos de até 4800 mm, com comprimento até a face dos garfos em torno de 2700 mm, raio de giro em torno de 2460 mm, velocidade de deslocamento máxima com carga de 18 km/h, de combustível GLP, dentre outros acessórios.

O desembolso financeiro para esta aquisição deve ser realizado no 1º ano da concessão.

Figura 5-47 Modelo de empilhadeira de 3.000 Kg



Fonte: Catálogo da Empresa do Grupo KION / BAOLI

5.4.2.24. Aquisição de lavador de peças grande para a Oficina de Cajueiro Seco

Na Oficina de Cajueiro Seco também existe a necessidade de uma seção para lavagens de peças equipada com lavadoras automáticas, para ser utilizada na manutenção dos veículos e locomotivas.

Sem um Lavador de Peças grande, a lavagem continua sendo realizada de forma manual, com qualidade inferior à requerida e com dificuldades de atender às exigências de meio ambiente.

A lavadora de peças deverá ser construída em aço inox com estrutura tubular leve e resistente, composta de uma bomba centrífuga de alta vazão com motor ventilado, de onde são projetados vários jatos sob pressão nas peças em todas as direções. O sistema de jatos é composto por bicos spray confeccionados em inox e o sistema hidráulico, e montado em um formato que proporcione a eficácia da lavagem das peças. Os bicos de inox devem projetar o líquido em formato de leque aquecido em todas as direções.

Deve ser projetada para desengraxar ou limpar as peças através de um ambiente fechado com solução biodegradável aquecida. A rotação do cesto ocorre pela força de um moto redutor.

Deve ter capacidade aproximada de carga de 600 kg, temperatura de aquecimento rápido até 60°C e limite de 95°C, reservatório em torno de 300 litros e potência em torno de 30 KW, abastecimento automático do reservatório, condensador de névoa, secagem por ar comprimido, abertura automática, cortina de segurança, skimmer de disco, filtro bag, desoleador coalescente e bandeja de contenção.

O desembolso financeiro para esta aquisição deve ser realizado no 1º ano da concessão.

Figura 5-48 Lavador de peças grande



Fonte: Catálogo da Empresa MAG Lavadoras Industriais

5.4.2.25. Aquisição de uma locomotiva de bitola métrica com aquisição de sobressalentes

Para a manutenção da Via Permanente e manobras / socorro aos VLTs, existem 3 locomotivas (6003, 6004 e 6011), Fabricante ALCO, modelo RS-8, que a CBTU vem mantendo com dificuldades devido a problemas de obsolescência e dificuldades de aquisição de peças. A 6003 encontra-se em operação, a 6004 encontra-se em processo de manutenção corretiva do motor e a 6011 encontra-se em processo de revisão.

Estas locomotivas atendem os ramais Oeste e Sul da Linha Diesel e têm sido utilizadas para apoiar o transporte das equipes, dos materiais, das máquinas e das ferramentas para a manutenção da via permanente da Linha Diesel e para o reboque de VLTs.

A Concessionária deverá manter ao menos 2 locomotivas operacionais e poderá utilizar as peças e equipamentos da terceira antes da baixa patrimonial dela.

Entretanto, devido à idade e às condições operacionais destas locomotivas, propõe-se a aquisição de uma locomotiva de bitola métrica, bem como a aquisição de sobressalentes nesse processo, no segundo ano da concessão.

A locomotiva a ser adquirida deve atender às Normas Ferroviárias Internacionais, capacidade em torno de 1.000 HP, velocidade máxima de 80 km/h, com motores de tração AC, sistema de freio eletrônico com frenagem dinâmica, cabine ergonômica com ar-condicionado e banheiro.

Os desembolsos financeiros para esta aquisição devem ser realizados no 2º e no 3º ano de concessão.

5.4.2.26. Reforma e revisão geral da prensa de rodas de 400 toneladas com registro gráfico

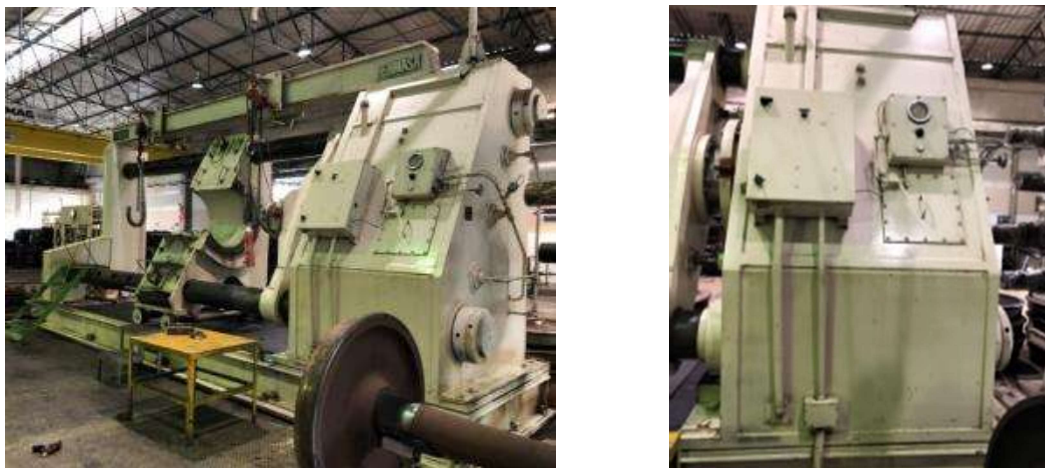
A execução das trocas de rodas dos rodeiros faz parte da rotina de manutenção preventiva dos trens e necessita a utilização deste equipamento.

Sem a reforma e revisão geral, o equipamento pode ficar inoperante, com a necessidade de a troca de rodas ser executada em terceiros, com uma logística de transporte complicada pelo volume e peso dos componentes que devem ser transportados. Este serviço faz parte da segurança operacional dos trens, devendo ser garantidos sua qualidade e o histórico em caso de acidentes.

Nesta reforma deve ser modernizado o sistema de Registro Gráfico atualmente instalado, pois se trata de uma adaptação.

O desembolso financeiro para essa manutenção deve ser realizado no terceiro ano da concessão.

Figura 5-49 Prensa de rodas de 400 toneladas com registro gráfico



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.2.27. Reforma e revisão geral do torno vertical

Para a execução das trocas de rodas dos rodeiros, que faz parte da rotina de manutenção preventiva dos trens, se faz necessária também a utilização deste equipamento.

Tal qual mencionado para a reforma da prensa de rodas, a não realização da reforma desse item acarretaria os serviços serem executados em terceiros, com uma logística de transporte complicada pelo volume e peso dos componentes que devem ser transportados. Este serviço também faz parte da segurança operacional dos trens, devendo ser garantidos sua qualidade e o histórico em caso de acidentes.

O torno de rodas vertical existente no pátio do Centro de Manutenção de Cavaleiro (CMC), devido à utilização contínua, necessita de uma reforma e revisão geral.

Os desembolsos financeiros para essa manutenção devem ser realizados no terceiro ano da concessão.

Figura 5-50 Torno vertical CNC



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.4.2.28. Reforma e revisão geral do torno de rodas subterrâneo

No Pátio de Cavaleiro (CMC) existe um Torno de Rodeiros Subterrâneo da marca HEGENSCHIEDT – Modelo 105S – N.º de Série 100857 – Ano de Fabricação 1986, de boa qualidade. Embora já tenha 35 anos, com uma manutenção adequada poderia ser mantido até o final da concessão.

O Torno de Rodas Subterrâneo é um equipamento vital para a manutenção preventiva dos rodeiros, que impacta na segurança operacional dos trens. Atualmente o existente precisa ser modernizado com um painel de comando eletrônico.

Sem a devida manutenção, o equipamento atual poderá caminhar para uma imobilização, o que terá consequências graves na manutenção por falta de torneamento das rodas.

A reforma com revisão geral basicamente consiste na substituição de todos os componentes elétricos, tanto de sinal quanto de potência; montagem eletromecânica completa; instalação de triturador de cavacos; substituição da unidade de controle; substituição dos motores elétricos de acionamento dos roletes de tração (com drive de acionamento); substituição dos servomotores (eixos x e z dos lados esquerdo e direito); substituição dos spindles; substituição dos painéis elétricos, cabos, sensores e componentes periféricos; substituição da Interface Homem Máquina (IHM); revisão dos roletes (tração e centralização das rodas) e fusos dos eixos de torneamento; revisão do sistema hidráulico (revisão dos cilindros, bombas, válvulas, reservatório, mangueiras, filtros e substituição do óleo hidráulico); revisão do sistema de lubrificação dos eixos; revisão da esteira transportadora de limalha; pintura do equipamento, conforme normativas pertinentes e padrão do fabricante; adequação às exigências contidas na Norma Regulamentadora NR-12; instalação do Comando Numérico Computadorizado (CNC) com software de operação, telas, receitas, alarmes, etc; fornecimento de software supervisor; fornecimento de todas as licenças perpétuas dos softwares instalados.

Os desembolsos financeiros para essa ação devem ser realizados no terceiro ano da concessão.

Figura 5-51 Torno subterrâneo de rodas



Fonte: Visita às instalações pela Equipe SYSTRA-GPO – 2021

5.5. DESOCUPAÇÃO NA FAIXA DE DOMÍNIO DA LINHA DIESEL

Para investimentos previstos em desocupação nas faixas de domínio do VLT Sul e VLT Oeste no projeto de concessão do Sistema Metroferroviário da Região Metropolitana do Recife (RMR), neste presente estudo, foi considerado como insumo a NOTA TÉCNICA - SEPE - Secretaria Executiva de Parcerias e Projetos Estratégicos - Nº 46/2025, disponibilizada em 22 de agosto de 2025 pelo Governo de Pernambuco, a qual apresentou a estimativa dos custos de desocupação nas faixas de domínio (item 5.5.1) e os custos de demolição orçadas conforme planilhas de composição de custos da SINAPI (data base maio/2024).

5.5.1. Nota Técnica - Desocupação

Parâmetros Considerados

- Total de unidades residenciais a serem desocupadas estimados: 530;
- Área total estimada ocupada: 31.683 m²;
 - Obs.: O levantamento de área em questão desconsiderou áreas não edificadas;
- Média de área por unidade habitacional: 60,15 m²;
- Base de cálculo dos valores:
 - Portaria MCID nº 725, de 15 de junho de 2023, Anexo V — Tabela 1 — Valores de Provisão Habitacional;
- Modalidade habitacional considerada: Unidade habitacional padrão em área urbana consolidada;
- Valor de referência (UFH) atualizado, considerando que serão construídos apartamentos para receber os moradores:
 - R\$ 176 mil por unidade, se considerado o valor constante na tabela 1, anexo V da Portaria MCID nº 725/2023, referente às metrópoles e seus arranjos populacionais.

RECORTE TERRITORIAL	(1) Municípios com população maior ou igual a 750 mil habitantes		(2) Municípios com população menor que 750 mil e maior ou igual a 300 mil habitantes		(3) Municípios com população menor que 300 mil e maior ou igual a 100 mil habitantes		(4) Municípios com população menor que 100 mil habitantes	
	Apto	Casa	Apto	Casa	Apto	Casa	Apto	Casa
(A) Grande Metrópole Nacional e Metrópoles Nacionais e seus respectivos Arranjos Populacionais	180.500	170.000	178.500	170.000	170.500	163.000	164.500	161.500
(B) Metrópoles e seus respectivos Arranjos Populacionais	176.000	162.000	169.500	162.000	168.500	158.000	162.500	157.000
(C) Capitais Regionais, Centros Sub-Regionais, Centros de Zona e Centros Locais e seus respectivos Arranjos Populacionais	170.500	161.000	168.000	161.000	165.000	157.000	158.000	154.000

(Redação dada pela Portaria MCID nº 489, de 19 de maio de 2025)

Considerações adicionais

Foram realizados levantamentos visuais em imagens de satélite, identificando a presença de 530 residências em situação de ocupação irregular nas faixas de domínio atual da CBTU, totalizando aproximadamente 31.683 m² de área a ser desocupada. Para fim de estimativa de custos, entendeu-se como medida apropriada que fossem levantados os custos para construção de novos empreendimentos capazes de receber as famílias que precisarão desocupar as áreas da faixa de domínio.

Nesse sentido foi estipulado o critério constante na Portaria MCID nº 725/2023, especialmente no que tange aos custos de provisão habitacional no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV).

Os levantamentos, conforme mencionado previamente, foram realizados a partir das imagens de satélite, as quais são apresentados no item 5.5.2 onde constam as imagens das áreas que precisarão ser desocupadas, a área estimada e a localização geográfica em coordenadas de cada área que precisará ser desocupada. Durante o Ano 1 (um) de Concessão, a Concessionária deverá fazer todo o levantamento da região, o desenvolvimento dos projetos para identificação precisa dos imóveis a serem desocupados, bem como providenciar a liberação da área para início das obras.

Quanto aos custos estimados, optou-se por utilizar o custo de provisão de unidade habitacional nova em substituição à ocupação irregular, por se tratar de parâmetro consolidado, verificável e compatível com as diretrizes de reassentamento previstas em projetos públicos dessa natureza. De forma a adotar o valor mais apropriado, entendeu-se que as estimativas de custos deveriam refletir a realidade do município do Recife-PE, haja vista a necessidade de observância de critérios como a proximidade geográfica, o acesso a equipamentos públicos e a integração às redes de transporte público.

Estimativa de Custos

Custo unitário estimado por desocupação:



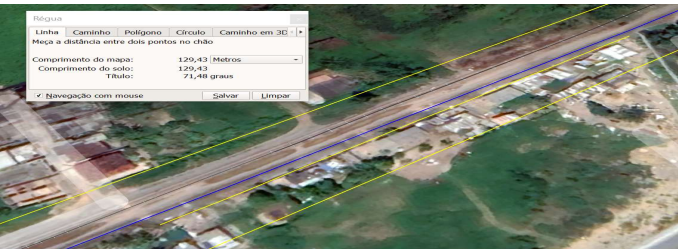

- R\$ 176 mil³⁶ (Portaria MCID nº 725/2023)

5.5.2. Levantamento de ocupações na faixa de domínio da Linha Diesel

Levantamentos – Ocupações no VLT Sul

	<p>8°16'40.31"S 35° 1'8.38"O</p>	<p>Edificações (3); terrenos (30 x 10 m)</p>
---	--------------------------------------	--

³⁶ Os valores considerados foram definidos através da atualização na Portaria de 19 de maio de 2025 para a deflação de custo para a data base de maio de 2024 foi considerando uma composição de custo de 70% do índice INCC e de 30% pelo índice IPCA resultando num valor unitário de R\$ 164.784,91.

	-8.277739° 35.018545°	-	17 x 10
	8°16'37.30"S 35° 0'59.26"O		12 x 36
	8°16'36.43"S 35° 0'56.54"O		12 x 130
	8°16'34.86"S 35° 0'51.47"O		12 x 75

	<p>8°16'30.81"S 35° 0'38.57"O</p>	<p>12 x 30</p>
	<p>8°14'24.32"S 34°58'29.80"O</p>	<p>10 X 7</p>
	<p>8°13'24.10"S 34°57'55.44"</p>	<p>8 X 40</p>

	<p>8°13'22.21"S 34°57'55.43"O</p>	<p>8 X 50</p>
	<p>8°13'11.42"S 34°57'55.05"O</p>	<p>8 X 5</p>
	<p>8°12'53.61"S 34°57'50.07"O</p>	<p>8 X 40</p>

	<p>8°12'51.31"S 34°57'49.50"O</p>	<p>30 X 8</p>
	<p>8°12'45.53"S 34°57'48.16"O</p>	<p>8 X 50</p>
	<p>8°12'36.99"S 34°57'46.00"O</p>	<p>8 X 16</p>

	<p>8°12'33.36"S 34°57'45.02"O</p>	<p>8 X 50</p>
	<p>8°12'28.18"S 34°57'43.90"O</p>	<p>40 X 8</p>

	<p>8°12'14.17"S 34°57'38.01"O</p>	<p>8 X 400</p>
--	---------------------------------------	----------------



	<p>8°11'52.55"S 34°57'28.57"O</p>	<p>8 X 300</p>
--	---------------------------------------	----------------

	<p>8°11'10.65"S 34°57'5.15"O</p>	<p>8 X 200</p>
	<p>8°11'5.98"S 34°57'0.37"O</p>	<p>8 X 300</p>

Levantamentos – Ocupações no VLT Oeste


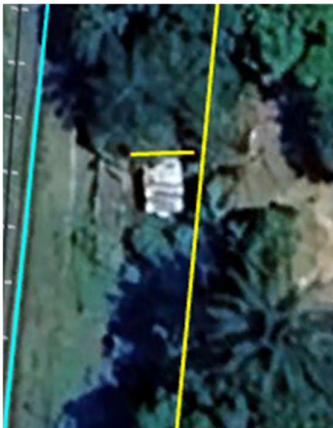

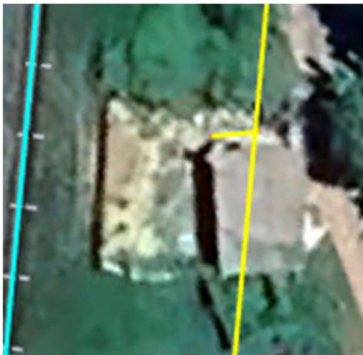
	<p>-8.142323° 34.962713°</p>	<p>- 5 x 25</p>
	<p>-8.142116° 34.962984°</p>	<p>- 7 x 11</p>
	<p>-8.142286° -34.963082°</p>	<p>10 x 40</p>




	<p>-8.141745° -34.963385°</p>	<p>20 x 3</p>
	<p>-8.141981° 34.963462°</p>	<p>- 3 x 24</p>
	<p>-8.141443° 34.963726°</p>	<p>- 7 x 27</p>

	-8.141358° 34.964151°	-	9 x 10
	-8.141241° 34.964272°	-	8 x 10
	-8.141050° 34.964174°	-	5 x 7
	-8.140977° 34.964263°	-	8 x 8


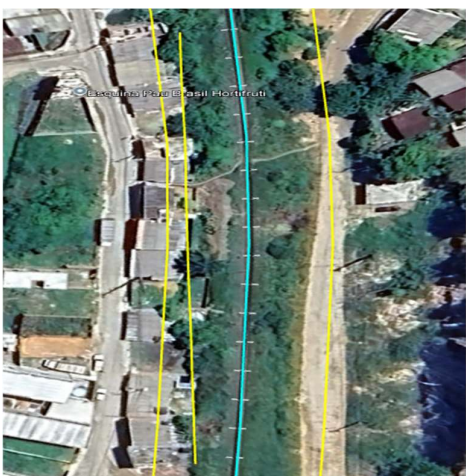

	<p>-8.140712° 34.964598°</p>	<p>- 40 x 8</p>
	<p>-8.140866° 34.964736°</p>	<p>- 10 x 8</p>

	<p>-8.139698° 34.965785°</p>	<p>- 60 x 8</p>
	<p>-8.139427° 34.966107°</p>	<p>- 20 x 8</p>
	<p>-8.139256° 34.966318°</p>	<p>- 5 x 15</p>

	-8.137305° 34.969925°	-	9 x 3
	-8.129731° 34.971583°	-	6 x 5
	-8.126061° 34.970455°	-	9 x 7
	-8.125870° 34.970394°	-	10 x 2

	<p>-8.125584° 34.970329°</p>	<p>- 14 x 9</p>
	<p>-8.125396° 34.970263°</p>	<p>- 7 x 15</p>
	<p>-8.123740° 34.969745°</p>	<p>- 9 x 4</p>



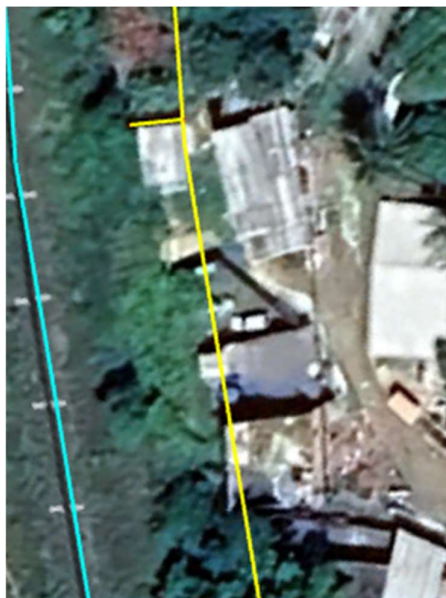
	<p>-8.122856° 34.969492°</p>	<p>- 7 x 32</p>
	<p>-8.122597° 34.969423°</p>	<p>- 22 x 6</p>




	<p>-8.122482° 34.969596°</p>	<p>- 4 x 18</p>
	<p>-8.120517° 34.969022°</p>	<p>- 7 x 145</p>
	<p>-8.117353° 34.969082°</p>	<p>- 5 x 90</p>

	-8.116139° 34.969653°	-	5 x 30
	-8.115793° 34.969909°	-	4 x 10
	-8.115501° 34.970161°	-	5 x 20
	-8.114969° 34.970220°	-	5 x 20




	<p>-8.115084° 34.970229°</p>	<p>- 25 x 4</p>
	<p>-8.115123° 34.970525°</p>	<p>- 3 x 12</p>
	<p>-8.115010° 34.970652°</p>	<p>- 4 x 20</p>

	-8.114550° 34.970859°	-	25 x 3
	-8.114628° 34.971146°	-	5 x 4
	-8.114227° 34.971374°	-	6 x 9
	-8.113873° 34.972841°	-	9 x 4



	<p>-8.113827° 34.973052°</p>	<p>- 3 x 15</p>
	<p>-8.113744° 34.973498°</p>	<p>- 3 x 11</p>
	<p>-8.113171° 34.975334°</p>	<p>- 15 x 5</p>





	<p>-8.113077° 34.975684°</p>	<p>- 15 x 5</p>
	<p>-8.113265° 34.975768°</p>	<p>- 4 x 7</p>
	<p>-8.113168° 34.975959°</p>	<p>- 5 x 6</p>

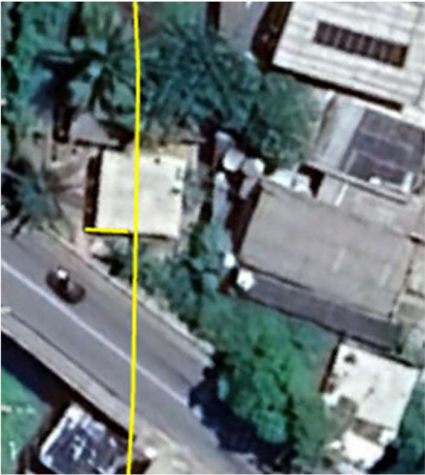


	<p>-8.112935° 34.976502°</p>	<p>- 9 x 60</p>
	<p>-8.112368° 34.977340°</p>	<p>- 7 x 20</p>



	-8.110964° 34.978351°	-	9 x 9
	-8.110484° 34.978614°	-	18 x 4
	-8.109090° 34.979631°	-	75 x 9

	-8.108242° 34.980374°	-	12 x 6
	-8.104975° 34.984771°	-	10 x 6
	-8.102995° 34.986244°	-	10 x 7
	-8.102580° 34.986280°	-	10 x 3





	-8.101299° 34.987421°	-	6 x 30
	-8.096552° 34.988420°	-	9 x 10
	-8.093204° 34.988007°	-	6 x 8
	-8.087847° 34.983254°	-	15 x 7





	-8.087550° 34.982947°	-	6 x 13
	-8.085113° 34.980906°	-	8 x 240 (37 casas)
	-8.084314° 34.980251°	-	7 x 21
	-8.083061° 34.979075°	-	8 x 15

	-8.082873° 34.978909°	-	8 x 3
	-8.082521° 34.978727°	-	8 x 4
	-8.082253° 34.978802°	-	11 x 80

	<p>-8.082346° 34.978642°</p>	<p>- 19 x 8</p>
	<p>-8.081314° 34.978176°</p>	<p>- 175 x 10</p>
	<p>-8.081562° 34.978505°</p>	<p>- 6 x 54</p>

	<p>-8.081423° 34.978413°</p>	<p>- 11 x 8</p>
	<p>-8.081151° 34.978307°</p>	<p>- 10 x 43</p>
	<p>-8.080699° 34.978117°</p>	<p>- 12 x 21</p>
	<p>-8.080391° 34.978000°</p>	<p>- 17 x 11</p>

	-8.080038° 34.977724°	-	66 x 5
	-8.079485° 34.977673°	-	9 x 4
	-8.079616° 34.977904°	-	11 x 4
	-8.079338° 34.977893°	-	12 x 15

	-8.079123° 34.977922°	-	12 x 20
	-8.078892° 34.977977°	-	10 x 26
	-8.078443° 34.978088°	-	12 x 22
	-8.077918° 34.978263°	-	23 x 6

5.6. SÍNTESE DA PROJEÇÃO DE INVESTIMENTOS

A Tabela 5-6 apresenta um resumo do total de investimentos necessários no período principal (3 primeiros anos) e nos demais anos para cada uma das disciplinas abordadas neste capítulo. Os serviços, respectivos insumos e quantidades de maneira desagregada estão apresentados no Anexo II, bem como os investimentos nas linhas elétricas (Centro e Sul) e os investimentos nas linhas diesel (Diesel Sul e Diesel Oeste) enviado com este relatório.

Tabela 5-6 Síntese da projeção de investimentos (Valores em R\$)

Concessão							
DISCIPLINA	Investimentos Principais			Investimentos Residuais			TOTAL
	Elétrica	Diesel	Total Principal	Elétrica	Diesel	Total Residual	
Edificações - Civil	198.387.695	108.473.248	306.860.943	-	-	-	306.860.943
Via Permanente	149.332.022	325.485.088	474.817.110	-	-	-	474.817.110
Rede Aérea	113.650.506	-	113.650.506	121.210.144	-	121.210.144	234.860.650
Material Rodante, Sobressalentes e Centros de Manutenção	588.518.031	237.835.596	826.353.627	65.542.400	-	65.542.400	891.896.027
Sinalização	526.560.855	53.563.163	580.124.019	-	-	-	580.124.019
Energia	478.426.552	-	478.426.552	-	-	-	478.426.552
CCO	35.163.760	-	35.163.760	-	-	-	35.163.760
Telecomunicações e TI	35.061.452	5.176.544	40.237.996	28.119.782	52.418	28.172.200	68.410.197
Equipamentos de Via	269.742.098	-	269.742.098	-	-	-	269.742.098
Licenças Ambientais	314.295	267.733	582.029	-	-	-	582.029
Obras de Arte Especiais (OAEs)	-	19.916.548	19.916.548	-	-	-	19.916.548
Equipamento de Proteção Coletiva	1.322.471	364.820	1.687.290	10.247.807	2.826.981	13.074.788	14.762.079
Desocupação e Demolição	-	95.402.873	95.402.873	-	-	-	95.402.873
TOTAL	2.396.479.738	846.485.613	3.242.965.351	225.120.133	2.879.399	227.999.532	3.470.964.883

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2025

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Operacional Básico (POB), apresentado no capítulo 2, partiu dos resultados do Estudo de Demanda, apresentando a demanda do cenário “Base”, do cenário “Principal” e a demanda referencial para a concessão. A redução dos intervalos dos serviços considerada no cenário principal indica que o nível de serviço não ultrapassa 6 passageiros/m².

O capítulo 3 propôs a seleção de indicadores de desempenho de operação e manutenção a serem utilizados para monitoramento e acompanhamento do contrato de concessão, tais como: tempo médio de percurso, cumprimento de oferta programada, acidentes com passageiros na linha, incidentes na operação, confiabilidade do material rodante e disponibilidade técnica de trens, de equipamentos nas estações e de sistemas. A definição de metas e de padrões para cada indicador será objeto de produtos subsequentes.

A metodologia para estimativa de Opex foi apresentada no capítulo 4, onde foram elencadas as categorias de custos operacionais, tais como: pessoal, energia de tração, manutenção, *utilities*, limpeza, bilhetagem, serviços de terceiros, treinamento e outros custos. O capítulo também traz o quantitativo de funcionários sugeridos para o período de concessão: no ano 2 da concessão haverá 1.170 postos, sendo 15 deles associados exclusivamente à implantação. A redução de funcionários do ano 2 da concessão em relação ao quadro da CBTU/STU Recife (data base de julho de 2023) é de 24,0%.

No capítulo 5, apresentou-se a metodologia utilizada para a projeção de investimentos para os próximos 35 anos, bem como os principais parâmetros, premissas e critérios considerados, tendo em vista o Plano Operacional Básico e os padrões de desempenho estabelecidos como ideais. As melhorias e aquisições necessárias foram apresentadas em três frentes principais:

- i. Para instalações, inserção urbana (via permanente, obras de arte especiais, edificações - civil, equipamento de proteção coletiva, e licenças ambientais) e desocupação na faixa de domínio da Linha Diesel, o investimento projetado é de R\$ 912 milhões, sendo que 99% desse montante deve ser desembolsado nos primeiros 3 anos de concessão, uma vez que são investimentos considerados principais, fundamentais para uma operação eficiente e segura.
- ii. Para sistemas (rede aérea, sinalização, energia, CCO, telecomunicações e TI, equipamentos de via), o montante projetado é de R\$ 1.666 milhões, sendo que 91% desse valor deve ser desembolsado no período dos investimentos principais.
- iii. Para material rodante, o montante projetado é de R\$ 891 milhões, sendo que 93% desse valor deve ser desembolsado no período dos investimentos principais.

Portanto, o investimento total previsto é de aproximadamente R\$ 3,471 bilhões, sendo R\$ 3,243 bilhões de caráter principal.