



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. - TRENURB, 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-BH – Belo Horizonte/MG**

**ANEXO 1F – DIRETRIZES DE INVESTIMENTOS EM MATERIAL
RODANTE E EQUIPAMENTOS DE MANUTENÇÃO**

Revisão 06

São Paulo, 08 de novembro de 2021

Consórcio:



SUMÁRIO

1	DEFINIÇÕES.....	3
2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	4
2.1	Frota atual	4
2.2	Frota futura	5
3	DIRETRIZES DE INVESTIMENTOS PARA A LINHA 1.....	6
3.1	EMPREENHIMENTO 1 - Aquisição de novos trens e sobressalentes.....	6
3.2	EMPREENHIMENTO 2 - Investimentos nos trens da Série 1000.....	6
3.2.1	Aquisição de lista de sobressalentes.....	6
3.2.2	Inserção de funcionalidade para medir a quantidade de passageiros por carro..	6
3.3	EMPREENHIMENTO 3 - Máquinas, equipamentos e ferramentas de manutenção.....	6
3.3.1	Aquisição de prensa de rodas de 300 toneladas com registro gráfico	6
3.3.2	Aquisição de torno vertical CNC.....	7
3.3.3	Aquisição da máquina de lavar trens	7
3.3.4	Aquisição de sapatilha dinamométrica	8
3.3.5	Aquisição de medidor de perfil de rodas a <i>laser</i>	8
3.3.6	Manutenção de torno de rodas subterrâneo.....	9
3.3.7	Aquisição de mesa falsa para troca de truques	9
3.3.8	Aquisição de locomotiva de 2000 HP	9
3.3.9	Aquisição de compressor estacionário de grande porte para Eldorado.....	10
3.3.10	Lavador de peças pequeno para Eldorado.....	10
3.3.11	Lavador de peças grande para Eldorado.....	11
3.3.12	Troca dos conjuntos de baterias	11
4	DIRETRIZES DE INVESTIMENTO PARA FUTURA EXPANSÃO DA LINHA 1 E LINHA 2.....	12
4.1	EMPREENHIMENTO 4 - Aquisição de novos trens e sobressalentes.....	12
4.2	EMPREENHIMENTO 5 - Aquisição de Simulador de Operação de Trens	12
4.3	EMPREENHIMENTO 6 - Máquinas, equipamentos e ferramentas de manutenção....	12
4.3.1	Aquisição de truques falsos.....	12
4.3.2	Aquisição de locotrator para o Pátio de São Gabriel	13
4.4	EMPREENHIMENTO 7 - Adequação da infraestrutura do Pátio e Via Permanente para construção de pera ferroviária	13

1 DEFINIÇÕES

Neste anexo são tratadas as diretrizes para aquisição de material rodante, investimentos nos trens em operação e aquisição de equipamentos para manutenção.

Para fins deste anexo, os termos abaixo definidos terão o significado apresentado na Tabela 1-1.

Tabela 1-1 Definições

ATC	<i>Automatic Train Control</i>
CAF	<i>Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles S.A.</i>
CBTU- BH	Companhia Brasileira de Trens Urbanos / Superintendência de Trens Urbanos de Belo Horizonte
RFFSA	Rede Ferroviária Federal S.A.
TUE	Trem Unidade Elétrica

Elaboração: Consórcio GPO-SYSTRRA-CESCON-RHEIN, 2021.

2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

2.1 FROTA ATUAL

O material rodante da CBTU-BH é composto de 35 trens de 4 carros cada, sendo:

- (i) 25 de fabricação Cobrasma, da Série 900 – 50% de motorização; e
- (ii) 10 de fabricação CAF, da Série 1000 – 75% de motorização.

A vida útil dos trens, definida em projeto, varia de 30 a 40 anos.

Os trens da Série 900 foram entregues em 3 etapas, a saber:

- (i) Primeira Entrega: trens oriundos da Cobrasma - 5 trens com idade aproximada de 36 anos;
- (ii) Segunda Entrega: trens oriundos da Adtrans - 10 trens com idade aproximada de 26 anos;
e
- (iii) Terceira Entrega: trens oriundos da Bombardier - 10 trens com idade aproximada de 18 anos.

Os trens da segunda e da terceira entregas possuem a mesma tecnologia dos trens da primeira entrega, uma vez que naquele momento foi privilegiada a padronização do material rodante.

Na ótica de vida útil, tem-se 15 trens em fase final de vida por idade e os demais por obsolescência, uma vez que todos os trens possuem a mesma tecnologia dos primeiros.

Essa obsolescência dos trens da Série 900 se dá nos seguintes sistemas:

- (i) Sistema de Segurança de Sinalização de Bordo (ATC de Bordo): de tecnologia ultrapassada, com muitos componentes eletromecânicos obsoletos (em especial os relés de segurança) ou degradados (como as placas de circuito impresso, por excesso de soldagens) – Muito crítico;
- (ii) Sistema de Tração – Crítico (embora a parte de controle já tenha sido substituída).

Mas existem outros pontos críticos nos trens da Série 900:

- (i) Ausência de climatização do salão de passageiros, que possui somente sistema de ventilação;
- (ii) Falta de padrão de acessibilidade para material rodante (esta série não atende às condições definidas na Norma de Acessibilidade ABNT - NBR 14021);
- (iii) Sistema de Sonorização e Informação ao Passageiro de baixa confiabilidade e com problemas operacionais rotineiros;
- (iv) Falta de sobressalentes;
- (v) Infiltração de água pela cobertura dos carros motores;
- (vi) A condução (comando) desses trens é na lateral direita, o que ergonomicamente é ruim pelos comandos do console; e
- (vii) Ausência de intertravamento para a abertura de portas.

Diante do exposto acima, os trens da Série 900 devem ser desativados por problemas de obsolescência e final de vida útil e deve-se adquirir novos trens em quantidade suficiente para atender às Diretrizes de Elaboração do Projeto de Operação, apresentadas no Anexo 2A, além da aquisição de sobressalentes para garantir o cumprimento do Plano de Manutenção e atender às atividades corretivas.

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 paralisação da operação comercial, parcial ou totalmente.

A não aquisição dos 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.

Os trens da Série 1000, por sua vez, cujo projeto é do ano de 2012, com idade aproximada de 8 anos, possuem tecnologia embarcada de nova geração com sistemas de controles totalmente eletrônicos, o que permite tração e frenagens mais eficientes, permitindo menor consumo de energia e periodicidades de manutenção mais espaçadas, o que também permite redução de custos de manutenção e atendimento pleno às normas de acessibilidade e de conforto aos passageiros.

Os problemas identificados nos trens dessa série são os seguintes:

- (i) Está pendente uma alteração por parte do fabricante CAF que permitirá fazer o acoplamento de 2 trens de 4 carros, para utilização em operação comercial de 8 carros, caso seja uma necessidade da área operacional; foi constatado que, em caso de desacoplamento acidental, o trem rebocado tem aplicação de freio de emergência acionado, porém o trem rebocador (líder) continua com tração e sem sinalização de falha;
- (ii) Ar-condicionado do salão de passageiros: apresenta vários problemas; a negociação para substituição do equipamento está em andamento, mas sem data prevista para conclusão; e
- (iii) Sobressalentes: os trens foram adquiridos sem sobressalentes, o que a curto prazo inviabiliza as intervenções programadas de maior quilometragem, bem como aumenta a possibilidade de indisponibilidade dos trens por problemas em quaisquer equipamentos.

Em vista disso, os trens da Série 1000 devem ser mantidos, o que demanda a compra de sobressalentes para cumprir seu respectivo Plano de Manutenção.

2.2 FROTA FUTURA

Conforme as Diretrizes de Elaboração do Projeto de Operação, apresentadas no Anexo 2A, a Concessionária deverá adquirir um total de 8 novos TUEs (trens unidade elétrica) para operação da Linha 1 sem expansão até Novo Eldorado e sem Linha 2, e mais 16 TUEs para operação com a Linha 1 expandida e com a Linha 2.

Durante o período em que a Concessionária estiver operando com os trens cedidos pela CBTU, em nome do Poder Concedente, a Concessionária será responsável pela manutenção desses trens.

A frota das linhas passará a ser composta da seguinte forma:

- (i) 10 trens de fabricação CAF, da Série 1000; e
- (ii) 24 novos trens.

Portanto, uma frota patrimonial de 34 trens. A frota operacional será de 26 trens (23 para a Linha 1 e 3 para a Linha 2), a reserva operacional será de 2 trens (1 em cada linha) e a reserva para manutenção será de 6 trens.

3 DIRETRIZES DE INVESTIMENTOS PARA A LINHA 1

3.1 EMPREENDIMENTO 1 - AQUISIÇÃO DE NOVOS TRENS E SOBRESSALENTES

Para a operação da Linha 1 (Eldorado - Vilarinho), serão necessários 13 trens operacionais. Considerando uma reserva operacional de 1 trem e uma reserva de manutenção de 4 trens, é necessária uma frota mínima de 18 trens.

Considerando a utilização dos 10 trens da Série 1000, é necessário adquirir 8 novos trens, incluindo, no momento da aquisição deles, os sobressalentes para o período da Concessão.

3.2 EMPREENDIMENTO 2 - INVESTIMENTOS NOS TRENS DA SÉRIE 1000

3.2.1 Aquisição de lista de sobressalentes

Na aquisição de trens novos é necessária a aquisição das peças sobressalentes, e normalmente a lista completa equivale ao preço de um trem novo. Na aquisição dos trens da Série 1000 não houve a aquisição desses sobressalentes.

A lista de sobressalentes normalmente atende toda a vida útil do trem, pois passa a ser um componente de giro. Sem a compra de sobressalentes a tendência é a imobilização de trens ao longo do tempo por falta de peças e a impossibilidade do cumprimento do Plano de Manutenção obrigatório para garantir as condições de confiabilidade dos trens.

3.2.2 Inserção de funcionalidade para medir a quantidade de passageiros por carro

Deverá ser implantada, nos trens da Série 1000, a função que possibilita a contabilização e a disponibilização da quantidade de passageiros por carro, a fim de atender aos índices de performance operacionais. Essa função permite conhecer a quantidade de passageiros em tempo real nos trens.

3.3 EMPREENDIMENTO 3 - MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS DE MANUTENÇÃO

3.3.1 Aquisição de prensa de rodas de 300 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 aquisição do equipamento, a troca de rodas, a exemplo do que ocorre hoje, continua a 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 e devem ser garantidos a qualidade e o histórico em caso de acidentes.

Figura 3-1 Prensa de rodas de 300 toneladas com registro gráfico



3.3.2 Aquisição de torno vertical CNC

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 (conjuntamente com o anterior).

Tal qual mencionado anteriormente para aquisição de prensa de rodas, a não realização da aquisição desse item acarretaria os serviços continuarem a ser executados 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 e devem ser garantidos a qualidade e o histórico em caso de acidentes.

Figura 3-2 Torno vertical CNC



3.3.3 Aquisição da máquina de lavar trens

No Pátio de São Gabriel existe uma máquina automática de lavar trens que se encontra inoperante (sem possibilidade de voltar à operação), entretanto, as instalações e a infraestrutura civil são adequadas, devendo ser adquirida uma nova máquina em substituição à atual, que está totalmente deteriorada.

Em não adquirindo a máquina de lavar os trens, eles continuam sendo lavados manualmente por empresa subcontratada, com uma logística complicada e um tempo de imobilização muito maior para a execução desta atividade.

Figura 3-3 Máquina de lavar trens



3.3.4 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 serve tanto para os trens da Série 1000 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.

Figura 3-4 Sapata / Sapatilha dinamométrica



3.3.5 Aquisição de medidor de perfil de rodas a laser

Para a manutenção preventiva dos trens, tanto na condição 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 serve para os trens das séries 900 e 1000, bem como para novos trens 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.

Figura 3-5 Medidor de perfil de rodas a laser



3.3.6 Manutenção de torno de rodas subterrâneo

No Pátio de São Gabriel existe um torno de rodeiros subterrâneo da marca HEGENSCHIEDT – Modelo 106 CNC – ano de Fabricação 1999 de boa qualidade. Embora já tenha 20 anos, com uma manutenção geral adequada poderia ser mantido até o fim da concessão. Será necessária a curto prazo uma manutenção neste equipamento, para dar essa sobrevida.

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 está com o painel de comando inoperante, sendo utilizado no Comando um “Note Book” adaptado.

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 adaptação para a situação do painel de comando inoperante não deve ser uma prática permanente em um equipamento tão importante na manutenção dos trens.

3.3.7 Aquisição de mesa falsa para troca de truques

No Pátio de São Gabriel, a troca dos truques é realizada carro a carro, através dos macacos de suspensão eletromecânicos. Com a necessidade da execução das revisões gerais nos trens da Série 1000 e novos trens, uma agilização nessa atividade se faz necessária. Assim sendo, a aquisição de uma mesa falsa (tipo “Drop Table”) irá propiciar a execução deste serviço com agilidade e segurança.

Com a aquisição deste equipamento, os macacos eletromecânicos podem ser utilizados em outras manutenções pesadas no processo das revisões gerais.

Figura 3-6 Mesa falsa para troca de truques



3.3.8 Aquisição de locomotiva de 2000 HP

Na Oficina de Eldorado atual existem 2 locomotivas do Tipo ALCO RS3 muito antigas com problemas graves de obsolescência e dificuldades de aquisição de peças.

As 2 locomotivas vieram transferidas da RFFSA para a CBTU-BH na década de 80, sendo a Locomotiva denominada VF-008 (ainda em operação) de 1953 e a Locomotiva denominada VF-009 (imobilizada) de 1952. A segunda serve como almoxarifado para manter a primeira.

As locomotivas são utilizadas pelas equipes de Via Permanente e Rede Aérea e são fundamentais para a execução da manutenção na via em geral nos horários noturnos ou para atendimento em caso de acidentes.

No médio prazo a locomotiva operacional ficará inoperante e impossibilitará as manutenções preventivas ao longo do trecho nas especialidades de Via Permanente e Rede Aérea que poderá colocar o sistema em colapso, logo, a aquisição de uma nova locomotiva é indispensável.

3.3.9 Aquisição de compressor estacionário de grande porte para Eldorado

Na Oficina de Eldorado existe a necessidade de um novo compressor estacionário de grande porte. Este equipamento seria instalado na Oficina de Eldorado ou na Nova Oficina de Eldorado e serve para a alimentação pneumática utilizada na manutenção dos veículos e locomotivas.

No médio prazo, o compressor atual poderá ficar inoperante, em virtude das consecutivas intervenções corretivas, impossibilitando a manutenção dos veículos e locomotivas na Oficina de Eldorado. Logo, a aquisição de um novo compressor estacionário é indispensável.

O compressor atual necessitaria de uma intervenção de grande porte para continuar operando em condições normais, mas essa intervenção não se justifica, uma vez que a vazão do equipamento está abaixo da necessária e o equipamento não tem a proteção de ruído necessária para essa utilização.

Figura 3-7 Compressor estacionário de grande porte para Eldorado



3.3.10 Lavador de peças pequeno para Eldorado

Na Oficina de Eldorado existe a necessidade de uma seção para lavagens de peças equipadas com lavadoras automáticas, para ser utilizada na manutenção dos veículos e locomotivas.

Este equipamento seria instalado na Oficina de Eldorado, mas poderia ser remanejado no futuro para a Nova Oficina de Eldorado.

Sem um lavador de peças pequeno, a lavagem continua sendo realizada de forma manual, com qualidade inferior à requerida e com dificuldades de atender às exigências de meio ambiente.

Figura 3-8 Lavador de peças pequeno



3.3.11 Lavador de peças grande para Eldorado

Na Oficina de Eldorado existe a necessidade de uma seção para lavagens de peças equipadas com lavadoras automáticas, para ser utilizado na manutenção dos veículos e locomotivas.

Este equipamento seria instalado na Oficina de Eldorado, mas poderia ser remanejado no futuro para a Nova Oficina de Eldorado.

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.

Figura 3-9 Lavador de peças grande



3.3.12 Troca dos conjuntos de baterias

Os trens possuem conjunto de baterias alcalinas que tem uma vida útil estimada em 15 anos. Assim, se faz necessária sua troca periódica, sem a qual o trem passa a ter problemas para ser ligado e, em casos de interrupção de energia da rede área, os trens passam a ficar sem comunicação e informação ao passageiro e até sem abertura e fechamento de portas, dentre outras funcionalidades.

4 DIRETRIZES DE INVESTIMENTO PARA FUTURA EXPANSÃO DA LINHA 1 E LINHA 2

4.1 EMPREENDIMENTO 4 - AQUISIÇÃO DE NOVOS TRENS E SOBRESSALENTES

Com a implantação da Linha 2 e a ampliação da Linha 1, tem-se uma projeção operacional que irá demandar na condição mais crítica (2040) 23 trens operacionais para a Linha 1 e 3 trens operacionais para a Linha 2. Considerando uma reserva operacional de 2 trens (1 para cada linha) e uma reserva de manutenção de 6 trens (para as 2 linhas), será necessária uma frota mínima de 34 trens.

Por sua vez, considerando os 18 trens já operando na Linha 1, será necessário adquirir 16 novos trens.

4.2 EMPREENDIMENTO 5 - AQUISIÇÃO DE 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, o que normalmente é moroso e difícil para operações dos trens na condição de degradação ou atípicas na operação comercial normal, e muitas vezes, quando ocorre, a reciclagem acaba sendo na mesma condição do treinamento inicial.

Sem o Simulador de Operação de Trens, a dificuldade dos operadores aumenta com os trens tipo Série 1000 e os novos, cuja eletrônica embarcada é de alta tecnologia e possui muitos recursos operacionais.

Em um simulador é possível instalar várias frotas de trens diferentes, sendo escolhido conforme a necessidade. Os operadores podem ser treinados em condições adversas para evitar que estas, que ocorrem com menos frequência, acabem sendo um transtorno operacional.

A reciclagem passa a ser de forma contínua somente programando os horários de acesso ao Centro do Simulador. As atividades podem ser pré-carregadas por um supervisor de operação, programando um tipo de condução para cada período de, por exemplo, 15 dias, e que vai sendo alterado para varrer todos os pontos operacionais das linhas e dos trens.

Figura 4-1 Simulador de Operação de Trens



4.3 EMPREENDIMENTO 6 - MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS DE MANUTENÇÃO

4.3.1 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. Essa condição possibilita o trabalho em vários trens simultaneamente.

Em não adquirindo os truques falsos a produção fica limitada, pois normalmente o serviço é realizado carro a carro. No caso de aquisição dos 8 truques falsos, podem ser efetuados os trabalhos em um trem completo de 4 carros simultaneamente.

4.3.2 Aquisição de locotrator para o Pátio de São Gabriel

Para a movimentação dos trens dentro do Centro de Manutenção é adequado o uso de um locotrator. Atualmente se faz a movimentação com o uso de outros trens, o que é uma atividade mais difícil, mais lenta e com maiores possibilidades de acidentes; neste caso também é necessário utilizar um trem que poderia ser disponibilizado para a operação.

Na fase mais crítica de demanda dos trens não haverá trens disponíveis para esta atividade.

Figura 4-2 Locotrator para o pátio



4.4 EMPREENDIMENTO 7 - ADEQUAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DO PÁTIO E VIA PERMANENTE PARA CONSTRUÇÃO DE PERA FERROVIÁRIA

Para a total reversão do sentido do trem em uma linha ferroviária, se faz necessário um sistema do tipo de pera ferroviária. Embora seja uma medida importante para a manutenção dos trens, atualmente não se realiza a total reversão do sentido, o que acaba acarretando um consumo maior de rodas.

Sem a total reversão do sentido dos trens na linha, os torneamentos das rodas em torno subterrâneo se tornam mais precoces, tendo como consequência um consumo maior de rodas e elementos de corte do torno, cujos valores são importantes no orçamento da manutenção, bem como uma menor disponibilidade dos trens.