

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE**

ANEXO II.C – DIRETRIZES PARA SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÕES E ENERGIA

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	3
2. DIRETRIZES GERAIS MANDATÓRIAS PARA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOM E ENERGIA.	3
3. NORMAS, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES.....	10
4. SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE (SSC).....	12
5. CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL – CCO	45
6. POSTOS DE CONTROLE LOCAIS.....	55
7. SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES	59
8. SEGURANÇA CIBERNÉTICA.....	95
9. DIRETRIZES MANDATÓRIAS PARA O SISTEMA DE ENERGIA	99
PARTE II: EMPREENDIMENTOS DOS SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÕES E ENERGIA.....	106
10. CCO-1 – CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	106
11. SUBESTAÇÕES DO SISTEMA DE ELETRIFICAÇÃO	106
12. SUBESTAÇÕES DE ALIMENTAÇÃO (SEA)	107
13. SUBESTAÇÕES DE TRAÇÃO (SET)	107
14. SUBESTAÇÕES AUXILIARES (SAF).....	108
15. SALA DE SINALIZAÇÃO (SIN-IXL)	109
16. SALA DE TELECOMUNICAÇÕES (TEL-IXL).....	110
17. SALAS TÉCNICAS DE TETRA (TET-IXL).....	110

PARTE I: PROJETOS DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÕES E ENERGIA

1. OBJETIVO

Este ANEXO II.C tem por objetivo estabelecer as diretrizes e os requisitos técnicos e operacionais mandatórios para a implantação dos Sistemas de Sinalização, Energia, Rede Aérea e Telecomunicações, que integrarão a CONCESSÃO, de forma a prover plenamente um transporte operacional, confiável e seguro.

2. DIRETRIZES GERAIS MANDATÓRIAS PARA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOM E ENERGIA.

2.1. Devem ser adotadas as seguintes premissas básicas mandatórias:

- 2.1.1. Os serviços mencionados no ANEXO III.A devem cobrir a seção de operação, levando em conta os tempos máximos de viagem definidos.
- 2.1.2. Os trens devem atender ao pré-requisito de interoperabilidade técnica, compartilhando infraestrutura ferroviária com outras linhas da CPTM, utilizando bitola de 1.600mm, alimentação elétrica de 3.000Vcc, e sistemas de sinalização e telecomunicação adequados. Esses sistemas devem permitir contornar possíveis falhas operacionais e viabilizar manutenções prolongadas em trechos específicos.
- 2.1.3. Implantação de sistema de sinalização seguro, interoperável e aberto, no padrão ERTMS/ETCS Nível 2, com supervisão da sinalização com, no mínimo, grau de automação GoA2 (STO – Semi-Automated Train Operation), dotado de condução automática.
- 2.1.4. A CONCESSIONÁRIA deve tomar providências para a operação do sistema de sinalização e telecomunicações em caso de falha do sistema de sinalização principal, seja nas salas de sinalização, no solo ou no equipamento de bordo, a fim de garantir a continuidade do serviço.
- 2.1.5. O material rodante a ser considerado para operação deve ser capaz de garantir a disponibilidade de compartimentos adequados para a instalação do equipamento de sinalização de bordo. Além disso, deve ser considerada a disponibilidade das interfaces

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

gráficas do equipamento ERTMS/ETCS (IHM) necessárias para a operação pelo motorista (condução).

- 2.2. Com base nessas premissas, os novos sistemas de Sinalização, Energia e Telecomunicações deverão permitir a movimentação segura dos trens de todas as frotas, por quaisquer das vias, respeitando-se, contudo, as diferenças e características de operacionalidades específicas de cada frota.
- 2.3. As diretrizes mandatórias estabelecidas neste documento consideram que os novos sistemas de Sinalização e Telecomunicações deverão ser homogêneos e assentados sobre plataforma tecnológica única ou compatível tecnicamente com o sistema metroferroviário estadual, mesmo que através de módulos de interfaces.
- 2.4. Os sistemas de sinalização e de telecomunicação devem ser compatíveis, interoperáveis e escalonáveis, permitindo futuras atualizações em um prazo não inferior à vida útil dos sistemas de sinalização indicada pelo fabricante. Os projetos de sistemas energéticos devem promover a interoperabilidade entre os diferentes subsistemas ao longo de todas as fases do projeto.
- 2.5. Para que o sistema de sinalização possa atender ao tempo máximo de viagem estabelecido no Anexo III.A, e demais requisitos previstos, é mandatória a implantação de um sistema de sinalização padronizado e sem fornecimento exclusivo, ERTMS/ETCS Nível 2, com Limites de Integridade SIL4, promovendo:
 - i. Garantia de interoperabilidade;
 - ii. Adaptabilidade a vários tipos de material rodante;
 - iii. Garantia da comunicação contínua trem – via - CCO;
 - iv. Aplicação de um sistema aberto, padronizado e que possui vários fornecedores no mercado.
- 2.5.1. O sistema ERTMS/ETCS Nível 2 deverá:
 - i. Utilizar sistema padronizado de radiocomunicação, com níveis de redundância que garantam a capacidade e velocidade de transmissão contínua na malha ferroviária, velocidade máxima dos trens e exigências dos intervalos entre trens para 3 minutos, sendo esse o headway (HW) de projeto, de forma a garantir os índices exigidos de segurança, confiabilidade e disponibilidade do sistema de sinalização.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- ii. Adotar o sistema de radiocomunicação TETRA (Terrestrial Trunked Radio) ou, preferencialmente, aquele previsto no Ato nº 915, de 01 de fevereiro de 2024 da ANATEL, item 5.9, sendo os canais 3 e 4 preferencialmente autorizados para uso por sistemas de comunicações ferroviários e metroviários, de forma a transmitir os dados e comandos operacionais por meio de radiocomunicações, atendendo os níveis de segurança, confiabilidade e disponibilidade, dimensionado e capacitado para integrar-se com outras linhas do sistema de trens metropolitanos de São Paulo.
- 2.6. Os Sistemas a serem fornecidos deverão suportar as condições climáticas existentes na região. Para efeito dos cálculos e definição de características dos equipamentos, deverão ser considerados ambientes externos com variação de temperatura de 0° C a 45°C e umidade relativa máxima de 95%, com forte poluição ambiental e chuvas ácidas. Para equipamentos instalados ao longo da via, considerar que a temperatura interna poderá atingir 80° C.
- 2.6.1. Com relação à resistência à poeira e à água, os dispositivos devem ter, no mínimo, os seguintes graus de proteção:
- i. Áreas externas ou abertas (por exemplo, plataformas): IP67
 - ii. Interior (áreas fechadas): IP54
- 2.6.2. Com relação à resistência mecânica, é necessário que os dispositivos de estação em estações e dispositivos de via tenham resistência IK10”.
- 2.7. As diretrizes mandatórias para a elaboração dos projetos referentes ao Sistema de Energia devem considerar, além de informações sobre a demanda de energia nas estações, complexos, bases de manutenção e pátios de estacionamento, a utilização da frota disponível, Anexo II.F, bem como o consumo necessário para o cumprimento do PLANO OPERACIONAL. A capacidade de energia deve considerar o crescimento da demanda futura com base em seu plano de operações e seu plano de exploração de acordo com o plano de crescimento projetado para PRAZO DA CONCESSÃO. Além disso, o sistema de energia deve ser projetado para permitir as reconfigurações necessárias para garantir as reconexões em caso de possível indisponibilidade devido a falhas ou desconexões de subestações na rede elétrica do sistema. Deve ser possível tomar medidas de contingência para eventualidades futuras (modo degradado). Dentro da demanda energética deve ser considerada a regeneração de energia: Avaliar a implementação de frenagem regenerativa e/ou subestações reversíveis para otimizar o uso de energia e reduzir o consumo.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

2.8. As diretrizes definidas como mandatórias destinam-se aos projetos de sistemas de SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÃO E ENERGIA.

2.8.1. A CONCESSIONÁRIA deverá realizar simulação de marcha com todos os SERVIÇOS operando simultaneamente, no horário de pico, para verificação da suficiência dos sistemas de sinalização e energia de tração propostos a fim de subsidiar a elaboração de especificações e projetos. Os resultados destas simulações devem ser consolidados em um relatório técnico. Os resultados das simulações serão utilizados como forma de validação das especificações elaboradas para os projetos de sistemas e, portanto, este documento deve ser submetido para ciência e não-objeção por parte do PODER CONCEDENTE e do AUDITOR INDEPENDENTE.

2.8.2. A CONCESSIONÁRIA poderá elaborar propostas alternativas que serão CERTIFICADAS pela CERTIFICADORA DE IMPLANTAÇÃO subsidiando a não objeção da ARTESP.

- i. Caso as PARTES não concordem com a avaliação da ARTESP, subsidiada pela CERTIFICADORA DE IMPLANTAÇÃO, quanto aos projetos apresentados pela CONCESSIONÁRIA, a controvérsia poderá ser submetida à solução de divergências nos termos dos mecanismos de solução de divergências constantes do CAPÍTULO XXIV do CONTRATO.

2.9. Fazem parte destas diretrizes mandatórias os EMPREENDIMENTOS e ações de investimento sob responsabilidade da CONCESSIONÁRIA, incluindo: reconstrução, ampliação, reforma, realocação, modernização, implantação de sistemas de infraestrutura e de equipamentos, elaboração das especificações técnicas e projetos, montagem, comissionamento e testes, adequações, recebimentos dos equipamentos e, quando aplicável, licenciamentos.

2.9.1. Estas diretrizes deverão abranger aspectos regulatórios nacionais e internacionais, segurança operacional, impacto ambiental e requisitos técnicos específicos para sistemas elétricos, de sinalização e de telecomunicações.

2.9.2. Deve-se considerar como responsabilidade da CONCESSIONÁRIA as condições de integração de todos e cada um dos sistemas que farão parte do projeto e que serão necessários para a adequada operação comercial e atendimento dos INDICADORES DE DESEMPENHO conforme especificado no Anexo 3D.

2.10. Previamente ao comissionamento, a CONCESSIONÁRIA deverá submeter à avaliação do AUDITOR INDEPENDENTE o cronograma de implementação de “MARCHA BRANCA”, utilizado

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

para verificar se a equipe de sistemas está apta ao que se propõe principalmente e sistemas Green Field, a ser acompanhada pelo AUDITOR INDEPENDENTE e pela ARTESP.

2.10.1. A CONCESSIONÁRIA deverá apresentar ao AUDITOR INDEPENDENTE relatório da MARCHA BRANCA, indicando ajustes realizados e cronograma de comissionamento.

2.10.2. O AUDITOR INDEPENDENTE deverá encaminhar à ARTESP, em 5 (cinco) dias da apresentação pela CONCESSIONÁRIA, seu parecer quanto ao relatório elaborado pela CONCESSIONÁRIA, recomendando ações corretivas ou início do comissionamento.

2.10.3. A ARTESP deverá aprovar o comissionamento ou indicar correções no prazo de 10 (dez) dias.

2.11. Em relação aos sistemas, destacamos os dois a seguir:

- i. CMMS – "Computerized Maintenance Management System"
- ii. SIGO – Sistema Integrado de Gestão Operacional.

2.12. A CONCESSIONÁRIA deverá permitir acesso livre e direto, em tempo real e a qualquer tempo, de forma remota ou local, aos bancos de dados de registros e imagens, CMMS, SIGO ou equivalente, sistemas de monitoramento de imagens em tempo real, aos representantes indicados pelo PODER CONCEDENTE e ARTESP.

2.13. Na Tabela 01, estão relacionadas as instalações específicas correspondentes aos sistemas de SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÃO E ENERGIA, detalhados neste ANEXO.

2.14. Esta tabela remete aos EMPREENDIMENTOS identificados. Cabe à CONCESSIONÁRIA analisar e propor soluções que poderão, por sua vez, estar localizadas e quantificadas de modo diverso ao indicado para atender objetivos da CONCESSÃO, sempre de forma a obedecer aos padrões de desempenho exigidos para a prestação do SERVIÇO CONCEDIDO, observando também os ANEXOS III.A e III.D.

A Tabela 1, a seguir, apresenta uma listagem de empreendimentos a serem implantados para viabilizar a implantação de sistemas de sinalização, telecomunicações e energia. A organização dos empreendimentos indicados está segmentada por regiões de *Interlocking*. Esta região inclui uma série de equipamentos e sistemas que garantem a operação segura e eficiente e proporcionam uma estrutura adequada e essencial para a coordenação e o monitoramento do tráfego ferroviário.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

Tabela 1: INSTALAÇÕES TÉCNICAS DOS SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÕES E ENERGIA

Região de Interlocking	Sistema	Empreendimento	Sublocação	KM (PK)
IXL1	Energia	SAF1	SAF1	89+450
IXL1	Sinalização	SIN-IXL1	SIN-IXL1-1	89+450
IXL1	Telecomunicações	TEL-IXL1	TEL-IXL1-1	89+450
IXL1	Telecomunicações	TET-IXL1	TET-IXL1-1	89+450
IXL1	Energia	SET1	SET1	86+800
IXL1	Telecomunicações	TEL-IXL1	TEL-IXL1-2	86+800
IXL1	Sinalização	SIN-IXL1	SIN-IXL1-2	79+500
IXL1	Telecomunicações	TEL-IXL1	TEL-IXL1-3	79+500
IXL1	Telecomunicações	TET-IXL1	TET-IXL1-2	79+500
IXL1	Energia	SEA1	SEA1	77+250
IXL1	Energia	SET2	SET2	77+250
IXL1	Telecomunicações	TEL-IXL1	TEL-IXL1-4	77+250
IXL2	Energia	SAF2	SAF2	73+050
IXL2	Sinalização	SIN-IXL2	SIN-IXL2-1	73+050
IXL2	Telecomunicações	TEL-IXL2	TEL-IXL2-1	73+050
IXL2	Energia	SET3	SET3	67+630
IXL2	Sinalização	SIN-IXL2	SIN-IXL2-2	67+630
IXL2	Telecomunicações	TEL-IXL2	TEL-IXL2-2	67+630
IXL2	Telecomunicações	TET-IXL2	TET-IXL2-1	67+630
IXL2	Energia	SEA2	SEA2	56+950
IXL2	Energia	SET4	SET4	56+950
IXL2	Energia	SAF3	SAF3	56+950
IXL2	Sinalização	SIN-IXL2	SIN-IXL2-3	56+950
IXL2	Telecomunicações	TEL-IXL2	TEL-IXL2-3	56+950
IXL2	Telecomunicações	TET-IXL2	TET-IXL2-2	56+950

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

IXL2	Sinalização	SIN-IXL2	SIN-IXL2-4	46+100
IXL2	Telecomunicações	TEL-IXL2	TEL-IXL2-4	46+100
IXL2	Telecomunicações	TET-IXL2	TET-IXL2-3	46+100
IXL2	Energia	SET5	SET5	45+100
IXL2	Telecomunicações	TEL-IXL2	TEL-IXL2-5	45+100
IXL3	Sinalização	SIN-IXL3	SIN-IXL3-1	41+400
IXL3	Telecomunicações	TEL-IXL3	TEL-IXL3-1	41+400
IXL3	Energia	SEA3	SEA3	37+100
IXL3	Energia	SET6	SET6	37+100
IXL3	Energia	SAF4	SAF4	37+100
IXL3	Sinalização	SIN-IXL3	SIN-IXL3-2	37+100
IXL3	Telecomunicações	TEL-IXL3	TEL-IXL3-2	37+100
IXL3	Telecomunicações	TET-IXL3	TET-IXL3-1	37+100
IXL3	Sinalização	SIN-IXL3	SIN-IXL3-3	29+940
IXL3	Telecomunicações	TEL-IXL3	TEL-IXL3-3	29+940
IXL3	Energia	SET7	SET7	28+450
IXL3	Telecomunicações	TET-IXL3	TET-IXL3-2	28+450
IXL3	Sinalização	SIN-IXL3	SIN-IXL3-4	24+950
IXL3	Telecomunicações	TEL-IXL3	TEL-IXL3-4	24+950
IXL3	Telecomunicações	TEL-IXL3	TEL-IXL3-5	24+950
IXL4	Energia	SEA4	SEA4	17+050
IXL4	Energia	SET8	SET8	17+050
IXL4	Telecomunicações	TEL-IXL4	TEL-IXL4-1	17+050
IXL4	Sinalização	SIN-IXL4	SIN-IXL4-1	15+100
IXL4	Telecomunicações	TEL-IXL4	TEL-IXL4-2	15+100
IXL4	Telecomunicações	TET-IXL4	TET-IXL4-1	15+100
IXL4	Energia	SAF5	SAF5	11+050

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

IXL4	Sinalização	SIN-IXL4	SIN-IXL4-2	11+050
IXL4	Telecomunicações	TEL-IXL4	TEL-IXL4-3	11+050
IXL4	Energia	SET9	SET9	6+550
IXL4	Telecomunicações	TEL-IXL4	TEL-IXL4-4	6+550
IXL4	Sinalização	SIN-IXL4	SIN-IXL4-3	4+450
IXL4	Telecomunicações	TEL-IXL4	TEL-IXL4-5	4+450
IXL4	Telecomunicações	TET-IXL4	TET-IXL4-2	4+450
IXL4	Energia	SAF6	SAF6	Pátio CIOM
IXL4	Telecomunicações	TEL-IXL4	TEL-IXL4-6	Pátio CIOM
IXL5	Energia	SEA6	SEA6	Pátio CIOM
IXL5	Energia	SET10	SET10	Pátio CIOM
IXL5	Energia	SET11	SET11	Pátio CIOM
IXL5	Energia	SAF7	SAF7	Pátio CIOM
IXL5	Energia	SAF8	SAF8	Pátio CIOM
IXL5	Sinalização	SIN-IXL5	SIN-IXL5-1	Pátio CIOM
IXL5	Telecomunicações	TEL-IXL5	TEL-IXL5-1	Pátio CIOM
IXL5	Telecomunicações	TET-IXL5	TET-IXL5-1	Pátio CIOM
IXL5	Energia	SEA5	SEA5	Pátio CIOM
IXL5	Sinalização	SIN-IXL4	SIN-IXL4-4	Pátio CIOM
IXL5	CCO	CCO-1	CCO-1	Pátio CIOM

3. NORMAS, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES

3.1. As especificações para as etapas de projeto, fabricação, montagem, instalação, ensaios, testes, bem como os materiais, equipamentos e a integração entre “hardware” e “software”, deverão ser regidas pelas normas, em suas versões mais recentes, conforme as instituições listadas neste ANEXO, no item 5.4.

3.2. Nas especificações para serviços, equipamentos e materiais, deverão ser observadas as normas citadas na diretriz de cada equipamento/sistema, de forma a sempre considerar a sua edição

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

mais recente. Sempre que for aplicável, deverão ser adotadas as normas ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas vigentes.

3.3. Em todos os itens relativos a telecomunicações, as normas e resoluções a serem obedecidas devem ser as da ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações. As frequências utilizadas devem ser licenciadas e atenderem às últimas resoluções da ANATEL, e todos os equipamentos utilizados que emitam ou recebam sinais de radiofrequência ou que façam parte do seu sistema irradiante devem ser homologados pela ANATEL, mesmo que as frequências utilizadas não necessitem de licenciamento.

3.4. Nos itens que estas normas forem omissas, poderão ser utilizadas normas internacionais, de reconhecida competência, entre as quais mencionam-se as emitidas pelas seguintes organizações listadas a seguir:

- i. *Normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;*
- ii. *Normas IEEE/EIA/TIA – “Institute of Electrical and Electronic Engineers”/“Electronic Industries Association”/ “Telecommunications Industry Association”;*
- iii. *Normas CENELEC – “European Committee for Electrotechnical Standardization”;*
- iv. *Normas IEC - “International Electrotechnical Commission”;*
- v. *Normas ISO - “International Standard Organization”;*
- vi. *Normas ITU – “International Telecommunication Union”;*

3.4.1. Normas MIL - “Military Standards”;

- i. Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho – Ministério do Trabalho - Portaria n.º 3214, de 08 de junho de 1978;
- ii. Normas NEMA;
- iii. Resoluções da Anatel, destacando-se:
 - a. Resolução 555 de 20/12/2010 - Aprova o Regulamento sobre Canalização e Condições de Uso de Radiofrequências na Faixa de 225 MHz a 270 MHz;
 - b. Resolução 556 de 20/12/2010 - Aprova o Regulamento sobre Canalização e Condições de Uso de Radiofrequências na Faixa de 360 MHz a 380 MHz;
 - c. Resolução 558 de 20/10/2010 - Aprova o Regulamento sobre Canalização e Condições de Uso de Radiofrequências na Faixa de 450 MHz a 470 MHz;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- d. Resolução 665 de 02/05/2016 - Destina faixas de radiofrequência e aprova o Regulamento sobre Canalização e Condições de Uso da Faixa de Radiofrequências de 380 MHz a 400 MHz;
- e. Resolução 674 de 13/02/2017 - Aprova o Regulamento sobre Canalização e Condições de Uso de Radiofrequências na Faixa de 148 MHz a 174 MHz.

4. SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE (SSC)

4.1. DIRETRIZES MANDATÓRIAS PARA O SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE:

- 4.1.1. As diretrizes aqui definidas são mandatórias para o projeto do Sistema de Sinalização e Controle (SSC), sendo que a CONCESSIONÁRIA, a partir destas diretrizes, poderá definir seu próprio projeto, condicionada à APROVAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE. Este item apresenta a descrição dos requisitos funcionais e de operação que o novo Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego deverá seguir para garantir a operação com disponibilidade e segurança previstos.
- 4.1.2. A concepção do novo SSC deve englobar a operação paralela e integração das áreas operacionais que utilizam os sistemas implantados atualmente, de maneira a garantir a continuidade da operação durante toda a fase de implantação.
 - I. Os testes de comissionamento deverão ser realizados em sua totalidade, não sendo aceitos testes por amostragem ou simulados, devendo ser realizados com a funcionalidade real do sistema.
- 4.1.3. O Sistema de Sinalização e Controle deverá ser concebido de modo a garantir o cumprimento dos INDICADORES DE DESEMPENHO e controlar a circulação dos trens sem prejuízos à operação e à segurança.
- 4.1.4. O Sistema de Sinalização e Controle deve garantir operação dentro das normas e limites de velocidade, paradas e demais ordens de marcha, restrições e autorizações para cada um dos trechos de circulação, além de preservar os tempos de parada nas plataformas e um intervalo máximo entre trens de 3 minutos, o plano de vias e os demais PLANOS de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.
- 4.1.5. O Sistema deverá ser certificado no nível SIL4 ("Safety Integrity Level 4" - Funcionamento contínuo) conforme definido na norma IEC 61508 e refletido nas normas IEC62278/CENELEC50126, fazendo uso de tecnologia já comprovada no mercado em

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

sistemas similares. A tecnologia a ser implementada deve garantir uma redundância em "H" hot standby para os processadores de intertravamento (IVM) e o sistema ERTMS Nível 2, a fim de proporcionar alta disponibilidade na operação. Além disso, os módulos e os cartões digitais devem poder ser trocados a quente sem afetar o equipamento online.

- 4.1.6. O sistema de sinalização a ser implementado deverá permitir o comando e o controle das rotas, assim como contemplar as possibilidades de cancelamentos, imediatos e de emergência, além de gerir todas as manobras e ciclos de rotas necessários ao atendimento das necessidades operacionais, tais como Rota Automática, Chamada Automática, Despacho Automático e Regulação. As rotas ou itinerários devem estar em conformidade com uma tabela de rotas, tabelas de proteção de flanco, tabelas de incompatibilidade, entre outras, que devem ser programadas nos intertravamentos de cada zona e verificando se as condições de segurança para cada uma delas são atendidas. Os intertravamentos devem considerar todas as condições de segurança para estabelecer ou não uma rota e até mesmo rejeitar solicitações de rota provenientes do CCO que não atendam às condições de segurança para seu estabelecimento.
- 4.1.7. O SSC deve monitorar continuamente a integridade de todos os equipamentos das vias principais, estações e trens. Quaisquer informações de não conformidade devem ser enviadas ao SCC, ao CIM e ao CB, bem como devem estar disponíveis nos Postos de Controle.
- 4.1.8. O Sistema deve permitir uma interface direta e eficiente com o sistema de rádio comunicação, evitando ou eliminando a necessidade de equipamentos adicionais ou / intermediários. Todas as funções do SSC devem estar disponíveis para o SCC.
- 4.1.9. O Sistema específico de Sinalização deverá incluir o meio de comunicação digital entre os equipamentos embarcados, os equipamentos de via e o SCC pertencente ao CCO, de maneira que todo o conjunto funcione de maneira uniforme, segura e integrada.
- 4.1.10. O novo sistema de sinalização deverá seguir os princípios básicos de sinalização e controle para movimentação, rastreamento e detecção de trens na via baseando-se nos seguintes subsistemas e equipamentos:
- i. Intertravamento Vital Microprocessado – IVM com capacidade para rastreamento dos trens nas vias e pátios, controle das movimentações e controle dos AMV's dos desvios;
 - ii. Equipamentos distribuídos ao longo da via tais como: balizas, loops de ocupação, sinaleiros, máquina de chave, e outros;

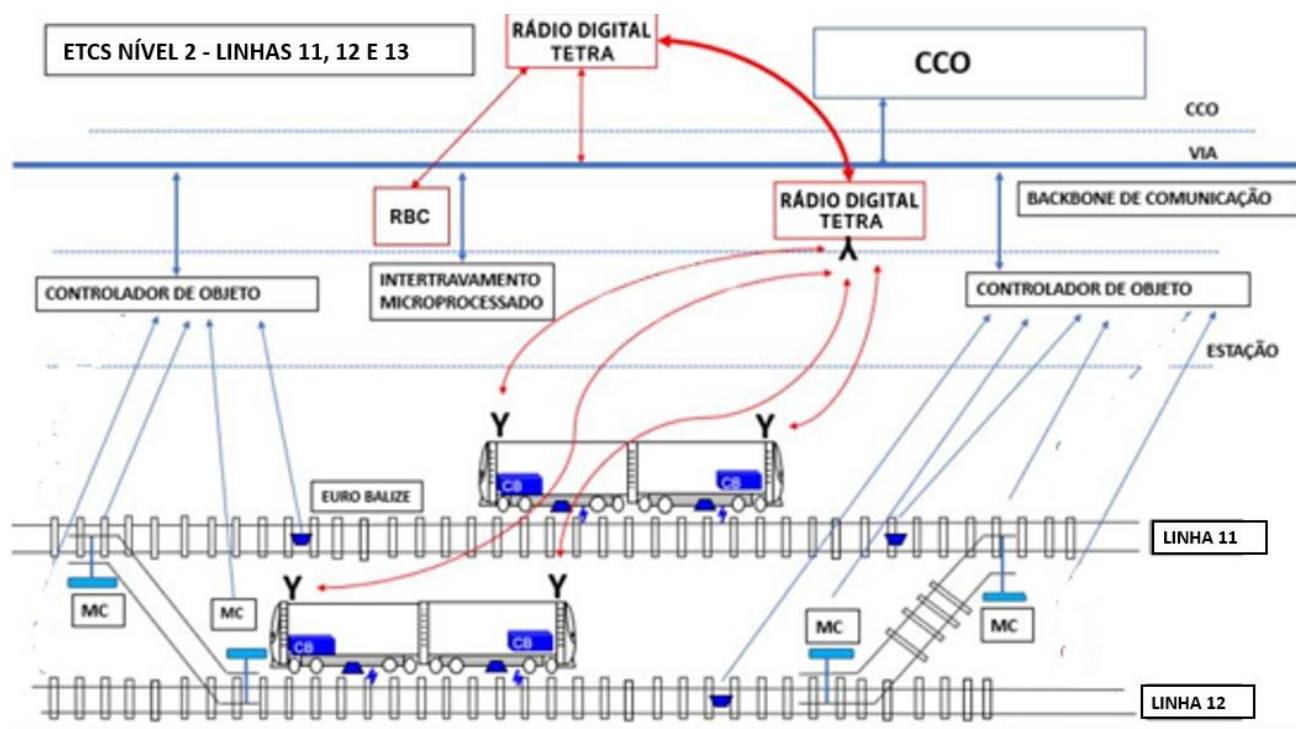
PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- iii. Computador de bordo para processamento vital dos comandos recebidos via rádio para a movimentação segura dos trens e transmissão de posicionamento para o controlador vital (IVM);
- iv. Sistema de Controle Centralizado de Tráfego (SCC) para gerenciamento do tráfego da Linha, procedendo a identificação e rastreamento dos trens, geração de solicitações de movimentos ao sistema fixo, imposição de restrições de velocidades, regulação da Linha, não relacionados com a segurança da operação, mas sim com o gerenciamento e desempenho operacional;
- v. Comunicações dos dados de sinalização ferroviária via radiofrequência terra/trem, que deverá ter capacidade de cobertura ao longo de todos os trechos e banda suficiente para suportar as transmissões e recepções de mensagens entre os trens, equipamentos de controle de segurança na via (IVM) e o Sistema de Controle Centralizado de Tráfego (SCC); Conforme mencionado acima, a rede de sinalização deve ser independente de outros serviços que não sejam de sinalização, garantindo o canal e a largura de banda necessários para a transmissão de pacotes de dados entre o equipamento de bordo e o equipamento ERTMS em campo.

4.1.11. O uso de semáforos fica a critério da concessionária e deve ser considerado de acordo com a estratégia operacional, especialmente quando os sistemas não estiverem totalmente operacionais (modo degradado), garantindo a prestação de serviços de acordo com os indicadores do Anexo 3D. Os semáforos físicos devem ser instalados nos pátios onde ocorre o manuseio manual dos trens.

4.1.12. A figura a seguir apresenta, de maneira ilustrativa, um Sistema de Sinalização baseado em ERTMS/ETCS Nível 2, que tem como requisitos, além de permitir a operação com intervalos entre trens de 3 minutos com segurança, a facilidade de superposição e convívio com o sistema existente facilitando sua implantação:

Figura 1: ESQUEMA DE EQUIPAMENTOS DO ETCS NÍVEL 2



Legenda:

CCO – Centro de Controle Operacional

MC – Máquina de Chave

CB – Computador de Bordo

RBC – Radio Block Center

Fonte: Adaptado de ilustração ERTMS N2

A rede de sinalização do equipamento de via para os IVMs e o CCO deve garantir uma alta redundância nas comunicações, permitindo alta disponibilidade (99,998%) e confiabilidade.

4.2. INTERTRAVAMENTO VITAL MICROPROCESSADO – IVM

4.2.1. O sistema deverá receber informações de estado dos IVM's, bem como enviará comandos a estes de forma a desempenhar as funções de controle e proteção automática dos trens que circulam nas vias. Para as tecnologias dos IVM's, recomenda-se sempre que possível, privilegiar soluções normatizadas de padrões abertos e internacionalmente reconhecidos. A CONCESSIONÁRIA deverá considerar o equipamento de visualização necessário como um Posto de Controle Local para supervisionar e controlar a operação de cada zona de

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

intertravamento de forma descentralizada até que a supervisão e o controle do CCO sejam restabelecidos.

- 4.2.2. Os IVM's deverão ser projetados através de técnicas especiais de software e de hardware que atendam plenamente aos princípios de operação em falha segura, bem como ser dotados de componentes que garantam uma alta disponibilidade e confiabilidade.
- 4.2.3. O IVM deverá prever interligação para diagnóstico remoto a partir do SCC e Local através de interface própria, com software e ferramentas de diagnósticos, integrantes do fornecimento, com características de modularidade e flexibilidade que permitam a sua evolução e expansão.
- 4.2.4. O IVM, além de desempenhar as funções vitais e não vitais, também deverá possibilitar a troca de informações com o SCC, PCL e com os IVM's adjacentes.
- 4.2.5. Em conjunto com equipamentos de detecção de posicionamento dos trens, os equipamentos do IVM devem formar um sistema integrado que permita minimamente a realização das seguintes funções:
- i. Detecção da posição dos trens e veículos de via;
 - ii. Intertravamento para segurança e alinhamento de rotas;
 - iii. Controle dos aspectos dos sinaleiros;
 - iv. Controle de máquina de chave de acionamento do AMV;
 - v. Interdição de máquina de chave;
 - vi. Interdição de trecho para manutenção;
 - vii. Proibição de bloqueio como entrada;
 - viii. Proibição de bloqueio como saída;
 - ix. Pedido de autorização de entrada e cancelamento do pedido de autorização de entrada;
 - x. Autorização de entrada;
 - xi. Sinalização de mensagens de erro e alarmes em terminais com IHM;
 - xii. Monitoramento e armazenamento permanente, para reprodução de vídeo subsequente, "Moviola", de histórico de eventos sobre estado funcional,

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

comandos, rotas e situação de ocupações das regiões de abrangência, no mínimo de 90 dias;

- xiii. Rotinas de autodiagnostico que possibilitem a detecção e indicação de eventuais anomalias;
- xiv. Monitoramento on-line de eventos e estado de comandos, rotas e situação de ocupação de regiões de sua abrangência; e
- xv. Permitir a regulação automatizada dos SERVIÇOS de acordo com o Plano Operacional.

4.2.6. Os IVM's poderão prever na FASE OPERACIONAL as interfaces necessárias com os equipamentos a serem por ele controlados de acordo com os PROJETOS EXECUTIVOS.

4.3. RADIOCOMUNICAÇÃO (TETRA)

4.3.1. O sistema de sinalização ERTMS/ETCS Nível 2 deve usar o sistema de rádio TETRA como tecnologia de transmissão de dados e deve garantir a cobertura total e completa da rede, permitindo a cobertura total de zonas mortas sem perda de dados para o sistema de sinalização e garantindo a confiabilidade e a disponibilidade do sistema ERTMS. Além disso, deve ser fornecida uma rede confiável e redundante.

4.3.2. As frequências utilizadas devem ter autorização de uso, e serem custeadas e licenciadas pela CONCESSIONÁRIA, atendendo as resoluções da ANATEL (preferencialmente o Ato nº 915 de 01/02/2024 ou outro que venha a substituí-lo) e não poderão sofrer influência ou interferência de qualquer outra comunicação de voz entre trens e CCO, e outras operadoras do sistema de transporte e de comunicações críticas de terceiros, equipes de manutenção, bem como prover a redundância do STO, a critério da CONCESSIONÁRIA.

4.3.3. Caso, durante o prazo da CONCESSÃO, a ANATEL regule novas resoluções referentes às faixas de frequência destinadas ao sistema de radiocomunicação ERTMS, com tecnologia 5G ou superior, o PODER CONCEDENTE deverá atualizar esses sistemas e submeter a

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

proposta à análise do CONCEDENTE, com vistas à sua não objeção e ao reequilíbrio econômico-financeiro do contrato.

4.3.4. Da mesma forma, caso o PODER CONCEDENTE julgar necessária a atualização dos sistemas de radiocomunicação em função da tecnologia 5G, a CONCESSIONÁRIA deverá realizar as ações necessárias, mediante o reequilíbrio econômico-financeiro do contrato.

4.3.5. Caso haja atualizações tecnológicas dos sistemas de radiocomunicação, a CONCESSIONÁRIA deverá garantir a interoperabilidade técnica de compartilhamento de infraestrutura ferroviária com as demais linhas do sistema ferroviário do Estado de São Paulo e de outras concessionárias.

4.4. EQUIPAMENTO DE VIA

4.4.1. Os equipamentos distribuídos ao longo da via são basicamente os seguintes:

- i. Máquinas de Chave para movimentação de Aparelhos de Mudança de Via – AMV's;
- ii. Sensores de posicionamento de agulhas e jacarés móveis dos AMV's;
- iii. Balizas e circuitos de via, a critério da CONCESSIONÁRIA e quando demandadas pelo sistema de sinalização.

4.4.2. Para as linhas a serem sinalizadas, deverão ser previstas instalações de equipamentos de via suficientes para permitir a circulação segura dos trens, nos tempos especificados. Esses equipamentos devem ser sempre comandados e monitorados remotamente, sem a necessidade de haver operadores locais, exceto em caso de contingência, ocasião em que a circulação será comandada por outros dispositivos a exemplo dos PCL's.

4.4.3. Deverá ser prevista a integração inicial dos novos equipamentos ao sistema existente em campo e ao CCO.

4.5. EQUIPAMENTO DE BORDO – CB (COMPUTADOR DE BORDO)

4.5.1. O CB deverá ser integrado aos sistemas de comando dos veículos do material rodante de forma a garantir possibilidade de impedimento de movimentação em velocidades acima do permitido no trecho, efetuar as proteções automáticas e, com isso, preservar a segurança operacional. Ele também deverá prover informações e/ou controles operacionais automáticos (ATO), de forma a permitir a regulação dos intervalos entre trens (*Headway*)

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

e/ou da pontualidade (tabelas horárias) das viagens programados pelo SCC. O Equipamento de Bordo deverá ser composto basicamente por:

- i. Um Módulo Computador de Bordo – CB por cabine nas extremidades, a ser instalado em armário elétrico específico do trem, para processar as funções de ATP e ATO; em caso de falha em um deles, o trem consideraria 50% de disponibilidade do equipamento ERTMS a bordo, mantendo das capacidades operacionais e da segurança do sistema.
- ii. Um Módulo IHM “Interface Homem Máquina” no console das cabines de comando das composições, para visualização das informações operacionais e de manutenção, bem como para o carregamento de dados específicos do material rodante que forem necessários;
- iii. Uma antena instalada sob o estrado do trem, em cada carro extremo da composição, para possibilitar a energização das balizas instaladas na via, e para a recepção das informações provenientes destas balizas ou dos circuitos de via;
- iv. Um tacômetro, instalado em cada carro extremo do trem, acoplado no eixo de um dos rodeiros, cujo objetivo é fornecer a informação de velocidade real do trem para o módulo CB. Cada tacômetro deve possuir sensores tacométricos de forma a identificar a direção do deslocamento do trem, evitando a interferência no real posicionamento dos fenômenos de patinagem e deslizamento (*Slip & Skid*) das rodas;
- v. Um Registrador de Eventos, instalado em cada cabine das extremidades, em armário elétrico específico do trem, para registrar e armazenar as informações de comandos, velocidades, localização e eventos e de falhas ocorridos no equipamento durante um período mínimo de 15 (quinze) dias de operação do trem, mesmo que ocorra o desligamento do trem.

4.6. SINALIZAÇÃO DE VIA

- 4.6.1. A especificação do sistema de sinalização e o projeto de implantação deste sistema deve ser desenvolvido observando os projetos geométricos e características das vias definidos pela CONCESSIONÁRIA, as modificações previstas no feixe de vias, os posicionamentos dos AMVs, estações, desvios, vias secundárias, ramais, pátios, estacionamentos, SCC – Sistema de Controle Centralizado de Tráfego e outros elementos com impacto na circulação dos

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

trens pertinentes a serem considerados, garantidas as condições de desempenho previstas no ANEXO III.A.

4.6.2. Para sinalização e telecomunicações devem ser consideradas quaisquer alterações na infraestrutura da via que possam afetar os respectivos projetos, por exemplo, alterações na geografia da linha que possam levar a mudanças drásticas na localização do equipamento no nível da via. Em qualquer caso, as interfaces de via e sinalização devem ser coordenadas entre os dois construtores, levando em conta que a alteração de um parâmetro não pode afetar o desenvolvimento do projeto, a menos que tenha sido previamente acordado com o AUDITOR INDEPENDENTE.

4.7. CABOS DE SINALIZAÇÃO

4.7.1. O fornecimento, a instalação e a conexão dos cabos necessários para as instalações de sinalização e proteção de trens devem ser previstos ao longo de toda a linha, de acordo com as características de cada elemento. A blindagem desses cabos deve ser ligada à terra para cumprir sua funcionalidade.

4.7.2. Os cabos de sinalização deverão estar em conformidade com as Especificações Técnicas: cabos para instalações de sinalização descritas na norma (UNE-EN 50525).

4.7.3. Deverão ser utilizados cabos independentes para agrupar os diferentes tipos de serviços, separando entre sinais, motores AMV, contadores de eixos e Eurobalises, e deverá ser considerada no projeto uma reserva mínima de 10% para cada cabo.

4.7.4. As caixas de terminais devem ser instaladas para distribuição de cabos e devem ser separadas para cada tipo de serviço. As caixas de terminais devem ser feitas de alumínio, impedir a condensação interna e ter terminais de desconexão em número suficiente para a

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

interconexão dos cabos. Todas as caixas de terminais devem ser providas de aterramento ou de um método tecnicamente adequado que atenda aos requisitos de segurança elétrica.

4.7.5. A CONCESSIONÁRIA instalará o cabo contínuo entre caixas sem fazer emendas; as emendas necessárias para os cabos deverão ser feitas em caixas de junção ou câmaras, não sendo permitido que sejam feitas no meio de dutos ou enterradas.

4.7.6. A CONCESSIONÁRIA realizará os respectivos testes de isolamento entre condutores, entre condutores e blindagem e apresentará os resultados ao AUDITOR INDEPENDENTE.

4.7.7. Os cabos deverão ser colocados nos dutos de modo que garantam a integridade dos cabos nesse processo e deverá apresentar documentação de rastreabilidade ao AUDITOR INDEPENDENTE.

4.8. FONTE DE ALIMENTAÇÃO ININTERRUPTA UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY)

4.8.1. O sistema de alimentação ininterrupta de energia “UPS” deve garantir durante uma falha ou indisponibilidade do sistema de energia principal de forma automática a alimentação dos sistemas de sinalização, ERTMS e qualquer outro elemento crítico para a segurança operacional, bem como para cada IVM e PCL do projeto, permitindo assim que a supervisão dos equipamentos de comando e controle dos intertravamentos não seja afetada, proporcionando uma efetiva continuidade na prestação do serviço da operação.

4.8.2. A CONCESSIONÁRIA, durante o projeto do SAI, deve priorizar a confiabilidade, compatibilidade técnica, redundância e o cumprimento normativo. A CONCESSIONÁRIA deve considerar os seguintes critérios gerais para o projeto do SAI, levando em conta que estes não são limitantes:

- i. Critérios de dimensionamento: Capacidade de carga, autonomia, nível de tensão.
- ii. Critérios funcionais: Redundância, tempo de transferência, compatibilidade eletromagnética, monitoramento e controle.
- iii. Critérios de segurança: Proteção contra falhas, condições ambientais, segurança em baterias.
- iv. Critérios normativos.
- v. Critérios de projeto para o banco de baterias: Tipo de baterias, autonomia e capacidade, condições de operação.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

4.8.3. A CONCESSIONÁRIA deverá calcular com precisão a potência máxima necessária para determinar a capacidade de carga que o UPS deverá suportar e o nível de redundância necessário com configuração N+1 ou 2N para garantir a continuidade do serviço em caso de falhas no sistema de energia principal. Adicionalmente, a CONCESSIONÁRIA deverá considerar o tempo de autonomia para garantir o serviço a ser prestado pelo sistema UPS dependendo da criticidade dos equipamentos alimentados: sistemas de sinalização, comunicação, controle de tráfego, sistemas de segurança.

4.8.4. O projeto das baterias deve estar de acordo com os critérios de projeto acima, garantindo o fornecimento de toda a carga crítica durante a falha da fonte de alimentação principal. As baterias devem ser seladas, baterias de níquel-cádmio “Ni-Cd” ou baterias com características superiores podem ser consideradas, seu desempenho deverá estar em conformidade com a EN/IEC 62040 e ter uma vida útil esperada de pelo menos 10 anos. Em instalações com baterias de íons de lítio, a CONCESSIONÁRIA deve considerar um sistema de ventilação adequado para evitar o acúmulo de gases perigosos.

4.8.5. O UPS e as baterias devem ser conectados a um sistema de aterramento para evitar o acúmulo de carga estática e para proteger contra choques elétricos.

4.9. CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS

4.9.1. A instalação dos equipamentos dos módulos embarcados do sistema de sinalização no MATERIAL RODANTE deve ser realizada levando em conta as especificações do manual do fabricante e que os procedimentos e formatos de registro devem ser estabelecidos para evidenciar isso.

4.10. SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE DE TRÁFEGO

4.10.1. Neste item são apresentados os critérios e requisitos que obrigatoriamente devem ser observados no desenvolvimento do PROJETO EXECUTIVO do sistema de sinalização. Estes requisitos visam o fornecimento de um sistema moderno, confiável, escalável, seguro e interoperável, observando as características operacionais de desempenho e automatismo exigidas. Os Requisitos Técnicos deverão observar parâmetros técnicos, e critérios básicos

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

de operação e falha segura, gerais de segurança, de confiabilidade, de disponibilidade e segurança:

4.10.2. Requisitos Básicos do sistema de sinalização e controle de tráfego:

- i. Utilizar ERTMS/ETCS Nível 2 com ATO no estado atual da arte, permitindo comunicação contínua e bidirecional entre trens/veículos de manutenção e equipamentos fixos ao longo das vias, estações, estacionamentos e pátio. O fornecimento deve abranger todo o sistema, incluindo comunicação, equipamentos de intertravamento microprocessados e todos os equipamentos e partes dos equipamentos de bordo e de campo, incluindo todas as interfaces com os equipamentos do CCO;
- ii. Realizar a proteção e operação automática da movimentação dos trens nas vias principais, vias de estacionamentos e vias de acesso do pátio, atendendo o headway mínimo de 180s; O sistema de monitoramento e controle de trens do CCO deve considerar as funções de regulação de trens de acordo com o plano operacional para garantir a frequência entre os trens necessária para o atendimento aos INDICADORES DE DESEMPENHO.
- iii. Determinar o posicionamento e supervisionar a movimentação dos veículos de manutenção, assim como sua integridade nas vias principais, estacionamentos e vias de acesso do pátio;
- iv. O SSC deve tratar continuamente a integridade de todos os equipamentos das vias principais, estações e trens, sendo que as informações de não conformidade devem ser enviadas ao SCC, ao Centro de Informações da Manutenção e Engenharia (CIM) e ao Controlador a Bordo (CB), bem como devem estar disponíveis nos Postos de Controle;
- v. Todas as funções do SSC devem estar disponíveis para o SCC;
- vi. O Sistema de Sinalização deverá utilizar como tecnologia para transmissão de dados, o sistema de rádio TETRA, de forma a atender todas as necessidades técnicas, funcionais e operacionais demandadas;
- vii. Possuir capacidade para garantir a comunicação contínua e bidirecional com todos os trens simultaneamente, ao longo das vias, estacionamentos e vias de acesso do pátio;
- viii. A concepção do SSC deverá permitir incorporar equipamentos e/ou ampliar suas funcionalidades, sem que, para isso, seja necessário efetuar mudanças estruturais no sistema, ou seja, o SSC deverá permitir total interoperabilidade e conectividade com os sistemas a ele associados;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- ix. Implementar o sistema de sinalização sem causar interferências e impactos na segurança, nas funcionalidades e no desempenho operacional;
- x. A implementação do sistema de sinalização estará concluída quando ele estiver integralmente testado, validado, certificado e liberado;
- xi. Ser projetado e desenvolvido para ter um tempo de vida útil compatível com o prazo da CONCESSÃO e condições de devolução previstas no Anexo 3G para equipamentos eletromecânicos e para equipamentos eletrônicos, mantendo a atualidade tecnológica ou a possibilidade de aumentar a escala e/ou atualizar o equipamento para uma versão superior.
- xii. O SSC deve ser concebido com a garantia de portabilidade dos seus componentes, a fim de se viabilizar as atualizações e “upgrades” em caso de obsolescência;
- xiii. Possuir recursos que possibilitem a continuidade da operação em casos de degradação do sistema;
- xiv. O SSC deve informar ao SCC as reais condições técnicas e operacionais do trem nas vias, estacionamentos e vias de acesso do pátio;
- xv. Ser concebido com características de modularidade e intercambialidade, permitindo a inserção de módulos sem a necessidade de reconfiguração de equipamento;
- xvi. Possuir recursos para armazenar e enviar todas as mensagens de anormalidades do sistema SSC, ao Centro de Informações de Manutenção e Engenharia (CIM) e ao Sistema de Controle Centralizado de Tráfego – SCC, de forma a possibilitar as manutenções preditiva, corretiva e preventiva;
- xvii. Os equipamentos deverão executar as funções de Controle de Tráfego pela movimentação segura das composições e veículos auxiliares ao longo do trecho sob seu domínio, sejam eles material rodante da CONCESSIONÁRIA ou de outras operadoras ferroviárias expressamente autorizados.
- xviii. Possuir confiabilidade, disponibilidade e flexibilidade operacionais adequadas aos requisitos operacionais (deverá ser considerado o valor mínimo de 99,998% com tempo máximo de atendimento de 2 horas);
- xix. Possuir infraestrutura de comunicação de dados que proporcione confiabilidade, disponibilidade e precisão das informações transmitidas e recebidas;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- xx. Permitir a reinicialização automática e segura dos módulos que compõem cada sistema, inclusive os dispositivos de campo, proporcionando desta forma agilidade e ganhos operacionais e de manutenção do Sistema;
- xxi. Garantir a segurança e automatismos especificados (ATP + ATO) na operação;
- xxii. Possuir imunidade à interferência de natureza eletromagnética e proteções elétricas contra descargas atmosféricas, proteção contra curto-circuito elétrico, proteção contra sobrecarga e proteção contra eletrocussão (aterramento).

4.10.3. O sistema de sinalização deverá ser concebido usando como premissa básica a operação em total obediência ao princípio de Falha Segura (Fail Safe) ou tolerante a falha (Fault Tolerant) em todos os equipamentos nos quais existem métodos, princípios e processos de funcionamento que atuam diretamente nas condições de segurança do sistema, seja em módulos de "Hardware", "Software" ou ainda em combinação de ambos.

4.10.4. O sistema de sinalização deve ser concebido com base no princípio de "Falha Segura" ("Fail Safe") ou tolerante a falha ("Fault Tolerant"), garantindo que todos os equipamentos, incluindo módulos de hardware, software ou uma combinação de ambos, operem de forma segura e confiável, aplicando métodos, princípios e processos que assegurem a segurança do sistema, enquanto as funções de segurança, dentro da arquitetura funcional do Sistema de Sinalização e Controle, são desempenhadas pelos módulos de intertravamento distribuídos nas salas técnicas das estações e ao longo da via.

4.10.5. No caso de existência de uma falha no equipamento ou falha humana, o sistema deverá continuar operando dentro do princípio de segurança.

4.10.6. Uma falha humana ou de equipamentos deverá redundar na imposição de uma condição mais restritiva, ou seja, deverá acarretar a parada ou redução de velocidade de um trem, ou impedir a movimentação indevida de AMV's.

4.10.7. O sistema de sinalização deve ser capaz de garantir o armazenamento de dados de cada um dos eventos registrados no sistema. Para isso, é necessário que o CONCESSIONÁRIA implemente um sistema de armazenamento em disco rígido que permita proteger esses dados por pelo menos 6 meses; após esse período, o sistema poderá sobrescrever os novos dados no espaço de armazenamento do evento mais antigo. O sistema também pode

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

permitir a geração de backups como cópia de segurança e para uso exclusivo do administrador do sistema no caso da análise de um determinado evento.

4.11. REQUISITOS GERAIS DE SEGURANÇA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO– RGS’S

4.11.1. O sistema de sinalização em conjunto com os controles de estações, das vias e de bordo do trem, deverá permitir a operação plena de trens e veículos auxiliares em toda a extensão da via principal, desvios, vias de pátio e de estacionamentos sob seu domínio, com total segurança, garantindo desta forma o cumprimento mínimo dos seguintes Requisitos Gerais de Segurança:

- RGS 1. Somente poderá haver concessão de rota (tanto na região da via principal como nas vias de estacionamento e de Pátio), em condições normais do Sistema, se não houver tráfego estabelecido no sentido oposto ao bloqueio de saída desta rota;
- RGS 2. Se houver proibição de um bloqueio como saída de uma determinada rota, por quaisquer IHM’s operantes (em modo Central ou local), não poderá haver alinhamento de rota que utilize este bloqueio como saída;
- RGS 3. Se houver proibição de um bloqueio como entrada de uma determinada rota, por quaisquer IHM’s operantes (em modo Central ou local), não poderá haver alinhamento de rota que utilize este bloqueio como entrada;
- RGS 4. Só poderá haver alinhamento de rota no interior de uma determinada região de AMV’s e em suas adjacências, em condições normais de operação do Sistema, se for garantido o distanciamento seguro entre trens no trecho de via pertencente à rota;
- RGS 5. Um bloqueio só poderá ser aberto se todas as máquinas de chave envolvidas na rota pertencente a este bloqueio estiverem eletricamente e mecanicamente travadas (com o percurso do AMV totalmente completado), ou seja, a(s) ponta(s) de agulha(s) encostada(s) no trilho de encosto e a alimentação do(s) motor(es) removida, em estados que definam claramente uma rota prevista no Intertravamento. Para AMV’s com agulhas longas e /ou com Jacarés Moveis, são necessários também a confirmação de percurso completado e posicionado fornecido por sensores de posição específicos para esses casos;
- RGS 6. Somente poderá haver cancelamento de uma rota alinhada por desocupação sequencial dos blocos de via pertencente à rota (cancelamento automático pela passagem do trem), ou por cancelamento pelo operador da IHM (em modo Central ou Local);
- RGS 7. O Cancelamento de rota pelo operador não deverá ser efetivado se o trecho de via (Bloqueio de Entrada) pertencente à rota alinhada e já tiver sido ocupado pelo trem;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- RGS 8. O cancelamento de uma determinada rota pelo operador só deverá ser efetivado após uma temporização suficiente para garantir a parada segura do trem antes que este alcance o bloqueio de entrada da referida rota (esta temporização deverá ser no mínimo de 60 segundos). Se o trem não estiver a uma distância do bloqueio de entrada da rota que permita a sua parada segura, o trem irá ocupar o trecho de via pertencente à rota e o RGS Nº 13 deverá ser garantido;
- RGS 9. No cancelamento de uma rota por desocupação sequencial, cada bloco de via só deverá deixar de fazer parte da rota após ter sido desocupado pelo trem;
- RGS 10. Só poderá haver destravamento de uma máquina de chave, se esta não pertencer a nenhuma rota e os blocos de via seguro da região da máquina de chave estiverem desocupados. O trecho de via seguro da região da máquina de chave é aquele delimitado por bloqueios de acesso à região de AMV's;
- RGS 11. A lógica do Intertravamento deve garantir uma autorização de movimento, que propicie uma distância de parada segura, no trecho de via que antecede a uma ocupação ou a um bloqueio fechado;
- RGS 12. No alinhamento de rota, o estabelecimento de uma autorização de movimento deverá obedecer ao sentido de tráfego estabelecido e as condições da via;
- RGS 13. No trecho correspondente ao término de via deverá haver sinalização adequada e sempre deverá ser imposto pelo Intertravamento, o comando de parada aos trens;
- RGS 14. Só poderá haver geração de velocidade superior a 0 km/h para um trem que percorrer uma rota já alinhada em condições normais do sistema;
- RGS 15. Quando o Intertravamento receber comando de restrição de velocidade por qualquer uma das IHM's (Central ou Local), ele deverá impor o limite de velocidade requerido pela IHM, em todo o trecho envolvido;
- RGS 16. Na ocorrência de violação de bloqueio, um comando de parada aos trens deverá ser imposto no trecho de via pertencente à região de AMV invadida, com o fechamento imediato de todos os bloqueios abertos nesta região;
- RGS 17. Só poderá haver efetivação da inversão do sentido de tráfego se o bloqueio para o qual o(s) trem(s) se dirigirá(ão) não estiver sendo utilizado como saída de uma outra rota;
- RGS 18. A efetivação de modo de manutenção em uma região de AMV's só poderá ocorrer se não houver nenhuma rota alinhada na região. Rotas que estejam alinhadas devem entrar em processo de cancelamento por tempo, caso o trecho de aproximação esteja ocupado;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- RGS 19. Uma vez efetivado o modo de manutenção, nenhuma rota poderá ser alinhada e nenhuma máquina de chave poderá ser movimentada na respectiva região de Intertravamento, exceto pela IHM que impôs o modo de manutenção;
- RGS 20. A permanência de pessoas e a movimentação de trens e veículos dentro de uma região de AMV's em manutenção deverão estar regulamentadas por procedimentos operacionais;
- RGS 21. Quando o trem estiver em operação manual, a distância segura de parada entre dois trens deve ser garantida por procedimentos operacionais;
- RGS 22. Só poderá haver alinhamento de rota em regiões contíguas de AMV's, em condições normais do sistema, se o bloco desocupado imediatamente posterior ao bloqueio de saída da rota possuir extensão suficiente para permitir a parada segura do trem antes do próximo bloqueio;
- RGS 23. A simulação de ocupações na via, seja pela IHM do Intertravamento ou por dispositivos simuladores agregados ao mesmo, não poderá de forma alguma gerar condições que levem o Sistema a condições potenciais de "Insegurança";
- RGS 24. Um sinal referente ao bloqueio de entrada de uma rota só pode apresentar o aspecto amarelo se esta rota estiver alinhada e liberada em condições normais de operação do sistema;
- RGS 25. Um bloqueio deve permanecer fechado (entrada ou saída) quando houver pelo menos uma requisição de proibição para ele em quaisquer IHM do sistema;
- RGS 26. Uma imposição de proibição de saída ou fechamento de entrada de um bloqueio só deverá ser retirada pela IHM que a originou, inclusive o modo de manutenção;
- RGS 27. Quando um bloqueio é colocado em modo Fechado, a rota que estiver sido alinhada pela abertura deste bloqueio deve entrar em processo de cancelamento por tempo, caso haja ocupação no trecho de aproximação dele;
- RGS 28. O Intertravamento deverá garantir a não ocorrência da perda de detecção de ocupação de um trem num determinado trecho de via em que ele esteja ocupando;
- RGS 29. Toda a comunicação dos sinais vitais dos módulos integrantes do Intertravamento dentro de um determinado domínio e nas interfaces deste com os Intertravamentos adjacentes deve ser concebida de forma segura.

4.12. REQUISITOS DE CONFIABILIDADE, DISPONIBILIDADE E SEGURANÇA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 4.12.1. Os equipamentos fixos do Sistema de Sinalização deverão ser projetados para apresentar uma Disponibilidade Funcional Global de no mínimo 99,998 % com tempo máximo de reparo de falhas de 2 horas.
- 4.12.2. Para atender os parâmetros especificados de Disponibilidade requeridos para o Sistema de Sinalização e Controle, poderão ser utilizados de recursos de redundância em todos os módulos que se fizerem necessários, tanto em hardware quanto em software.
- 4.12.3. Nos cálculos de disponibilidade de cada módulo deverão ser considerados a “análise dos modos de falha e seus efeitos – FMEA” em conformidade com as definições de confiabilidade, disponibilidade e condições ambientais definidas nestas Especificações.
- 4.12.4. Nos cálculos de disponibilidade intrínseca deverão ser destacadas as falhas críticas e as de maior relevância. Nos cálculos da confiabilidade deverão ser destacadas todas as falhas críticas, maiores, menores e não interferentes, considerando as condições de operação normal e de degradação.
- 4.12.5. Na determinação do MTBF e da disponibilidade intrínseca dos módulos constituintes do Sistema, deverá ser efetuado e apresentado os cálculos, conforme norma Mil-Std-756 em sua última versão, utilizando o método de contagem das partes (*“Parts Count Reliability Prediction Method”*) e, análise por stress de componentes (*“Part Stress Analysis Method”*), descritos no Mil-Std-HdbK 217 em sua última versão e, atendendo aos parâmetros especificados neste documento.

4.13. MÁQUINAS DE CHAVE

- 4.13.1. As Máquinas de Chave e as barras de conexão devem possuir total compatibilidade com os AMV's padrão UIC e/ou AREMA, com detector(es) de posição das pontas de agulha (e de jacarés moveis, se houver) cujos contatos completarão o intertravamento associado, após detectar a movimentação completa do respectivo AMV, bem como seguir as instruções técnicas e normas vigentes. As máquinas de chave devem ter os dispositivos de monitoramento redundantes necessários para enviar a posição final para os intertravamentos. Os intertravamentos devem ser capazes de monitorar e indicar a posição de cada AMV e indicar ao operador do CCO se um AMV está ou não em transição, se ele

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

definiu ou não sua posição em modo normal ou reverso, se está ou não energizado, se tem ou não controle ou está em manual e se foi ou não chaveado.

4.14. LOCAIS TÉCNICOS

4.14.1. Preferencialmente, os controles dos Intertravamentos deverão ser instalados nas salas técnicas das estações, ou em construções de abrigos específicos ao longo da linha para acomodar os equipamentos do intertravamento de um determinado domínio de controle.

4.15. VALIDAÇÃO DA CONFIABILIDADE E SEGURANÇA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO

4.15.1. Reconhecendo a responsabilidade com a segurança operacional que o sistema de sinalização possui, é obrigatório que o sistema implantado seja objeto de APROVAÇÃO pelo AUDITOR INDEPENDENTE e de não objeção pelo PODER CONCEDENTE, abrangendo análise de segurança que deverá englobar os elementos de Hardware e de Software, principalmente aos responsáveis pelas funções de garantir a segurança do sistema e que tenham características de “falha segura” (*Fail Safe*) – ou “Tolerante a Falha”.

4.15.2. O relatório de Análise de Segurança deverá apresentar as conclusões e recomendações sobre as condições de segurança de todo o sistema, a severidade dos perigos e probabilidades de ocorrência de falhas inseguras em ambos os sentidos de operação em trecho considerado bidirecional e no sentido de circulação em trecho unidirecional (se houver), bem como, as condições de aceitação

4.15.3. As análises deverão ser conduzidas atendendo aos requisitos das normas de segurança mencionadas neste documento e o relatório de análise deve citar todos os critérios utilizados, identificação dos riscos, identificação dos perigos classificação dos riscos e perigos e suas probabilidades de ocorrência, detalhando entre outras análises e considerações:

- i. Identificação dos perigos e riscos:
 - a. Inerentes aos processos de Operação e Manutenção;
 - b. Associados ao meio-ambiente;
 - c. Afetos a interoperabilidade;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- d. Quanto aos tipos de eventos ou sequência de eventos que poderão provocar acidentes ou situações perigosas, incluindo falhas de componentes, erros nos procedimentos e erros humanos;
- e. Quanto à priorização dos perigos previsíveis associados ao sistema, incluindo os perigos decorrentes de:
 - Operação em condições normais;
 - Operação em condições de defeito ou falha;
 - Operação em situações de emergência;
 - Mau uso do sistema;
 - Interfaces do sistema;
 - Funcionalidade do subsistema;
 - Questões relativas à operação e manutenção;
 - Fatores humanos;
 - Características do meio ambiente;
 - Condições climáticas
 - Associados a vandalismo y terrorismo
- ii. Análise Crítica dos Efeitos dos Modos de Falhas – FMECA;
- iii. Análise dos Processos de Garantia da Segurança e Proteção;
- iv. Estimativa da frequência de ocorrência e a severidade de cada perigo;
- v. Recomendações para Mitigação de eventuais pontos críticos à Segurança Operacional;
- vi. Considerações e conclusões

4.16. REQUISITOS FUNCIONAIS MANDATÓRIOS DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO

- 4.16.1. O sistema de sinalização será o responsável pela execução de todas as funções consideradas vitais (funções de segurança), as quais estão relacionadas diretamente à

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

movimentação segura dos trens de passageiros e de carga e veículos auxiliares ao longo da via.

4.16.2. Os equipamentos de estações e vias em conjunto com os equipamentos de bordo - CB dos trens deverão ser responsáveis pela Proteção Automática na movimentação de trens (ATP – Automatic Train Protection), cujos objetivos básicos são os seguintes:

- i. Evitar movimentos opostos e ou conflitantes;
- ii. Evitar retro colisão de trens movimentando-se em um mesmo sentido de tráfego;
- iii. Evitar o descarrilamento causado por trens circulando em velocidade superior à permissível pelo traçado da via;
- iv. Efetuar a movimentação e proteção segura de Aparelhos de Mudança de Vias - AMV's;
- v. Permitir a movimentação de trens ao longo da via por meio de liberação de perfis seguros de velocidade impostos pelo Intertravamento em concordância com o sentido de tráfego estabelecido e as condições dinâmicas de ocupação dos trechos.
- vi. Geração de curvas de direção e frenagem de acordo com as próprias condições de configuração de rota e disponibilidade de pista.
- vii. Geração de frenagem de emergência no trem devido a uma condição de operação insegura.
- viii. Relatórios de eventos de segurança causados no trem.

4.17. DETECÇÃO DE OCUPAÇÃO

4.17.1. Esta função de segurança tem por objetivo efetuar a detecção da presença de trens e veículos auxiliares em qualquer ponto da via, devendo ser executada com o emprego de dispositivos contadores de eixos ou circuitos de via. Estes dispositivos deverão ser concebidos com características de Falha Segura.

4.18. AUTORIZAÇÃO DE MOVIMENTO

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

4.18.1. Esta função de segurança será a responsável pela geração, seleção e liberação de perfis contínuos de velocidade e autorizações de movimento em cada seção de via controlada pelos respectivos equipamentos de sinalização.

4.18.2. Para execução deste requisito funcional, o sistema deverá contar com as seguintes informações básicas de segurança, as quais serão geradas e supervisionadas pelo Intertravamento (IVM):

- i. Sentido de Tráfego;
- ii. Rotas alinhadas na região;
- iii. Ocupações à frente;
- iv. Limites Cíveis de Velocidade;
- v. Restrições Temporárias de Velocidade;
- vi. Modo de Controle da Região de Intertravamento;
- vii. Proibições (rotas e bloqueios);
- viii. Modo de condução selecionado no equipamento ERTMS N2

4.19. CONTROLE DE SENTIDO DE TRÁFEGO

4.19.1. A função controle de sentido de tráfego deverá tomar como base as condições presentes na via e estabelecer os perfis seguros de velocidades que permitam o sentido de movimentação e a proximidade entre as composições trafegando em uma mesma via, impedindo que possam ocorrer movimentos opostos e concorrentes entre dois trens, para uma mesma seção de via entre dois intertravamentos consecutivos, e permitindo que os trens possam seguir uns aos outros na mesma direção, de forma segura.

4.20. INTERTRAVAMENTO DE ROTAS

4.20.1. Esta função deverá consistir na requisição, alinhamento e travamento de rotas de forma segura, com a correta execução do comando, movimentação e correspondência dos AMV's envolvidos e, abertura do bloqueio desejado através de processamento gerado pelo

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

Intertravamento. O estabelecimento de rotas ou itinerários deve considerar os elementos necessários para garantir a proteção dos flancos e as compatibilidades entre as rotas.

4.20.2. As rotas de saída de Zonas Terminais de Manobras deverão ser alinhadas de forma automática (Ciclo automático) pelo sistema a partir de um comando de despacho emitido pelo CCO ou pelas IHM's do PCL (quando selecionado o modo de controle local).

4.20.3. O IVM deverá possuir recursos de hardware e de software que possibilite ao CCO controlar a circulação de trens tanto no sentido normal, como no sentido reverso das vias operacionais, sempre de forma completamente segura.

4.20.4. A inversão de tráfego para atendimento das necessidades operacionais, deve ser efetuada em conformidade com os Requisitos Gerais de Segurança - RGS's.

4.20.5. O sistema de sinalização deve ser capaz de delimitar a hierarquia do controle de itinerário, nas interfaces da linha principal e das bases de manutenção e/ou oficinas ou depósitos, dependendo das delimitações de uma área específica. O sistema de sinalização deve considerar os elementos de segurança necessários para que garanta a entrada e saída seguras dos trens entre o pátio/oficina e a via principal.

4.21. ALINHAMENTO E CANCELAMENTO DE ROTAS

4.21.1. O CCO supervisionará e poderá requisitar de forma automática o alinhamento e cancelamento de rotas ao longo de toda a via, inclusive aqueles referentes às regiões de manobras de cada equipamento de um determinado Intertravamento pertencente ao Subsistema de Controle Centralizado de Tráfego.

4.21.2. O Sistema de Controle Centralizado de Tráfego também deverá viabilizar a partir do PCL, quando o sistema estiver operando no "Modo de Controle Local", a efetivação, de no mínimo, as seguintes funções:

- i. Alinhamento ou cancelamento de rotas;
- ii. Rotas por Origem - Destino;
- iii. Rotas por Comando Direto;
- iv. Rotas por aproximação;
- v. Proibição de Bloqueio como entrada;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- vi. Proibição de Bloqueio como saída;
- vii. Comando Direto sobre elementos de via;
- viii. Violação de Bloqueio, a critério da CONCESSIONÁRIA;
- ix. Traçado Permanente;
- x. Simulação de Ocupação;
- xi. Imposição e Retirada de Restrição de Velocidade;
- xii. Inversão de Sentido de Tráfego;
- xiii. Sinalização de ocorrências anormais;
- xiv. Indicação de indisponibilidade de energia e bloqueios.

4.21.3. Os comandos de cancelamento ou desbloqueio de rotas ou itinerários do CCO (modo centralizado) e dos intertravamentos (modo descentralizado ou modo local) devem ser verificados pelos intertravamentos para garantir a possibilidade de execução de tal comando. As posições operacionais locais no CCO ou nas salas de intertravamento devem ser capazes de realizar uma dupla confirmação antes da execução do cancelamento de uma rota específica. Os registradores legais nos intertravamentos devem registrar esses eventos com seu carimbo de data/hora e armazená-los para consulta. O sistema de sinalização deve armazenar os eventos relacionados aos comandos enviados por cada operador no banco de dados do sistema.

4.22. SISTEMAS AUXILIARES DE APOIO OPERACIONAL: DETECTORES

4.22.1. A CONCESSIONÁRIA deverá realizar a instalação de sistemas de auxílio operacional (detectores) para aumentar a segurança e o desempenho da operação ferroviária.

- i. Detectores de queda de objeto (DQO);
- ii. Detector de caixa quente e freio emperrado (DCQ);
- iii. Detector de objeto arrastado e descarrilamento de eixo (DOA);

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 4.22.2. Todos os sistemas de detecção a serem instalados devem estar em operação em um Sistema Ferroviário Internacional e devem ser suficientemente testados.
- 4.22.3. A CONCESSIONÁRIA deverá determinar o número de sistemas de detecção a serem utilizados, incluindo todo o software e hardware necessários, bem como o desenvolvimento das interfaces necessárias.
- 4.22.4. Todos os sistemas de detecção deverão estar localizados em áreas adequadas à sua função específica, e vários sistemas de detecção poderão ser agrupados em uma mesma área.
- 4.22.5. Os sistemas de detecção devem usar a rede fixa de telecomunicações para transmitir as informações relevantes a eles.
- 4.22.6. Os sistemas de detecção devem ter duas estações de operação na BCC e uma em cada MVI ou PCL para monitorar o status de cada um dos detectores instalados. Os PCLs devem monitorar apenas os detectores associados à sua área geográfica.
- 4.22.7. Deverá haver uma plataforma de integração de alarmes no CCO e nos PCLs para os detectores. Quando o detector emitir um alarme, um aviso sonoro e visual deverá ser acionado no console do operador do CCO ou do PCL, dependendo do controle naquele momento, que permanecerá em vigor até que o operador o reconheça. A parametrização das faixas de alarme deve ser definida de acordo com os valores decididos pela Entidade Contratante.
- 4.22.8. Os sistemas de detecção com equipamentos sobre trilhos ou dormentes deverão ser destacados por meio de pintura dos dormentes (faixas amarelo-preto) para conhecimento das equipes de manutenção da via.
- 4.22.9. Os sistemas de detecção deverão contar com um sistema de alimentação elétrica seguro, seja a partir da linha UPS ou com alimentação dupla.

4.23. DETECTORES DE QUEDA DE OBJETO (DQO)

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

4.23.1. Os detectores de queda de objetos devem ser instalados em viadutos para veículos motorizados (ambos os lados).

4.23.2. Devem ser baseados em tecnologia de fibra óptica, em que o rompimento da fibra óptica faz com que o sistema seja alarmado por um possível objeto em queda na via.

4.23.3. Devem ter quatro aspectos no console do operador, como “Normal”, “Alarme”, “sem comunicação/falha” e “em manutenção”.

4.23.4. O alarme do sistema COD fará com que o sistema de sinalização cancele a autorização de movimento para a seção onde o COD que causou o alarme está localizado, com uma mensagem de alarme correspondente no console do operador do CCO e nos painéis da sala de controle (Video Wall).

4.24. DETECTOR DE CAIXA QUENTE E FREIO EMPERRADO (DCQ)

4.24.1. Sistemas de detecção de caixa quente e freio emperrado devem ser instalados na linha do projeto a cada 75 km.

4.24.2. A localização dos DCQs deve permitir que o trem possa parar com segurança no próximo ramal e, se isso não for possível, em uma estação. Um trem com caixas quentes ou freios travados nunca deve passar por uma estação. Eles não devem estar localizados a mais de 6 km delas e, de preferência, devem estar localizados no final de um declive, onde o freio poderia ter sido aplicado.

4.24.3. Os níveis de status devem ser definidos para os DCQs: “Normal”, “alarme”, “sem comunicação/falha” ou em manutenção e devem ser informados ao CCO ou PCL apropriado.

4.25. DETECTOR DE OBJETO ARRASTADO E DESCARRILAMENTO DE EIXO (DOA)

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

4.25.1. Deve ser instalado um sistema de objetos em movimento e eixos descarrilados para detectar descarrilamentos de *bogies* ou objetos em movimento.

4.25.2. A localização exata dos DOAs deverá ser proposta pela CONCESSIONÁRIA e aceita pelo AUDITOR INDEPENDENTE.

4.25.3. 4 níveis de status para DOAs devem ser informados ao CCO ou PCL correspondente: “Normal”, “alarme”, “sem comunicação/falha” e Manutenção.

4.25.4. Os status do DOA devem ser transmitidos para o BCC e o LCP correspondentes e devem ser integrados à plataforma de gerenciamento do detector.

4.26. REQUISITOS OPERACIONAIS DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE

4.26.1. O Sistema de Sinalização e Controle deverá ser concebido de forma a permitir a operação plena da movimentação de trens ao longo da via principal, desvios e vias de estacionamento. A detecção da presença de trens deverá ser efetuada de forma contínua de maneira a proporcionar um nível elevado no automatismo das atividades da operação e sua regulação, sem a necessidade de constantes intervenções dos operadores do CCO.

4.26.2. As condições inerentes da via permanente tais como: limites civis de velocidade, raios de curvas, inclinações longitudinais (rampas), superelevações, posições precisas dos equipamentos de sinalização instalados na via, regiões de AMV's, posições das plataformas com suas extensões com pontos previstos de parada de trens, deverão estar claramente definidos em um Plano de Vias Sinalizadas – PVS e tratados por Programas Específicos no Subsistema de Controle de Tráfego, de forma a possibilitar a detecção de ocupação contínua do trem e sua movimentação de forma segura ao longo da via.

4.26.3. A condição normal de operação do Sistema de Sinalização será sempre em modo “Central/Automático”. Uma eventual parada de um trem durante o cumprimento de sua missão operacional ao longo do percurso causada por interferências do tipo operacional ou mesmo falha ocasional em qualquer equipamento integrante do sistema, deverá ter sua movimentação automática retomada e garantida, tão logo sejam eliminadas as interferências e restabelecidas as condições de segurança do sistema.

4.27. INICIALIZAÇÃO E REINICIALIZAÇÃO DO SISTEMA

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 4.27.1. A inicialização e reinicialização do Sistema de Sinalização e Controle em cada região de domínio controlada deverão ser automáticas, simples, rápidas e seguras, sendo realizadas em tempo menor que 3 minutos, com as verificações de todas as condições de tráfego, ocupações, restrições, comunicações e RGS's.
- 4.27.2. A inicialização/reinicialização deverá levar em conta as características técnicas e os requisitos operacionais definidos para cada um dos sistemas controlados.
- 4.27.3. No processo de inicialização/reinicialização deverão ser tratados basicamente:
- i. Modo de controle;
 - ii. A região de domínio;
 - iii. As restrições presentes no sistema;
 - iv. As prioridades de postos de controle (sala ativa) no CCO ou no PCL;
 - v. As facilidades operacionais para Interação Homem x Máquina;
 - vi. A troca de informações de estado e diagnóstico entre as funções de módulos e equipamentos interdependentes;
 - vii. A geração, sincronização e atualização das bases temporais (tanto as estáticas quanto as dinâmicas).
- 4.27.4. O processo de inicialização/reinicialização deverá ser iniciado, executado e concluído de tal forma que o sistema esteja sempre em estado conhecido e seguro.
- 4.27.5. O Sistema de Sinalização deverá ser concebido para atender aos seguintes requisitos básicos de operação:
- i. Limites de Velocidade;
 - ii. Cumprimento dos intervalos entre trens e / ou tabelas horárias;
 - iii. Controle de Movimentação Segura de Trens;
 - iv. Controle de Mudança de Vias;
 - v. Controle do Sentido de Movimentação;
 - vi. Modos de Operação e Controle.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

4.28. LIMITES DE VELOCIDADE

4.28.1. O Sistema de Sinalização, através dos IVM's, deverá gerar e comandar os perfis contínuos de velocidades e autorizações de movimentação em todo trecho de via sob seu domínio, que deverão estar permanentemente em conformidade com os seguintes Requisitos Técnicos de projeto:

- i. Requisitos Gerais de Segurança;
- ii. Limites Civis de velocidade estabelecidos para cada ponto do trecho controlado;
- iii. Restrições Civis de Velocidade da via permanente;
- iv. Condições de tráfego presentes no trecho controlado;
- v. Velocidade máxima operacional definida para cada serviço;
- vi. Níveis de restrições de velocidades máximas na via, ajustáveis e selecionáveis por via e por trechos de via de um determinado domínio controlado;
- vii. Autorizações de movimentos dinâmicos e programáveis automaticamente em conformidade com as condições de tráfego e segurança presente à frente do trem.

4.29. CUMPRIMENTO DE INTERVALO ENTRE TRENS E DE TABELA HORÁRIA

4.29.1. O Sistema de Sinalização e Controle deve assegurar ao CCO a possibilidade de gerenciar de forma automática a regulação e o cumprimento do headway operacional de no mínimo 5 minutos.

4.29.2. Para obtenção deste headway deve-se considerar o tempo de parada nas plataformas de 60 segundos, velocidade comercial média compatível com o tempo de percurso, ausência de interferências (seja no trem, nas plataformas, na via ou nas regiões de "Zonas Terminais de Manobras"), independentemente das condições de aderência roda-trilho (trilhos secos ou molhados).

4.29.3. O sistema de monitoramento e controle deve verificar a conformidade com os cronogramas, identificando quaisquer atrasos no sistema. Esses desvios devem ser exibidos nos monitores das estações de operação do controlador de tráfego; além disso, o sistema deve gerenciar automaticamente a regulação do tráfego de trens, aumentando ou

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

reduzindo os tempos de parada nas estações para que os trens cheguem a tempo, de acordo com o planejamento operacional.

4.30. CONTROLE DE APARELHOS DE MUDANÇA DE VIAS

4.30.1. Ao longo da via, em pontos pré-determinados, existirão regiões de desvios onde serão instalados Aparelhos de Mudança de Vias - AMV's padronizados conforme a Norma ABNT NBR 16827.

4.30.2. Nos AMV's deverão ser instaladas máquinas de chave elétricas (ou eletro-hidráulicas) e respectivos leiautes de acoplamento ao AMV's, bem como os sensores de posição das agulhas e de jacarés móveis (se houverem), de forma a garantir a liberação de passagem dos trens e veículos ferroviários somente quando os AMV's estiverem devidamente posicionados e travados nas rotas programadas.

4.30.3. Os controles de comando e correspondência dos AMV's devem ser efetuados de forma segura e atender aos RGS's.

4.31. MODOS DE OPERAÇÃO E CONTROLE

4.31.1. As regiões de AMV's devem possuir os seguintes modos de controle respeitando as sequências de prioridades:

- i. Central: controlada pelo SCC;
- ii. Local: controlada pelo PCL do SSC;
- iii. Automático: controlada automaticamente pelo sistema SSC;
- iv. Manutenção: controlado pelo PCL do SSC ou através das IHMs portáteis de Manutenção.

4.31.2. O Modo de Controle Central tem prioridade sobre os demais modos, sendo que o SCC deve permitir requisitar a passagem para o modo de controle Local, Manutenção ou Automático; a CONCESSIONÁRIA deverá incluir em seus procedimentos e desenvolvimento

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

de software o plano de execução da sessão de comando (mudar do modo de controle central para o modo de controle local).

4.31.3. O PCL somente pode requisitar o modo de Controle Local se o SCC estiver em falha ou ocorrer uma transferência autorizada pelo SCC, sendo que o PCL deve permitir requisitar a passagem para o modo de controle Manutenção ou Automático.

4.31.4. No caso de falha do SCC em modo Central, o modo de controle deve passar para o modo Automático, permitindo nestas condições que o PCL possa requisitar o modo Local ou Manutenção.

4.31.5. As Máquinas de Chave devem possuir os seguintes modos de operação, cujos eventos devem ser monitorados pelo sistema de sinalização no intertravamento e no CCO:

- i. Remoto: onde a movimentação das máquinas de chave é controlada pelas IHM's do SCC ou SSC;
- ii. Local: onde a movimentação das máquinas de chave é realizada pela manivela no corpo da máquina de chave;
- iii. Automático: onde a movimentação das máquinas de chave é realizada automaticamente pelos equipamentos do SSC.

4.31.6. Os modos de controle para despacho de trens em regiões de manobra são os seguintes:

- i. Central: controlado pelo SCC;
- ii. Local: controlado pelo PCL do SSC;
- iii. Automático: controlado automaticamente pelos equipamentos do SSC.

4.31.7. O SSC deve permitir que as vias de estacionamento e acesso ao pátio de manutenção sejam configuráveis através dos Postos de Controle, nos seguintes modos:

- i. Operação: supervisão e controle da entrada e saída de trens do pátio efetuados pelo SCC, no modo CBTC (despacho e recolhimento automáticos);
- ii. Manutenção: supervisão e controle da entrada e saída de trens do pátio efetuados pelo Posto de Controle Local do Pátio;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

4.31.8. Em caso de degradação do SCC, o Posto de Controle Local do Pátio deve ter condições de controlar os modos de operação e manutenção das referidas vias de acesso ao pátio.

4.32. NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DO SISTEMA

4.32.1. O sistema de sinalização deverá ser concebido para executar automaticamente todas as funções relacionadas ao controle da movimentação de trens e sua regulação, de maneira integrada com as requisições provenientes do SCC de forma interativa com os outros Subsistemas, atendendo a todos os programas relacionados ao PLANO DE OFERTA DE LUGARES (Programação Horária dos Trens), de modo que qualquer eventualidade que possa alterar a operação automática dos trens e o seu desempenho deve ser contornada pelo Sistema, mantendo a circulação de trens e veículos auxiliares ao longo da via de maneira segura.

4.32.2. O Sistema deverá ser subordinado ao SCC e PCL, conforme hierarquia a ser definida na arquitetura do sistema, nas funções que envolvam diretamente com os parâmetros utilizados no controle e regulação da oferta de transporte. Para os demais setores sem interferência, o Sistema deverá operar independente e automaticamente. O comando e o controle da operação devem ser exclusivos, o que significa que o comando de sinalização só pode estar em uma zona, impedindo que a outra zona envie comandos para o intertravamento.

4.33. DESPACHO E RECOLHIMENTO DE TRENS

4.33.1. O SCC, em conjunto com o SSC, deverá realizar de forma automática, o despacho e o recolhimento de trens nos estacionamentos, nos pátios, bem como nas zonas terminais de manobras, de forma a atender à Programação de Oferta de Trens (POT) e retirada de trens com avarias, desde as condições operacionais e de disponibilidade permitam.

4.34. MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO

4.34.1. Deve haver uma plataforma de manutenção que permita ao mantenedor de segurança localizado nas salas do CCO supervisionar em tempo real (visualização do status das variáveis/alarmes), controlar remotamente (envio de ordens) e realizar a possível

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE**

manutenção dos dispositivos relacionados à segurança dos subsistemas, redes e informações que fazem parte da linha férrea.

- 4.34.2. Da mesma forma, a definição de um plano de manutenção que facilite o monitoramento e o diagnóstico contínuos (24 horas por dia, 7 dias por semana) de falhas na infraestrutura, a fim de determinar qual ação de manutenção deve ser realizada em um determinado momento. Isso garantirá a confidencialidade, a integridade e a disponibilidade dos subsistemas, dos dados e das redes que compõem todo o sistema ferroviário.

5. CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL – CCO

- 5.1. O Centro de Controle Operacional – CCO deverá atender de forma adequada a necessidade operacional dos SERVIÇOS.
- 5.2. O CCO será composto por equipamentos de supervisão e controle para as seguintes funções, ou subsistemas:
- 5.2.1. SCC – Sistema de Controle Centralizado de Tráfego - Sinalização e Controle;
 - 5.2.2. SCE – Sistema de Controle de Energia - Alimentação Elétrica e Rede Aérea;
 - 5.2.3. Subsistemas Auxiliares – Baixa Tensão, Ventilação de Salas Técnicas e Ar-Condicionado, Detecção e Combate a Incêndio, Iluminação, Bombas;
 - 5.2.4. Subsistema de Passageiros – Escada Rolante, Elevadores; Bloqueios;
 - 5.2.5. Subsistema de Controle de Arrecadação e Passageiros – SCAP;
 - 5.2.6. Subsistemas de Segurança – Vigilância e Supervisão da Segurança dos passageiros nas instalações e acessos ao sistema, nas estações e durante as viagens;
 - 5.2.7. Sistemas de Telecomunicações - STO, CFTV, sonorização, cronometria, rádio comunicação.
- 5.3. O CCO deverá ser espelhado em local a ser definido, e executará a pedido do PODER CONCEDENTE a função de supervisão e monitoramento dos sistemas, incluindo a consulta dos alarmes e eventos, em tempo real, ou no registro histórico.
- 5.4. Os sistemas que fazem parte do CCO deverão ser concebidos com uma arquitetura distribuída e redundante tipo *hot-standby*, abrangendo:
- 5.4.1. Sala de Controle: Nesta Sala estarão dispostas as consoles operacionais e de supervisão dos sistemas de forma a se controlar as operações das Linhas. Na sala de controle existirá, também, um painel videowall onde será possível visualizar a movimentação e posição relativa dos trens operando nas vias, quadro de informações sobre a energização das linhas de tração de 3kVcc de alimentação dos trens (catenária), energia nos anéis de alimentação em média tensão de 34,5 kVca e 13,8 kVca e energia e alimentação das subestações

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

primárias de Alta Tensão. Nesta sala também estará localizado painel geral e monitores de imagens do CFTV com o objetivo de Videovigilância para supervisão e determinação de estratégias de segurança e operacionais para atuação em possíveis intercorrências envolvendo passageiros dentro das instalações, acessos, estações e nos trens durante as viagens.

5.4.2. Sala de Servidores: Nesta sala deverão ficar os equipamentos de TI necessários a operação incluindo servidores redundantes com recursos de balanceamento de carga.

5.4.3. Comunicações com os equipamentos distribuídos nas linhas e trens: Essa comunicação conecta os equipamentos servidores do CCO com os demais equipamentos de Sinalização e Telecomunicações. Serão utilizadas duas tecnologias diferentes para esta comunicação: subsistema de redes fibra óptica (STO) e rádio comunicação.

5.4.4. Rede de Dados: A rede de dados deve ser projetada de forma que a comunicação entre o sistema de sinalização e o CCO possa suportar falhas múltiplas em qualquer um dos elementos sem implicações para a operação do sistema de sinalização como um todo e, portanto, para a segurança dos passageiros. Portanto deverá ser implementada através de dois switches conectados em anel e proporcionando a devida redundância.

5.5. A Operação, o Controle e a Supervisão da linha serão divididos em subsistemas, sendo que cada Estação de Operação e/ou Supervisão será controlada e supervisionada por IHMs - "Interface Homem-Máquina", que devem ser homogeneizadas e padronizadas quanto a ícones, cores, estrutura de informações etc. Isso para que todos os operadores possam operar de forma intuitiva e fluida cada interface que necessitarem, a representação das informações deve ser incluída em um padrão de vídeo projetado pela CONCESSIONÁRIA. As políticas e diretrizes para o design homogêneo e padronizado da IHM devem fazer parte do respectivo estudo de ergonomia a ser desenvolvido pela CONCESSIONÁRIA. Além disso, um sistema SSO deve ser implementado para acessar todas as IHMs e os recursos necessários para cada operador ou membro da equipe. As IHMs consideradas são as seguintes:

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

5.5.1. Controle de Trens;

5.5.2. Controle de Energia e Eletrificações;

5.5.3. Monitoramento e Controle do Fluxo de Passageiros;

5.5.4. Telecomunicações;

5.5.5. Comunicação TETRA;

5.5.6. Controle e monitoração de Equipamentos Auxiliares e Baixa Tensão;

5.5.7. Apoio a Manutenção.

5.6. SISTEMA DE CONTROLE CENTRALIZADO DE TRÁFEGO - SCC

5.6.1. O sistema SCC monitora a operação de tráfego de trens, incluindo Pátios e Estacionamentos. O SCC fornece as informações de tráfego através da exibição da localização dos trens, o status das rotas e aspectos dos sinaleiros (se existirem) tanto no Painel Mímico da sala de controle como em terminais com IHM's do SCC.

5.6.2. Os trens também podem ser controlados manualmente pelo operador no terminal do SCC do CCO, através do comando de alinhamento de rotas, da solicitação de partida de um trem na estação e da solicitação de parada de um trem em determinada estação.

5.6.3. O sistema SCC também deverá efetuar o gerenciamento e execução da regulação de tráfego por *headway* (intervalos entre trens) e por tabelas horárias, as quais são utilizadas para o controle da oferta de trens, que serão aferidos por INDICADORES DE DESEMPENHO, conforme ANEXO III.D que também deverão ser gerados automaticamente pelo SCC.

5.6.4. O sistema de controle de tráfego centralizado deve ser capaz de fornecer os alarmes acústicos necessários a partir dos intertravamentos para indicar ao operador/controlador de tráfego qualquer novo mau funcionamento ou evento incomum na linha comercial. Esses eventos e alarmes devem ser facilmente reconhecidos pelo controlador de tráfego e armazenados nos bancos de dados do sistema de sinalização.

5.7. SISTEMA DE CONTROLE DE ENERGIA – SCE

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 5.7.1. O SCE permite a monitoramento e controle dos equipamentos do Sistema de Alimentação Elétrica em Alta Tensão, Média Tensão, Baixa Tensão e Tração, abrangendo os seguintes subsistemas:
- 5.7.2. Subestações Primárias;
- 5.7.3. Subestações Retificadoras;
- 5.7.4. Subestações Auxiliares.
- 5.7.5. Os principais equipamentos controlados são os seguintes:
- 5.7.6. Disjuntores;
- 5.7.7. Chaves Seccionadoras (incluindo as chaves seccionadoras das catenárias);
- 5.7.8. Contatores.
- 5.7.9. O CCO deverá possuir um terminal de controle SCE que permita operar e monitorar, através de uma interface amigável, o estado das linhas eletrificadas em todo o sistema, incluindo a catenária, bem como monitorar e controlar o estado de abertura e fechamento dos disjuntores, seccionadores e outros componentes. que pode ser operado remotamente, com sistema de gerenciamento de dados, redundância e confiabilidade para garantir a continuidade do sistema em caso de falhas. Devem ser aplicadas medidas de segurança para proteger o sistema contra acesso não autorizado e ataques cibernéticos. O SCE deverá apresentar também em seus terminais de controle, para monitoramento de consumo e demanda, a carga dos alimentadores de entrada (88/138 kV ac), saída 34,5 kV ac e 3 kV dc) das subestações e cabines de seccionamento. O Video Wall deve mostrar o estado do sistema em questão.
- 5.7.10. O sistema de controle de energia SSCE deve ser capaz de informar ao sistema de sinalização o status atual da catenária, indicando se as zonas estão energizadas ou não. O sistema de sinalização deve impedir o roteamento automático para seções elétricas desenergizadas.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

5.8. SISTEMA DE CONTROLE DE AUXILIARES

5.8.1. O Sistema de Controle de Auxiliares, que faz parte do CMMS, deverá permitir o monitoramento e controle dos equipamentos auxiliares nas estações. Os equipamentos controlados e/ou monitorados são:

5.8.2. Baixa tensão

5.8.3. Ventilação de Salas Técnicas;

5.8.4. Ar-Condicionado;

5.8.5. Detecção e Combate a Incêndio;

5.8.6. SAIs / Grupos geradores

5.8.7. Estação de tratamento de água

5.8.8. Painéis elétricos

5.8.9. Iluminação; e

5.8.10. Bombas.

5.9. SISTEMA DE FLUXO DE PASSAGEIROS - SFP

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 5.9.1. O Sistema de Fluxo de Passageiros, que faz parte do CMMS, deverá permitir o monitoramento e controle dos equipamentos nas estações relacionados ao fluxo de passageiros.
- 5.9.2. Os equipamentos relacionados ao fluxo de passageiros controlados e/ou monitorados são:
- 5.9.3. Escadas Rolantes;
- 5.9.4. Elevadores;
- 5.9.5. Bloqueios;
- 5.9.6. Contadores de passageiros nas entradas e saídas das estações.
- 5.10. SUBSISTEMA DE CONTROLE DE ARRECADAÇÃO E PASSAGEIROS – SCAP
 - 5.10.1. O Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros é responsável pela Bilhetagem, efetuando a coleta de dados da arrecadação e efetuando o tratamento definido pelo PODER CONCEDENTE. Este sistema faz parte do CMMS.
- 5.11. SUBSISTEMA DE SEGURANÇA
 - 5.11.1. O Subsistema de Segurança é responsável pela Vigilância e Supervisão da Segurança dos passageiros nas instalações e acessos ao sistema, nas estações e durante as viagens;
- 5.12. SUBSISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

5.12.1.O Subsistema responsável pelo monitoramento e Controle dos sistemas de Telecomunicações, que faz parte do CMMS, abrange:

5.12.2.STO;

5.12.3.CFTV;

5.12.4.Sonorização;

5.12.5.Cronometria; e

5.12.6.Radiocomunicação.

5.13. SCADA (PLATAFORMA MULTISSERVIÇOS)

5.13.1.SCADA é o Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados configurado por uma plataforma que permitirá a visualização e o controle em tempo real de diversos elementos e equipamentos eletromecânicos, integrados em um sistema ou isolados, responsável pela supervisão e controle dos sistemas operacionais, energia, auxiliares, telecomunicações e de segurança, que deverão estar conectados e integrados ao CMMS e observar obrigações demandadas do ANEXO III.D.

5.13.2.Deverá ser composto por software que funcione em um ambiente gráfico, onde os operadores possam visualizar um mapa das instalações e identificar cada um dos componentes do sistema, com arquitetura cliente-servidor, servidor este que será acessado através de postos de controle localizados no CCO conforme descritos no item 6 deste ANEXO e/ou de supervisão local nas estações através dos SCLs ou Sistemas específicos, que serão interligados ao CMMS e ao SIGO quando pertinente.

5.13.3.Os dispositivos e equipamentos a serem abrangidos pelo SCADA deverão estar preparados para ser telecomandados e tele supervisionados, devendo ser, (se for o caso) adaptados para desempenhar tais funções.

5.13.4.Dada a inviabilidade de inserção de controle ou supervisão em todos os equipamentos enquanto se implanta o SCADA, bem como, enquanto houver necessidade de adequação dos equipamentos para suportar a supervisão, controle ou comunicação de dados, será admitido procedimento de não-operabilidade (equipamento em operação sem integração

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

ao sistema SCADA) que deverá ser apresentado pela CONCESSIONÁRIA e aprovado pelo AUDITOR INDEPENDENTE para posterior não objeção do PODER CONCEDENTE, com prazo para plenitude de implantação.

5.13.5. Os requisitos mínimos do software do SCADA serão:

- i. Redundância do sistema com capacidade de balanceamento de carga, transparente para o usuário e sem perda de informações;
- ii. Sistema modular, dimensionado para permitir um crescimento de no mínimo 30% (trinta por cento), tanto em sinalização quanto em dispositivos.
- iii. Armazenamento de dados nos bancos de dados de forma paralela;
- iv. Segurança através de criptografia;
- v. Integração com o sistema de captação e gestão de imagens, entre outros sistemas;
- vi. Possibilidade de calendário e programação de ações automáticas e rotinas de ação associadas;
- vii. Relatórios e Tendências;
- viii. Sistema de alarme, atendendo as recomendações VDI/VDE 3699 e DIN 19235 relativas à segurança, monitoramento confiável e equipamento sensível;
- ix. Obter informações de alarme remoto e priorização de alarmes;
- x. Interface gráfica para dispositivos de exibição de status e controle;
- xi. Plataforma Multiusuários;
- xii. Acesso por nome de usuário e senha, com os níveis de hierarquia;
- xiii. Possibilidade de gestão de alarmes e estado do sistema via Web-servidor;
- xiv. Manutenção remota;
- xv. Capacidade de importar e exportar dados;
- xvi. Deverá dispor da possibilidade de ter diferentes vistas das instalações para gerenciar e monitorar os diferentes tipos de instalações;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 5.13.6. Os sistemas e equipamentos de sinalização e controle, telecomunicações e energia mencionados neste ANEXO serão supervisionados e controlados pelo SCADA.
- 5.13.7. A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, que deverá ser submetido para APROVAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE e não objeção do PODER CONCEDENTE, nos termos do Anexo II.E, e deverá então implantar o SCADA, com todos os materiais e equipamentos necessários para supervisão e controle de equipamentos instalados em todas as estações, nos pátios, no novo CCO a ser implantado e nas subestações e cabines seccionadoras.
- 5.14. O sistema SCADA deve ser capaz de implementar os protocolos de comunicação necessários para a integração dos sistemas a serem supervisionados. Por outro lado, o sistema SCADA e seus subsistemas integrados devem ser sincronizados com o sistema de sincronização de tempo definido para o projeto, de modo que cada um dos eventos registrados no sistema possa ser mapeado com uma marca de tempo (timestamp) correta fornecido pelo sistema de tempo GPS.
- 5.15. PROJETO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO CENTRAL – SGC (CMMS):
- 5.15.1. A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo para APROVAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE e posterior não objeção pelo PODER CONCEDENTE, e implantar o CMMS, com todos os materiais e equipamentos necessários.
- 5.15.2. O Sistema de Gestão Central - SGC (ou do inglês, CMMS – Computerized Maintenance Management System) deverá ser implantado no CCO e será interligado ao SCC, SCE e SCADA das estações, dos pátios, das subestações e cabines, através do STO.
- 5.15.3. O CMMS fará a captação das informações do SCC, SCE e SCADA em tempo real do estado de cada elemento dos sistemas supervisionados das estações, do Pátio, do CCO, das subestações e demais equipamentos através de consoles de supervisão no CCO, tendo suas informações disponibilizadas ao PODER CONCEDENTE, em tempo real.
- 5.15.4. O CMMS deverá possibilitar o monitoramento (abertura e encerramento) tanto automático como manual de ocorrências e falhas para os sistemas e equipamentos que apresentem alguma anomalia em seu funcionamento. O sistema, a partir desses dados de

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

falhas, deverá gerar relatórios que possibilitem a apuração dos INDICADORES DE DESEMPENHO acessados de forma remota.

5.15.5. Os dispositivos, equipamentos e software que permitem a automatização das medições de desempenho deverão ser implantados, mantidos e custeados pela CONCESSIONÁRIA. Tais equipamentos ficarão sujeitos à prévia aprovação pelo VERIFICADOR INDEPENDENTE, nos termos do Anexo II.E. Precedentemente à aprovação, os equipamentos/sistemas receberão a homologação que consiste nas provas de confiabilidade. Superada a homologação, será aplicado o comissionamento formal que condiciona o marco de medições de INDICADORES DE DESEMPENHO, nos termos do ANEXO III.D.

5.16. CARACTERÍSTICAS MANDATÓRIAS PARA O CMMS

5.16.1. Para a implantação do CMMS, deverão ser observadas as seguintes atividades e requisitos:

5.16.2. Planejamento de manutenção dos equipamentos, considerando as características ambientais do meio onde serão instalados, de forma a garantir a alta disponibilidade do sistema.

5.16.3. Documentar e manter no sistema as informações sobre todo o histórico de manutenção de cada um dos equipamentos dos sistemas, utilizando o tipo, modelo e número de série do equipamento como identificador. Inclui o registro permanente de todas as informações

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

relevantes sobre as manutenções, tanto preventivas quanto corretivas, efetuadas em cada um de seus elementos.

5.16.4. As funcionalidades básicas do CMMS destinadas a gerir a manutenção dos sistemas são:

5.16.5. Gerenciamento de ativos: descrição e informações históricas de cada ativo com a capacidade de gerenciar sua estrutura hierárquica;

5.16.6. Análise de tendência de falhas/tempo entre falhas (MTBF), número de ciclos entre falhas (MCBF);

5.16.7. Gestão e implantação dos Indicadores previstos no ANEXO III.D;

5.16.8. Controle de depreciação dos ativos (vida útil);

5.16.9. Informes e Relatórios.

5.16.10. O sistema de manutenção deve gerenciar o inventário de equipamentos e materiais para garantir que as falhas sejam resolvidas em até 2 horas, atendendo aos requisitos de confiabilidade.

5.16.11. Implantação do CMMS: O CMMS deverá ser implantado e validado em conjunto com os sistemas e subsistemas ligados ao CMMS conforme descrito neste anexo. Para os sistemas e subsistemas que já se encontrarem em operação a implementação do CMMS deverá ser efetuada em até 90 dias.

6. POSTOS DE CONTROLE LOCAIS

6.1. POSTO DE CONTROLE LOCAL DO SSC (PCL)

6.1.1. O PCL faz parte do SSC e tem como finalidade a supervisão e/ou operação local do Sistema de Sinalização em uma área pré-definida denominada domínio de controle. Os PCLs deverão

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

ser instalados em salas específicas nas estações mestras de cada domínio. O PCL interage com o SCC obedecendo regras hierárquicas e modos de controle.

6.1.2. O PCL deverá seguir as diretrizes mandatórias para o sistema de sinalização e controle, expressas neste ANEXO.

6.2. SISTEMA DE CONTROLE LOCAL (SCL)

6.2.1. O SCL é o sistema responsável por executar as funções de supervisão e controle local dos sistemas de telecomunicações e, completamente, dos sistemas de baixa tensão, auxiliares, passageiros e SCAP através de equipamentos instalados nas estações. Os equipamentos do SCL deverão utilizar recursos de redundância, de forma a se obter a disponibilidade especificada, com facilidades de manutenção, modularidade, conectividade e capacidade de expansão de 30%.

6.2.2. O SCL, a partir de telas gráficas específicas implementadas em IHM's instaladas nas SSOs de estação e interligadas aos Postos de Controle de Elétrica/Auxiliares/SCAP no CCO, supervisionará e controlará os seguintes sistemas:

- i. Baixa Tensão;
- ii. Equipamentos Auxiliares;
- iii. Controle de Arrecadação e Passageiros;
- iv. Apoio à Manutenção.
- v. Telecomunicações e Segurança.

6.3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

6.3.1. O SCL, quando operando em modo de Controle Local e através de telas gráficas específicas, realizará a supervisão e o controle dos seguintes equipamentos dos respectivos sistemas, devendo ser adequada às características específicas de cada estação:

6.3.2. Alimentação Elétrica (Baixa tensão):

- i. Proveniente da Rede de Média Tensão 13,8kV (somente para o sistema de sinalização);
- ii. Cabine Primária com entrada da linha interna de 34,5 kV;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- iii. Grupo Gerador Diesel;
- iv. Quadro de Distribuição de Corrente Contínua – QDCC;
- v. Painéis de Iluminação – PL's;
- vi. Painel de Alimentação do Carregador de Baterias – PAC;
- vii. Carregador de Baterias 220VCA/125VCC;
- viii. Inversor/Chave Estática 125VCC/127VCA 60Hz;
- ix. Painel Essencial – PESS;
- x. Painel de Alimentação de Bloqueios – PAB.

6.3.3. Equipamentos Auxiliares:

- i. Alarme de Bilheterias ou violação de ATM's;
- ii. Alarme e Detecção de Incêndio;
- iii. Escadas Rolantes;
- iv. Elevadores;
- v. Bombas.

6.3.4. SCAP:

- i. Para cada linha de bloqueios;
- ii. Para cada bloqueio.

6.3.5. Telecomunicações:

- i. Circuito Fechado de Televisão – CFTV;
- ii. Sonorização de Estação e Mensagens;
- iii. Cronometria;
- iv. Painel de Mensagens Variáveis (PMV).

6.4. APOIO À MANUTENÇÃO

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

6.4.1. O SCL deverá propiciar recursos técnicos e facilidades operacionais, disponibilizando à manutenção diagnóstico extensivo de eventos e falhas ocorridos em cada equipamento do Sistema. Este diagnóstico deverá ser disponibilizado localmente nos equipamentos do SCL em tempo real, com parâmetro Data/Hora, através de registro em disco rígido de alta capacidade (com memorização dos eventos e falhas ocorridos em um prazo de pelo menos 6 meses. Esses registros devem ser centralizados com armazenamento redundante, com cópias disponíveis nos SCLs, para que estejam disponíveis em todos os locais

6.5. REQUISITOS TÉCNICOS

6.5.1. O SCL deverá permitir interface com os equipamentos controlados através de IHM's específicas, com recursos gráficos especialmente desenvolvidos e disponibilizados em monitores de vídeo.

6.5.2. As informações do SCL disponíveis nas IHM's deverão ser, no mínimo, de:

6.5.3. Representação gráfica dos equipamentos e sistemas da estação (Sistema de Alimentação Elétrica, bombas, sistema de bloqueios (SCAP), escadas rolantes, elevadores, sistema de detecção de incêndio, CFTV, sonorização, Gerador Diesel, circuitos de iluminação, Alarmes de Bilheterias, e PMV's), mostrando seus estados operacionais, comandos emitidos e alarmes ocorridos, além da visualização do leiaute da estação e seus diversos níveis;

6.5.4. Informações que permitam o controle, seleção e a visualização dos estados operacionais dos equipamentos integrantes do Subsistema do CFTV, equipamentos de sonorização e dos circuitos elétricos dos equipamentos de Cronometria com tela representativa do leiaute da estação.

6.5.5. O estado operacional dos equipamentos que compõem as IHM's deverá estar sempre representado em suas telas gráficas, bem como o modo de operação do Subsistema/equipamentos.

6.5.6. Deverá existir uma tela gráfica específica com o layout da estação, com os equipamentos que controlam a circulação de usuários na estação, como por exemplo: escadas rolantes, elevadores e bloqueios, sinalizando o estado operacional de cada um deles, com

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

representação gráfica usando uma arquitetura por estação de comunicações de interconexão SCL

6.5.7. O SCL deverá possuir recursos (hardware e software) que visem automatizar funcionalidades - otimizando tarefas e o número de intervenções dos operadores da SSO - e a realização de múltiplas atividades simultaneamente, consequentemente, permitindo a operacionalidade da estação e dos equipamentos da estação com maior flexibilidade, conforto, segurança e eficiência.

6.5.8. Os equipamentos do SCL deverão utilizar recursos de redundância, de forma a se obter a disponibilidade especificada, com facilidades de manutenção, modularidade, conectividade e capacidade de expansão.

6.6. REQUISITOS DE CONFIABILIDADE

6.6.1. A Disponibilidade sistêmica do SCL deverá ser de no mínimo 99,998% e o tempo médio para reparação MTTR do equipamento não deverá ser superior a 2hs.

6.6.2. Para que a disponibilidade especificada possa ser atendida, poderá utilizar-se de recursos de redundância de módulos e equipamentos, no dimensionamento do SCL.

7. SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

7.1. O Sistema de Telecomunicações terá sua concepção readequada com o objetivo de dar pleno atendimento aos requisitos operacionais especificados e serão implantados de forma a proporcionar uma perfeita integração com os equipamentos de Sinalização, Alimentação Elétrica, Auxiliares e atendimento aos Passageiros.

7.2. A CONCESSIONÁRIA deverá fornecer um sistema de alimentação ininterrupta (SAI), calculando com precisão a potência máxima necessária para um correto dimensionamento tanto para o CCO quanto para cada IVM e PCL do projeto, que alimente os sistemas de telecomunicações e qualquer outro elemento crítico para a segurança, de forma transparente e automática, garantindo uma autonomia de 48 horas e incluindo baterias do tipo Ni-Cd ou de características superiores.

7.3. Os sistemas de telecomunicações abrangem as seguintes funcionalidades:

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- i. Telefonia/Interfonia;
- ii. Redes do Sistema de Transmissão Óptico de Dados – STO;
- iii. Cronometria;
- iv. Circuito Fechado de Televisão - CFTV;
- v. Sonorização (PA)
- vi. Painéis Informativos Multimídia (Sistema de informações do usuário);
- vii. Radiocomunicações;
- viii. Sistema de Controle de Acesso - SCA;
- ix. Transmissão de dados por rádio digital e rede Wifi;
- x. Painéis de Mensagem Variáveis – PMV;
- xi. Sistema Controle Local – SCL;
- xii. Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros – SCAP.

7.4. Além dos quesitos de padronização, manutenibilidade e atualizações tecnológicas, os Sistemas deverão ser adequados às reformulações civis e estruturais que serão realizadas em cada uma das estações. Assim sendo, se faz necessário que os sistemas se enquadrem às reformas e remodelações que serão realizadas, garantindo assim o atendimento aos requisitos funcionais, quantitativos e estéticos das propostas de reformulação das estações.

7.5. A infraestrutura (canaletas e tubulações “secas”) para permitir a alimentação e conexão desses validadores que deverá ser provida pela CONCESSIONÁRIA, bem como área nas salas técnicas das estações para a instalação de “rack” de servidores.

7.6. No caso do Subsistema de Transmissão Óptico - STO, este deverá prover todos os canais de comunicações necessários para interligação de todos os sistemas e subsistemas pertencentes ao CCO, como os sistemas das estações, sistema de sinalização e sistema de alimentação elétrica de tração ao longo da linha, como é feito atualmente.

7.7. DIRETRIZES MANDATÓRIAS PARA OS SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

7.7.1. As diretrizes aqui definidas são mandatórias para o projeto dos sistemas de telecomunicações, sendo que a CONCESSIONÁRIA pode definir seu próprio projeto, o qual

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

deverá ser submetido para APROVAÇÃO pelo AUDITOR INDEPENDENTE e ao PODER CONCEDENTE para não objeção.

7.8. SISTEMA DE SONORIZAÇÃO

- 7.8.1. O Sistema de Sonorização tem por finalidade principal a difusão de avisos destinados ao público usuário e colaboradores das estações.
- 7.8.2. Além desse sistema, os Painéis de Mensagem Variável (PMV), localizados nas regiões de entradas de plataforma, plataformas, áreas de saguão e entradas de estação, devem emitir as mesmas mensagens, com distância máxima de visualização de 25 m.
- 7.8.3. Através do PMV deverá ser informado aos usuários que se encontram na região de plataformas, o destino do trem que irá estacionar junto a esta, horários seguintes, apresentação de mensagens de alerta, avisos institucionais e, de forma textual, as mensagens pré-gravadas digitalizadas veiculadas pelo sistema de sonorização.
- 7.8.4. Em cada uma das estações do trecho o sistema de sonorização deverá possibilitar todos os recursos necessários à emissão de avisos (diretamente ou pelo MDPG – Mensagens Digital Pré-Gravadas) e/ou eventualmente música ambiente.
- 7.8.5. O Sistema de Sonorização deverá fornecer ao operador do CCO, todos os recursos necessários à emissão de avisos (diretamente ou pelo MDPG – Mensagens Digital Pré-Gravadas) e eventualmente música ambiente às diversas estações.
- 7.8.6. A partir da Interface Homem-Máquina (IHM) do CCO deverá ser possível fazer todo o gerenciamento da programação de avisos que serão veiculados na estação, tanto em modo manual como automático.
- 7.8.7. Em qualquer modo de operação, o operador do CCO poderá selecionar quantos ramais ou zonas o usuário precisar ao mesmo tempo para enviar uma ou mais mensagens.
- 7.8.8. Estas mensagens podem ser enviadas falando-se diretamente no microfone ou utilizando o banco de dados de mensagens previamente gravadas.

7.9. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO SISTEMA DE SONORIZAÇÃO

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 7.9.1. O Sistema de Sonorização deverá permitir, a partir do CCO ou a partir da estação (quando aplicável), executar as funções descritas a seguir:
- 7.9.2. Permite que o operador, por meio do microfone do console, transmita anúncios para zonas da estação, para toda a estação, para conjuntos selecionados de estações ou para todas as estações simultaneamente. O operador receberá um sinal quando o sistema estiver pronto para transmitir anúncios;
- 7.9.3. Em caso de falha na transmissão em uma ou mais zonas, o operador deverá receber notificação para a adoção das medidas necessárias à correção
- 7.9.4. Permitir ao operador selecionar mensagens pré-gravadas digitalizadas e comandar o seu envio para cada estação, conjuntos de estações ou todas as estações simultaneamente. O operador deverá poder monitorar antecipadamente a mensagem selecionada e, durante a veiculação, através do sonofletor monitor. Ele também deve ser capaz de programar a transmissão de mensagens levando em conta os meses do ano, dias úteis e não úteis, feriados etc.
- 7.9.5. Um sistema centralizado de gerenciamento de mensagens deve estar disponível e atualizar automaticamente os recursos e os dados desses recursos em toda a infraestrutura ferroviária, sem intervenção do operador.
- 7.9.6. O sistema deve permitir que recursos adicionais sejam acrescentados aos preliminarmente carregados, a critério do operador autorizado e com os privilégios necessários para esse trabalho
- 7.10. REQUISITOS TÉCNICOS DO SISTEMA DE SONORIZAÇÃO
- 7.10.1. O Subsistema de Sonorização deverá atender aos seguintes requisitos técnicos gerais:
- i. A inteligibilidade do sistema deve ser de 0,52 a 0,56 STI. A avaliação da inteligibilidade deve ser realizada preferencialmente usando o STIPA (Speech Transmission Index for Public Address

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

Systems), de acordo com a norma IEC 60268-16. A categoria de inteligibilidade a ser alcançada deve ser, no mínimo, F (Anexo G da referida norma);

- ii. O sistema de som deve ser instalado em todos os locais de circulação ou permanência de pessoas. O zoneamento mínimo deve ser:
 - a. Plataformas
 - b. zonas técnicas
 - c. áreas de passageiros;
- iii. Níveis de Ruído operando em condições de máxima potência, sem qualquer tipo de som incidente sobre o microfone, o sistema não deverá irradiar qualquer tipo de som, ruído ou zumbido num nível acima de 50 dBA, quando da comutação das funções, os ruídos gerados por estas operações não deverão ser superiores a 60 dBA;
- iv. Distorção Eletroacústica Total (DET) operando em condições de máxima potência, a DET não deverá ser superior a 5%, medida em qualquer um dos sonofletores do Subsistema;
- v. Nível de Pressão Sonora (NPS) na difusão de avisos, o NPS deverá ser, no mínimo, 10 dB acima do nível de ruído ambiente medido em qualquer local sonorizado da estação e em qualquer faixa entre 200 e 8.000 Hz, o NPS para todo o Subsistema deverá estar limitado a 90 dBA em qualquer área sonorizada da estação;
- vi. Linearidade para uma pessoa caminhando ao longo de qualquer área sonorizada, não esteja submetida a variações do NPS maiores do que 3 dB.
- vii. Os sensores de ruído são necessários para adaptar a pressão sonora ao ruído ambiente.
- viii. É necessária uma arquitetura redundante na estação, permitindo que as mensagens continuem a ser enviadas mesmo que a conexão com o BCC seja perdida.
- ix. É necessário que o cabeamento em todas as zonas seja redundante, ou seja, que cada zona de transmissão tenha alto-falantes conectados a diferentes amplificadores e, portanto, em caso de falha de um deles, a possibilidade de enviar mensagens seja mantida.
- x. É necessária uma folga de pelo menos 30% no dimensionamento dos amplificadores.
- xi. É necessário que toda a solução seja centralizada a partir do CCO principal e do CCO.

7.11. REQUISITOS DE CONFIABILIDADE DO SISTEMA DE SONORIZAÇÃO

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.11.1.A Disponibilidade do sistema de Sonorização deverá ser no mínimo de 99,998% com tempo máximo de atendimento de 2 horas.

7.12. REQUISITOS DE INTERFACE

7.12.1. Interface com a Arquitetura das estações - os suportes deverão ser instalados em lajes de cobertura, colunas, paredes ou estruturas de suporte de forro falso, adequadas as características particulares de cada local;

- i. Interface lógica com o sistema telefônico
- ii. Interface com o sistema Tetra
- iii. Interface do sistema de rede
- iv. Interface com o sistema de cronometragem.
- v. Interface com o sistema de baixa tensão e back-up.

7.13. SISTEMA DE CRONOMETRIA

7.13.1. O Sistema de Cronometria deverá ser constituído de uma Central Horária de Precisão, redundante, instalado em locais físicos diferentes, que deverá ser referenciada como Central Horária Principal e receberá sincronismo do GPS (Global Positioning System), sistema de satélites geoestacionários americanos, com protocolo de sincronização de horário, Network Time Protocol (NTP). Essa central sincronizará Relógios Escravos que serão instalados na Sala Operacional do CCO e nas dependências das estações.

7.13.2. A Central Horária Principal também fornecerá sincronismo para todos os sistemas que fazem parte do projeto.

7.13.3. Em cada estação haverá relógios escravos distribuídos nas plataformas, nos acessos às plataformas e nas salas de operação, que receberão sincronização do Centro Mestre de Tempo por meio do Sistema de Transmissão Óptica (STO), e esses relógios escravos poderão ser integrados aos PMVs. Os relógios escravos devem estar localizados em cada estação, nas plataformas, nos saguões, nas bilheterias, nas entradas das plataformas e nas salas de operação. No caso das plataformas, deverão ser disponibilizados relógios suficientes para que não fiquem a mais de 25 metros de distância de cada usuário. Eles devem receber

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

sincronização do Master Time Centre por meio do Sistema de Transmissão Óptica (OTS), e esses relógios escravos podem ser integrados aos PMVs.

7.14. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS Do Sistema De Cronometria

7.14.1. As Centrais horárias possuirão basicamente as seguintes funções:

7.14.2. Emitir sincronismo aos Relógios escravos da estação e aos diversos sistemas e equipamentos usuários usando o protocolo NTP;

7.14.3. Fornecer alimentação elétrica para os circuitos horários, que alimentam todos os relógios do sistema;

7.14.4. Permitir sincronismo pelo GPS através de uma antena;

7.14.5. Permitir programação prévia de, no mínimo, 30 dias de antecedência, de correções de início e fim de horário de Verão;

7.14.6. Permitir inibição de sinais de sincronismo para circuitos horários com defeito, sem prejuízo dos demais;

7.14.7. Sinalizar Central Horária ligada (na própria central);

7.14.8. Sinalizar Central Horária com falha (na própria central);

7.14.9. Informar, através de display digital, o horário (hora, minuto, segundo);

7.14.10. Testar os sinais horários (na forma de auto diagnose com sinalização na própria central);

7.14.11. Testar a alimentação elétrica fornecida aos circuitos horários (na forma de auto-diagnose com sinalização na própria central);

7.14.12. A alimentação dos Relógios deverá ter possibilidade de comando de desligamento individual dos circuitos.

7.15. REQUISITOS TÉCNICOS DO SISTEMA DE CRONOMETRIA

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 7.15.1. A precisão das Centrais Horárias Secundárias deverá ser maior ou 5 segundos por ano;
- 7.15.2. As estações centrais de horário devem enviar pacotes IP (NTP) com as informações de horário para os relógios escravos e outros equipamentos e sistemas sincronizados;
- 7.15.3. Ele deve ser equipado com uma bateria e uma fonte de interface de rede redundante para que, na ausência de alimentação externa por pelo menos 24 horas, a base de tempo permaneça inalterada e os programas definidos anteriormente sejam memorizados. Quando a energia externa for restabelecida, todo o subsistema de cronometragem deverá retomar a operação totalmente automática sem qualquer atraso, perda de precisão ou perda de funções;
- 7.15.4. As Centrais Horárias deverão estar protegidas contra sobretensão, subtensão, curto-circuito ou abertura dos circuitos de alimentação elétrica e circuitos de distribuição das informações horárias;
- 7.15.5. As Centrais Horárias e os Relógios Escravos deverão ser imunes à interferência eletromagnética gerada pelos diversos sistemas existentes nas proximidades dos locais de suas instalações, tais como: transformadores de alta tensão, inversores dos trens, reatores de luminárias etc.;
- 7.15.6. É indispensável que os relógios possuam algum recurso visual que sinalize que o sistema está operacional (como por exemplo, 2 pontos entre dígitos, no caso dos relógios digitais) que pisquem durante o espaço de tempo entre uma atualização horária e outra de modo a caracterizar o seu funcionamento. Se forem implementados relógios analógicos, eles deverão ter um ponteiro de segundos.;
- 7.15.7. Os Relógios Escravos deverão ter proteção contra vandalismo, sobretensão, subtensão e curto-circuito dos circuitos de alimentação elétrica e de circuitos de distribuição das informações horárias;

7.16. REQUISITOS DE CONFIABILIDADE DO SISTEMA DE CRONOMETRIA

- 7.16.1. A Disponibilidade do Sistema de Cronometria deverá ser no mínimo 99,998% com tempo máximo de atendimento de 2 horas.

7.17. REQUISITOS DE INTERFACE

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.17.1. Interface com a Arquitetura das estações - os suportes deverão ser instalados em lajes de cobertura, colunas, paredes ou estruturas de suporte de forro falso, adequadas às características particulares de cada local.

7.17.2. Interface com a rede de comunicações

7.17.3. Interfaces lógicas: todos os sistemas:

- i. Sistema de sonorização;
- ii. Sistema de Videowall e mínimo;
- iii. Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI);
- iv. Servidores e sistemas de gravação de eventos/logs operacionais;
- v. Sistema de Comunicação Voz (telefonia, rádio RoIP, TETRA, GSM-R);
- vi. Sistema de Informação ao Passageiro (SIV, PID, displays em estações e trens);
- vii. Sistema CFTV;
- viii. Sistema de Controle de Acesso (SCA);
- ix. Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI);
- x. Sistema de Bilhetagem Eletrônica;
- xi. Relógios visíveis ao público e aos operadores;

7.17.4. Interface com o sistema de energia e backup.

7.18. SISTEMA DE TRANSMISSÃO ÓPTICO – STO

7.18.1. O STO é a rede de comunicações responsável por fornecer um canal de comunicação entre os diferentes dispositivos que compõem cada um dos sistemas que fazem parte do projeto, incluindo telecomunicações, sinalização, subestações, CCO, comunicações por rádio, etc.A

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

principal função do STO é fornecer um canal de comunicação eficiente e adequado para cada serviço; portanto, o STO deve ser capaz de atender a todos os requisitos de cada sistema com relação às variáveis e condições dos canais de comunicação. Os principais objetivos do Sistema de Transmissão Óptica Gigabit Ethernet (STO) de são dar suporte aos serviços do sistema de transmissão de voz, dados e imagens para a operação, manutenção e administração ininterruptas do sistema ferroviário, aumentar os níveis de segurança, agilizar o atendimento em situações de emergência, otimizar o desempenho operacional e estruturar os meios de comunicação para permitir a interação dinâmica entre os diferentes sistemas implementados no CCO, estações, pátios, subestações, trilhos e outros pontos das linhas.

7.18.2. O Sistema de Transmissão Óptico (STO) deve fornecer serviços de transmissão de voz, dados e imagens (vídeo) a todos os sistemas.

7.18.3. São considerados sistemas usuários do STO:

- i. Controle Centralizado;
- ii. Sistema de Sinalização e Controle;
- iii. Sistema de Telecomunicações (Rádio, Bilhetagem, Telefonia, Cronometria, Sonorização, CFTV, etc.);
- iv. Sistema de Alimentação Elétrica de Tração (Subestações, Cabines Seccionadoras e Rede Aérea);
- v. PMV;
- vi. SCADA;
- vii. Sistemas Auxiliares;
- viii. SCAP (ticketing);
- ix. Sistemas de segurança contra incêndios (detecção e extinção de incêndios);
- x. SFP (escadas rolantes, elevadores; fechaduras, balcões de passageiros);
- xi. SGC/GMAO;
- xii. HMIs onde quer que estejam.

7.18.4. Deve haver um sistema de gerenciamento de rede (NMS), responsável pelo gerenciamento de todos os dispositivos de rede OST (diferentes camadas), capaz de

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

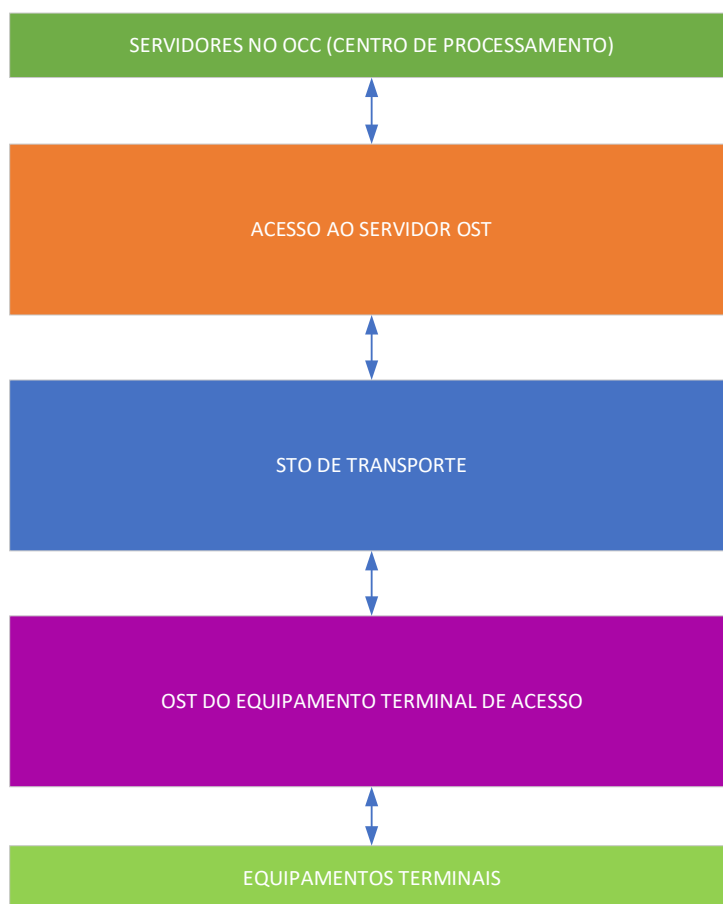
gerenciar e notificar alarmes ou eventos ao CMMS, gerenciar a configuração do dispositivo, realizar diagnósticos etc

7.18.5. A arquitetura do STO foi concebida de forma compartimentada para separar áreas isoladas de controle, configuração e manutenção, devido à criticidade de cada uma delas, bem como à dependência operacional e seu efeito sobre a segurança dos passageiros.

7.18.6. Conforme mostrado na figura a seguir, o STO tem três partes fundamentais, com funções diferenciadas e escopos claramente definidos.

- i. OST de transporte: rede responsável pelo transporte de todos os dados de um destino a outro, garantindo a qualidade e as condições ideais para cada sistema.
- ii. OST Acesso para servidores ou elementos centrais: rede que atua como uma interface entre os servidores dos diferentes sistemas e o OST de transporte.
- iii. OST Acesso para equipamentos terminais: rede que atua como uma interface entre os dispositivos terminais de diferentes sistemas e locais para o transporte de OST.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE



Arquitetura conceitual do STO

7.18.7. A seguir, há uma descrição das características e dos requisitos funcionais das diferentes camadas do STO.

7.19. STO DE TRANSPORTE

7.19.1. O sistema de comunicação da STO de transporte deve ser um sistema de comunicação tronco encarregado de transportar qualquer tipo de dados (críticos ou não) ao longo de toda a extensão do projeto (nós de comunicação).

7.20. REQUISITOS FUNCIONAIS

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 7.20.1. STO de transporte será conectado em paralelo a cada nó do STO de acesso, proporcionando redundância física em caso de desconexão ou falha de qualquer um deles.
- 7.20.2. A arquitetura de conexão e a configuração lógica devem ter recursos que permitam a reconfiguração automática das rotas de fluxo e dos serviços de acordo com as necessidades e/ou contingências, sem que isso implique degradação do serviço.
- 7.20.3. O STO de transporte deve ser de camada 3 ou superior, oferecendo a capacidade de criar/gerenciar diferentes serviços garantidos com base nas necessidades de cada um dos sistemas. Em caso de paralisação parcial ou total da rede convergente e mesmo com a desenergização dos equipamentos, a rede deverá voltar automaticamente ao seu funcionamento normal, após o restabelecimento do sistema, atendendo aos sistemas usuários conforme uma lógica de prioridades.
- 7.20.4. Para estas interações, o projeto do Sistema de Transmissão Óptico deve prever as interfaces adequadas de hardware e software com os sistemas previstos.
- 7.20.5. O STO deve atender às necessidades dos sistemas dos usuários por meio de uma rede convergente de comunicação de dados e uma rede de cabos ópticos. Essa rede deve interconectar as redes em cada local do projeto, operando com um único padrão de comunicação de dados em seu backbone e combinando as várias interfaces e segmentos de rede de acesso necessários para atender os sistemas.
- 7.20.6. A arquitetura do STO deve ser tal que, uma falha em um equipamento ou falhas simultâneas em dois equipamentos não redundantes entre si, na comunicação com os demais nós da rede, não deve comprometer a comunicação entre os equipamentos dos sistemas usuários na mesma localidade ou em diferentes localidades.
- 7.20.7. Em caso de falhas ou anormalidades, além de informar o gerenciador da rede, o sistema deve disponibilizar alarmes para o CCO ou outros sistemas (Como o CMMS).

7.21. REQUISITOS TÉCNICOS

- 7.21.1. A largura de banda (BW) mínima da rede em operação degradada (em caso de falha de nós contíguos) deve ser de pelo menos 20 GB (BW). A largura de banda final (nunca inferior

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

a 20 GB) deve ser determinada com base em um estudo de tráfego que considere cenários degradados sem perda de funcionalidade e/ou segurança.

- 7.21.2. A rede STO de transporte deve ser dimensionada de modo a respeitar as necessidades da fase de comissionamento de cada linha. Deve haver uma reserva técnica instalada e conectada de 30%.
- 7.21.3. No caso de perda de um link (corte de cabo, perda de equipamento), o STO de transporte deve implementar um mecanismo de resiliência na forma de um protocolo determinístico. Esse protocolo deve permitir que os links sejam restabelecidos em menos de 50 milissegundos.
- 7.21.4. Essa rede deve ter nós de processamento redundantes em cada local principal, como estações, oficinas, depósitos, CCO e Centro de Processamento de Dados. Além disso, cada nó deve ser modular em seus componentes críticos, com configuração 1+1 hot swap.
- 7.21.5. O equipamento de rede OTS de transporte deve integrar pelo menos os seguintes protocolos ou funcionalidades: 802.1p/802.1Q, Diffserv (baseado no campo DCSP), prioridade de enfileiramento, algoritmos de agendamento do tipo WRR, WFQ, CBWFQ, DRR e limitação de taxa do tipo Token Bucket.
- 7.21.6. Os mecanismos de QoS no OTS de transporte devem atender às seguintes necessidades: largura de banda, disponibilidade da rede (links e equipamentos), latência, jitter, proteção contra perda de quadros, correção de desordem, qualificação de fluxo, gerenciamento de largura de banda por interface física ou lógica (entrada e saída) / tipo de fluxo.
- 7.21.7. Os cabos ópticos conectando as estações e o CCO deverão ter configuração dualizada e tolerante a falhas para os sistemas essenciais transmitidos pelo STO.
- 7.21.8. Os cabos FO devem passar em ambos os lados da via, criando uma redundância física contra possíveis falhas, acidentes ou vandalismo.
- 7.21.9. O dimensionamento do número de fios de FO a serem instalados será baseado no dimensionamento feito com base nos requisitos de cada sistema e da própria STO para atender aos seus requisitos, além do mencionado acima, 100% dos fios adicionais serão

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

instalados, os quais estarão disponíveis para usos futuros que o projeto considere utilizar. Todos os cabos devem ser protegidos por fusíveis e certificados.

7.21.10. O Sistema de Transmissão Óptico (STO) será composto basicamente de:

- i. Cabos Ópticos (monomodo);
- ii. Distribuidores Gerais para Cabos Ópticos (DO's);
- iii. Distribuidores Gerais para Cabos Metálicos (DG's);
- iv. Nodos de comunicação tipo MPLS o equivalente

7.22. ACESSO AO SERVIDOR STO

7.22.1. A Rede de Acesso ao Servidor destina-se a atuar como uma interface entre os servidores dos diferentes sistemas e o OST de transporte e, por meio do OST de transporte, com seus dispositivos terminais em qualquer um dos locais.

7.23. REQUISITOS FUNCIONAIS

7.23.1. Essa rede deve ter gateways de rede de cobre e FO com a capacidade de se comunicar com cada servidor de forma redundante. Os dispositivos para redes de sistemas críticos (por exemplo, sinalização) e não críticos (por exemplo, e-mail interno da organização) devem ser fisicamente diferentes.

7.23.2. Todos os dispositivos devem ter os recursos necessários para interagir e se integrar corretamente às políticas e aos requisitos da estratégia de segurança cibernética implementada.

7.24. REQUISITOS TÉCNICOS

7.24.1. Os dispositivos que fazem parte dessa rede serão switches L2 ou L3 com interfaces de pelo menos 1 GB e podem exigir portas de 10 G, conforme apropriado. Os switches devem ser compatíveis com as diretrizes e condições técnicas exigidas pelo STO de transporte,

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

permitindo a transferência e o gerenciamento de políticas transversais em toda a rede de ponta a ponta. Além disso, o seguinte deve ser considerado:

- i. Os dispositivos vitais devem ter portas disponíveis para conexão com 2 equipamentos STO de Transporte.
- ii. Cada equipamento STO deve ser conectado a circuitos ou fases separados.
- iii. Cada dispositivo deve ter uma fonte de alimentação dupla.
- iv. Cada equipamento deve ser modular em todos os seus componentes e ter pelo menos módulos de processamento duplicados/redundantes.
- v. Todos os módulos devem ser Hotswap
- vi. As portas podem ser de 1G, 10G ou superiores.

7.25. ACESSAR DISPOSITIVOS TERMINAIS STO

7.25.1. A Rede de Acesso a Terminais destina-se a atuar como uma interface entre os dispositivos terminais e o STO de transporte e, por meio do STO de transporte, com seus servidores de sistema ou outros dispositivos terminais em qualquer um dos locais.

7.26. REQUISITOS FUNCIONAIS

7.26.1. O STO de acesso ao terminal deve ter uma conexão redundante com o STO de transporte. A função básica da rede STO para acesso ao dispositivo terminal é fornecer um meio físico adequado para que os dispositivos terminais se comuniquem com seus dispositivos mestre ou gerenciador.

7.26.2. A rede STO para acessar os dispositivos terminais deve ser capaz de gerenciar a QoS com base nas políticas definidas pelo Global Manager. O número de switches em um local dependerá do número e da distribuição dos dispositivos terminais.

7.27. REQUISITOS TÉCNICOS

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 7.27.1. O STO de acesso é responsável pela disponibilidade de todas as interfaces de rede necessárias para os diferentes dispositivos terminais de cada um dos sistemas, considerando portas 1G e portas PoE, conforme apropriado.
- 7.27.2. A conexão entre os Access Terminal Devices do equipamento STO e a rede Transport STO deve ser direta e dupla, conectando-se a pelo menos dois nós da Transport STO simultaneamente, garantindo a conectividade em caso de falha de qualquer um deles. Todos os dispositivos da rede STO Access Terminal Devices devem e serão gerenciados/configurados/monitorados pelo NMS global do NMS. O número de interfaces e sua localização a serem disponibilizadas devem ser determinados no processo de engenharia detalhada com base nos requisitos de cada sistema. Os dispositivos que fazem parte dessa rede serão switches L2 ou L3 com interfaces de pelo menos 1 GB e podem exigir portas de 10 G, conforme apropriado. Os switches devem ser compatíveis com as diretrizes e condições técnicas exigidas pelo STO de transporte, permitindo a transferência e o gerenciamento de políticas transversais em toda a rede de ponta a ponta. Em cada localidade, o STO deve disponibilizar a cada sistema usuário que necessite de canais redundantes de comunicação, *gates* (portas) padrão Ethernet em switches independentes.
- 7.27.3. No caso de paralisação total de dois equipamentos de comunicação ou *switches* redundantes de uma mesma localidade, a comunicação entre os equipamentos das demais localidades não devem ser comprometida.
- 7.27.4. A conexão entre os diferentes dispositivos da STO de acesso em nível de site pode ser feita por meio de links de cobre ou FO, dependendo das condições físicas de distância e das características técnicas necessárias.
- 7.27.5. A capacidade de extensão da rede, em termos de capacidade e portas por local, deve ser de 30% da capacidade total da rede.
- 7.27.6. Os *switches* e qualquer equipamento da rede convergente devem ser projetados para atender aplicações de missão crítica, operando em ambientes agressivos, como poeira

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

proveniente da via, variações térmicas, transientes elétricos e eletromagnéticos, e possuir as seguintes características descritas a seguir, independentemente da tecnologia utilizada.

7.27.7. Além disso, o seguinte deve ser considerado:

7.27.8. Os dispositivos vitais devem ter portas disponíveis para conexão com 2 equipamentos STO de Transporte.

7.27.9. Cada equipamento STO deve ser conectado a circuitos ou fases separados.

7.27.10. Cada dispositivo deve ter uma fonte de alimentação dupla.

7.27.11. As portas podem ser de 1G, 10G ou superiores.

7.28. REQUISITOS DE CONFIABILIDADE

7.28.1. A disponibilidade do STO deverá ser no mínimo 99,999% com tempo máximo de atendimento de 2 horas.

7.29. REQUISITOS DE INTERFACE

7.29.1. As interfaces de comunicação entre equipamentos e Sistemas devem ser concebidas de acordo com as Normas estabelecidas pelos Institutos de Normalização, e respondendo às necessidades de cada um dos sistemas com os quais interage. A seguir, uma lista das interfaces identificadas é apresentada de forma preliminar.

- i. Interface lógica e física com o sistema de cronometragem;
- ii. Interface lógica e física com o sistema de som;
- iii. Interface lógica e física com o sistema PMV;
- iv. Interface lógica e física com o sistema de telefonia/intercomunicação;
- v. Interface lógica e física com o sistema de radiocomunicação;
- vi. Interface lógica e física com o sistema de sinalização;
- vii. Interface lógica e física com o sistema de catenária e controle remoto do sistema de catenária;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- viii. Interface lógica e física com o sistema SCADA;
- ix. Interface lógica e física com o sistema CCTV;
- x. Interface lógica e física com o sistema CMMS;
- xi. Interface lógica e física com o OOC (salas técnicas);
- xii. Interface lógica e física com o sistema WIFI;
- xiii. Interface lógica e física com o equipamento auxiliar;
- xiv. Interface lógica e física com qualquer outro sistema ou dispositivo que possa ser conectado à rede de comunicações para trocar/receber/transmitir dados.

7.30. SISTEMA DE RADIO COMUNICAÇÃO

7.30.1. Um completo Sistema de Comunicação por Rádio, destacadamente para voz, deverá ser implantado para possibilitar a efetiva comunicação de dados e voz entre as diversas áreas operacionais das Linhas de todos os SERVIÇOS propostos, permitindo inclusive a comunicação dos trens em operação.

7.30.2. O sistema de rádio deve ter uma arquitetura redundante no nível das estações base, cobertura, fonte de alimentação, conectividade de rede, equipamentos de gerenciamento e hubs e quaisquer elementos críticos para a operação do sistema etc. Isso é para proporcionar alta confiabilidade operacional.

7.30.3. O sistema deve permitir a configuração de todos os grupos funcionais interdependentes exigidos pela área operacional para operação, manutenção etc., bem como atender às necessidades de transmissão de dados do sistema de sinalização e controle.

7.30.4. Devem ser fornecidos todos os rádios portáteis, IHMs, rádios fixos e móveis, conforme determinado pelo estudo de operações como necessários para atender a todos os requisitos de tráfego e segurança.

7.31. REQUISITOS TÉCNICOS

7.31.1. As redes de comunicação deverão estar direcionadas para atender às diversas necessidades de comunicação e deverá fornecer o serviço de comunicação móvel de voz e dados aos colaboradores nas dependências da linha. Todos os serviços do sistema, assim

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

como os serviços de comunicações terra - trem, serão implementados através de plataforma de comunicação móvel digital, de acordo com Resolução da ANATEL.

- 7.31.2. O sistema é composto de Consoles de Despacho (IHM's) e com um rádio fixo a ser instalado para os operadores no CCO e PCL, servidores de gerenciamento e controle instalados nos centros de processamento de dados, rádios móveis em trens e veículos de manutenção e rádios portáteis dispostos para os operadores em diferentes áreas operacionais, e todos esses dispositivos se comunicam usando as Estações Rádio Base (ERB's) dos sítios de repetição em configuração redundante (1+1).
- 7.31.3. Devem ter um sistema de rádio completo dimensionado de acordo com as especificações de rádio dos terminais portáteis, a cobertura deve considerar a abrangência de todas as vias (principais e secundárias), oficinas, depósitos, salas técnicas, bases de manutenção, OCCs, PCLs, etc. Em suma, em todos os locais em que o pessoal de manutenção ou operação atua, permitindo assim que os postos de comando do CCO se comuniquem com as estações de rádio móveis (trens, veículos de via e rodoviários) e estações de rádio portáteis (transceptores usados por operadores de trens, operadores de veículos de via, agentes de operação, manutenção e segurança) nas rotinas diárias de operação e manutenção dos trens na Linha, que funciona 24 horas por dia, 7 dias por semana.
- 7.31.4. Na central de controle deverá ser disponibilizado equipamento/software de gerenciamento remoto dos alarmes disponíveis pelos equipamentos que compõem o sistema de radiocomunicação.
- 7.31.5. Todos os rádios, móveis e portáteis, tenham GPS, o que permitirá que a respectiva HMI saiba sua localização por meio de um mapa adequado.
- 7.31.6. A interligação entre os equipamentos que compõem o sistema deverá ser feita através de conexão IP.
- 7.31.7. O Sistema de Radiocomunicação a ser projetado e fornecido para a Linha deverá:
- i. estar regulamentado e homologado junto à ANATEL ou órgão regulamentador vigente na época da contratação.
 - ii. prover equipamento de gravação de voz de todas as redes operacionais que fazem parte do sistema com capacidade de acesso remoto através de rede IP.
 - iii. Os registros devem ser mantidos por pelo menos 12 meses.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- iv. Deve haver um sistema de gravação unificado, que permita gravações telefônicas, sistema de som, tetra, etc.
- v. possuir sistema de alimentação de emergência através de nobreak, fonte/carregador/bateria etc. com capacidade mínima de 4 (quatro) horas.

7.32. REQUISITOS OPERACIONAIS

7.32.1. O Sistema de Radiocomunicação a ser implantado para a comunicação de voz/dados da linha deverá permitir no mínimo as seguintes funcionalidades:

- i. Rede de Tráfego (TREM) - comunicação de voz entre o operador do Console de Tráfego do Centro de Controle com os maquinistas, operadores dos veículos terra-via (track-mobil, veículo de manutenção de rede aérea etc.);
- ii. Rede de Manutenção - comunicação de voz entre o operador do Console de Manutenção com os operadores dos veículos terra-via (track-mobil, veículo de manutenção de rede aérea etc.), agentes de operação/manutenção munidos de transceptores portáteis, ou estações fixas;
- iii. Rede de Segurança - comunicação de voz entre o operador da Console de Segurança localizada no Centro de Controle e agentes de segurança munidos de transceptores portáteis ou estações fixas;
- iv. O Sistema de Radiocomunicação deverá permitir a comunicação de voz através dos rádios móveis, localizados nas viaturas, trens e HT's, em toda a extensão das linhas, bem como prover a cobertura de sinal em todas as áreas internas das estações, plataformas e blocos de manutenção e em áreas externas tais como pátios de manobras.
- v. Sistema de sinalização

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.32.2. O Sistema de Radiocomunicação deverá possibilitar aos terminais o serviço de identificação de chamadas.

7.32.3. Deve ter a funcionalidade de chamada full duplex.

7.32.4. Os Terminais Portáteis e Rádios Móveis dos trens e viaturas deverão estar aptos a emitir alarmes sonoros e visuais quando do recebimento de chamadas e/ou mensagens.

7.32.5. O Sistema de Radiocomunicação para voz e dados, deverá utilizar nas vias um sistema irradiante que permita a cobertura de todas as áreas de interesse, sem promover ou perceber qualquer interferência do sistema de sinalização, bem como a distribuição uniforme do sinal em todo o percurso do trem, com sobreposição de cobertura entre estações rádio-base adjacentes, com o objetivo de que, se uma estação rádio-base parar de funcionar, as outras duas estações rádio-base adjacentes sejam capazes de fornecer a cobertura necessária para cobrir a falha, sem afetar a operação.

7.32.6. O Sistema de Radiocomunicação deverá viabilizar todas as funcionalidades especificadas para os Terminais Portáteis e Rádios móveis (instalados nas viaturas e ou trens), nas:

- i. Áreas internas das estações;
- ii. Áreas operacionais;
- iii. Salas técnicas;
- iv. Vias;
- v. Saídas de emergência considerando todo o trajeto até o meio externo à área da estação;
- vi. Áreas internas dos trens em movimento em qualquer velocidade (tendo como limite superior a velocidade máxima estimada do trem) nas vias principais, estacionamentos, zonas de transição, zonas de traslado e nos pátios;
- vii. Áreas internas dos pátios;
- viii. Áreas internas do CCO.
- ix. Faixa lindeira, ambos os lados das linhas, com abrangência mínima de 500m.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.32.7. As estações ferroviárias ao longo das linhas devem ser equipadas com transceptores para prover comunicação com o CCO e os agentes de segurança da estação.

7.32.8. O Sistema de Rádio comunicação deverá viabilizar as funcionalidades especificadas para os HT's/TP's (operadores, Trens e Veículos Especiais) e as comunicações terra-trem com os equipamentos embarcados em todo o percurso dos trens nas vias principais, nos estacionamentos de trens, zonas de transição, zonas de traslado e nos pátios, inclusive no interior dos blocos de manutenção.

7.32.9. O Sistema de Radiocomunicação deverá prever a possibilidade de comunicação direta entre o CCO e o salão dos trens (simultaneamente, se necessário), sem intervenção do maquinista, através de interface com o sistema de sonorização embarcado nos trens

7.33. REQUISITOS DE DESEMPENHO

7.33.1. O Sistema de Radiocomunicação deverá ter uma disponibilidade de mínimo 99,999% com tempo máximo de atenção a falhas de 2 horas. Além disso, o sistema deve permitir uma excelente cobertura de rede, sem áreas mortas ou de cobertura ruim para equipamentos fixos e móveis.

7.33.2. As fontes dos equipamentos alocados nas estações base/repetidoras, deverão ser redundantes e configuradas para operação contínua e manutenção sem necessidade de paralisação do sistema.

7.33.3. sistema Tetra deve ter um sistema de gerenciamento que permita a configuração/monitoramento/diagnóstico de todos os dispositivos e terminais da rede. Além disso, esse gerenciador de sistema será responsável por notificar o status dos dispositivos do sistema Tetra para o CMMS.

7.33.4. Todos os equipamentos devem ser monitorados e controlados remotamente a partir do SCADA.

7.34. SISTEMA CFTV – CIRCUITO FECHADO DE TV

7.34.1. O sistema CFTV tem por finalidade permitir a supervisão remota de vários locais das estações, complexos, bases de manutenção, pátios, passarelas, passagens inferiores, vias corridas e trens. Sendo assim, câmeras de TV adequadamente instaladas em locais

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

estratégicos, permitem que os Operadores da Sala de Supervisão Operacional (SSO) em cada estação, Agentes de Segurança e Operadores do CCO, visualizem estes locais.

7.35. REQUISITOS FUNCIONAIS

7.35.1. Para a região de circulação das estações, haverá a cobertura de 100% onde o público e o pessoal técnico estiverem presentes.

7.35.2. Os elevadores das estações deverão possuir cobertura exclusiva de 100% das suas áreas internas.

7.35.3. Para os complexos, bases de manutenção e pátios haverá a cobertura de 100% das áreas operacionais e não operacionais pela CONCESSIONÁRIA.

7.35.4. Para a faixa de domínio, ao longo da via corrida, haverá a cobertura de 100% das áreas operacionais e não operacionais pela CONCESSIONÁRIA.

7.35.5. Para a região de circulação passarelas e passagens inferiores, haverá a cobertura de cada um dos acessos verticais.

7.35.6. Para a região de circulação dos TRENS, haverá a cobertura de 100% do salão de passageiros.

7.36. REQUISITOS TÉCNICOS

7.36.1. O Sistema de CFTV será composto de câmeras fixas e móveis, internas e externas, servidores, armazenamento e central de controle e processamento redundante em locais de risco fisicamente diferentes. O Sistema de CFTV deverá atender a linha e ser centralizado na Sala de Segurança do CCO. A seguir são relacionados os principais equipamentos do sistema:

- i. Servidores Redundantes (1+1) no CCO;
- ii. Central de Armazenamento para Processamento e Armazenamento de Imagens;
- iii. IHM Operacional;
- iv. Câmeras:
 - a) Câmeras fixas coloridas IP nativas;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- b) Câmeras móveis coloridas IP nativas;
- c) Caixas de proteção ou domos antivandalismo para câmeras instaladas em áreas internas e externas.
- v. Postes, suportes e tudo o que for necessário para instalação de câmeras externas;
- vi. gravadores de vídeo (NVRs) com configuração RAID 5
- vii. A solução de gravação deve ter gravadores em stand-by que gravam imagens quando os gravadores falham.
- viii. Mantenha as gravações por pelo menos 60 dias em resolução e fps completos.
- ix. As gravações devem ser contínuas, 24 horas por dia, com pelo menos 1080p e 30 fps.
- x. O SW de visualização e manutenção deve permitir a criação de perfis por função e geografia.
- xi. A plataforma de administração e gerenciamento do sistema de CFTV deve ser totalmente redundante
- xii. As câmeras devem ser PoE.
- xiii. Software:
 - a) Software de gerenciamento para o controle integrado;
 - b) Conjunto de softwares operacionais, aplicativos e de sistema (incluindo manuais e licenças de uso), a ser utilizado para gravação de imagens de câmeras IP e gerenciamento remoto para configuração, visualização e recuperação de imagens gravadas no CCO, Complexos, Bases de Manutenção, Pátios de Estacionamento, Via de Teste, Via Corrida, Passarelas, Passagens Inferiores e Estações.
 - c) Em locais como Complexos, Bases de Manutenção, Pátios de Estacionamento, Via de Teste, Via Corrida, Passarelas, Passagens Inferiores e Estações deverão ser acoplados ao monitoramento das câmeras softwares para detecção de intrusão de forma a se prevenir e combater atos de invasão e/ou vandalismo.

7.36.2. O sistema de CFTV embarcado nos trens e o sistema de CFTV instalado nas estações, complexos, bases de manutenção, pátios, passarelas e passagens inferiores deverá registrar

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

imagens em pelo menos 1080p e 30 fps, com Cobertura DORI (Detect, Observe, Recognize, Identify - Detectar, Observar, Reconhecer, Identificar) no sistema padrão EN-62676-4.

7.36.3. Os registros de trem devem ser armazenados por pelo menos 30 dias (1080p e 30fps).

7.36.4. Os detalhes necessários são os seguintes:

- i. Acessos à estação: identificação (250 px/m)
- ii. Áreas públicas dentro da estação: Reconhecimento (125 px/m)
- iii. Acesso a salas técnicas, edifícios ou instalações críticas: identificação (250 px/m)
- iv. Áreas de circulação técnica, incluindo corredores: Reconhecimento (125 px/m)
- v. Áreas externas da estação, como plataformas, escadas, estacionamentos etc: Reconhecimento (125 px/m)
- vi. Trens: identificação (250 px/m)
- vii. Qualquer área não considerada deve ter reconhecimento (125 px/m).

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 7.36.5. O sistema de vigilância por vídeo a bordo dos trens deve ser mantido em armazenamento por pelo menos 30 dias.
- 7.36.6. Os sistemas nas Estações serão gerenciados pelo SCL, quando aplicável, e a comunicação ocorrerá integralmente via STO. Os comandos e indicações ocorridas no sistema devem ser registrados.
- 7.36.7. Cada HMI (incluindo o BCC e outras estações) deve ter a capacidade de visualizar imagens ou operar o sistema de vídeo. Portanto, o sistema de CCTV deve permitir a definição de permissões, recursos e prioridades, dependendo do perfil do usuário que está acessando.
- 7.36.8. O CFTV deve permitir a visualização de imagens do SCADA e em mais de um terminal simultaneamente, com acesso autorizado à rede de telecomunicações no sistema de transmissão digital da linha, sempre com acesso por usuário e senha.
- 7.36.9. As câmeras fixas e móveis das Estações serão então distribuídas ao longo da planta e se comunicarão com o servidor local do CFTV via rede IP - Internet Protocol.
- 7.36.10. O sistema como um todo terá a característica CFTV IP. O CCO poderá se comunicar com cada câmera de forma individual, através do SCL.
- 7.36.11. A comunicação entre estações, subestações, pátio e CCO deve ser feita através do STO.
- 7.36.12. O CFTV deverá ter seu horário sincronizado com o sistema de geração de hora padrão incorporado pelo Sistema de Cronometria.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.37. REQUISITOS DE CONFIABILIDADE DO SISTEMA DE CFTV

7.37.1.A Disponibilidade do CFTV deverá ser no mínimo 99,998% com tempo máximo de atendimento de 2 horas;

7.38. INTERFACES

7.38.1.Preliminarmente, foi detectado que o CFTV tem interfaces com as seguintes áreas, que precisam ser desenvolvidas em detalhes, tanto em nível físico quanto lógico, dependendo do caso.

- i. Interface lógica e física com o STO
- ii. Interface lógica e física com o SCADA
- iii. Interface lógica e física com o OOC
- iv. Interface lógica e física com o SCADA
- v. Interface lógica com o CMMS

7.39. TELEFONIA

7.39.1.A finalidade básica do subsistema de Telefonia é permitir a comunicação rápida, confiável, flexível e de boa qualidade (inteligibilidade) interna e externa.

7.39.2.As principais necessidades de comunicação interna por Telefonia estão relacionadas com as seguintes atividades:

- i. Operacionalização da Linha;
- ii. Manutenção do Sistema;
- iii. Administração e Gestão.
- iv. instalações técnicas
- v. Chamadas de emergência ou de assistência
 - o Em locais como plataformas, elevadores, escadas rolantes, "linha de emergência" etc.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.39.3. Estas comunicações deverão ser viabilizadas internamente à estação, entre estações, e destas com as diversas localidades que se encontram nos Pátios e no CCO. Ele também deve permitir comunicações externas por meio de conexão com a rede telefônica pública, para a qual deve ter um serviço de tarifa para identificar ou cobrar/identificar o responsável.

7.40. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

7.40.1. Para atender a todas as localidades, devem ser implantadas em cada local:

- i. Portas de PoE independentes e que possam ser configuradas independentemente e com capacidade de configuração de endereços IP's distintos para operar em uma mesma rede lógica;
- ii. Capacidade de processamento suficiente para atender a todos os aparelhos telefônicos fixos IP e Intercomunicadores, além de suportar todas as demais funcionalidades atribuídas ao Conjunto VoIP;
- iii. Plataforma Modular VoIP (PABX IP), Em locais estratégicos que permitem uma tolerância robusta a falhas na infraestrutura de comunicações, com Storages redundantes (1+1) para realizar a gravação digital de voz no CCO;
- iv. Postos de Controle para gerenciamento e controle do sistema;
- v. Aparelhos telefônicos fixos IP.

7.40.2. O Sistema de Telefonia deve viabilizar as comunicações de voz internas e externas com as operadoras de telefonia e rede pública. O Sistema de Telefonia deverá operar utilizando a tecnologia denominada de Voz sobre IP (VoIP), com protocolo de sinalização SIP.

7.40.3. O Sistema de Telefonia será composto por dois Conjuntos VoIP instalados em localidades distintas. Estes conjuntos operarão de forma redundante e com balanceamento de carga.

7.40.4. Em locais estratégicos que permitem uma tolerância robusta a falhas na infraestrutura de comunicações, deverá ser instalado uma Plataforma Modular VoIP (PABX IP) com

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

capacidade de funcionamento em caso de desconexão da rede de comunicações, garantindo a continuidade de comunicação dentro da Estação.

7.40.5. O Sistema de Telefonia deverá ter capacidade para atendimento a todos os terminais físicos instalados ao longo das estações, subestações, CCO e pátio, Oficinas, depósitos, e demais edificações

7.40.6. Os conjuntos VoIP a serem instalados devem ser interligados, via STO, para que eles compartilhem os troncos, de forma que:

- i. Na falha de um tronco, ambos os conjuntos se utilizem dos restantes;
- ii. Se um dos troncos está em sua máxima ocupação e os demais possuem reserva, os aparelhos autenticados no conjunto que tem seu tronco em sua máxima ocupação devem realizar chamadas externas através dos outros troncos;
- iii. No caso de falha de um dos conjuntos, o outro deve assumir todos os ramais do sistema e utilizar os troncos ociosos;
- iv. No caso em que um mesmo equipamento possua duas ou mais conexões de rede, o próprio equipamento ou sistema deve gerenciar o chaveamento de suas conexões, garantindo a disponibilidade especificada e a inexistência de conflitos de endereçamento, mesmo quando houver a utilização de um mesmo endereço lógico para fins de redundância. Além do acima exposto, os PBAXs IP devem ter a capacidade de realizar o balanceamento de carga dos assinantes.

7.40.7. Os conjuntos VoIP e seus equipamentos interligados devem utilizar o protocolo de sinalização SIP.

7.41. REQUISITOS TÉCNICOS

7.41.1. O Sistema deve permitir transferência e transparência total de facilidades das chamadas entre as estações, subestações, CCO e pátios.

7.41.2. Deve ter capacidade de conferência;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.41.3. Deve ter diferentes tipos de telefones, dependendo do local ou da função, por exemplo, salas de reunião, gerência, público em elevadores ou emergência, salas de operações etc.

7.41.4. O Sistema deve permitir a comunicação entre as estações, subestações, CCO e pátio, a partir de qualquer terminal, sem a ocorrência de tom de linha intermediário.

7.41.5. Ele deve ter um sistema de gerenciamento para bloquear ou gerenciar essas permissões.

7.41.6. A configuração do Sistema de Telefonia deverá ter uma disponibilidade de mínimo 99,998% com tempo máximo de atendimento de 2 horas, de modo a preservar automaticamente a continuidade da operação.

7.41.7. As gravações devem ser feitas em formato digital não proprietário, ou seja, devem ser feitas através de padrões abertos. Todas as ligações devem ser registradas, bem como mantidas por pelo menos 6 meses, para todos os anexos. Ele também deve ter um sistema de gravação de áudio centralizado que unifique tetra, som e telefonia.

7.42. CONTROLE DE ACESSO - SCA

7.42.1. O Sistema de Controle de Acesso - SCA terá como princípio o controle de acesso nas salas técnicas das estações, do pátio, do CCO, salas técnicas ao longo da linha e das subestações, ou qualquer outro local com acesso restrito, como a VIA PERMANENTE e demais áreas da concessão. Os controles de acesso aos diferentes locais/salas devem ser individuais por sala e não agrupados.

7.42.2. O Sistema de Controle de Acesso deverá permitir ou negar acessos a áreas definidas, em função da biometria do usuário e das informações constantes na base de dados, inclusive

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

as de autorizações para certos acessos específicos. Também deverá atender aos requisitos funcionais de designação de acesso, de campos definidos de usuários.

7.42.3. Qualquer mudança de estado detectado por uma Unidade de Controle de Acesso deverá ser comunicada ao operador no monitor do SCL das estações e ao SGC. Também deverá dispor de recursos de registrar e imprimir tais ocorrências sem a intervenção do operador.

7.42.4. O sistema será composto pelos seguintes componentes:

- i. Controlador central seja redundante e tolerante a falhas, bem como capaz de balancear a carga.
- ii. Conjunto de controladoras;
- iii. Leitoras biométricas;
- iv. Fechaduras Elétricas/Magnéticas, contatos de porta, dispositivo de bloqueio / desbloqueio de portas, incluindo fonte de alimentação (baterias e de operação Stand Alone” e botoeira de emergência;
- v. Sensor de Abertura de Portas;
- vi. Botão de Destrave.

7.42.5. O SCA deverá ser composto de hardware e software e demais dispositivos necessários para o gerenciamento do sistema, com recurso de cadastramento de usuários, definição de níveis de acessos, editores de layouts de cartões de acesso, definição de horários de acessos, de formulários de captação / consulta de dados, de foto digital, de relatórios, bem como de recursos de captação de imagens dos usuários.

7.42.6. O sistema central de administração e gerenciamento deverá ser instalado tanto no CCO quanto no backup. Todos os controladores devem estar conectados a eles.

7.42.7. A HMI ou o SCADA de segurança terá uma representação dos locais mostrando o status e a operação desses dispositivos, tanto no BCC quanto nos SCLs.

7.43. REQUISITOS FUNCIONAIS

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.43.1. O SCA deverá ter um Servidor de Software de Gerenciamento / Banco de Dados que será instalado no CCO.

7.43.2. O SCA deverá ser integrado, através da Rede de Dados e do STO aos sistemas de CFTV de Vigilância e de Detecção e Alarmes de Incêndios.

7.43.3. O SCA deverá dispor dos recursos a seguir relacionados:

- i. Ter facilidade de localização, pelo operador, das áreas controladas, dos parâmetros de acesso e das informações dos detentores de cartões de acesso;
- ii. Programar agenda por portas e por áreas;
- iii. Controlar o estado de portas;
- iv. Limitar acesso a itens do menu do sistema, através de usuários e senhas;
- v. Diferentes direitos e capacidades por usuário;
- vi. Emitir relatórios gerenciais, que possibilitem o monitoramento das atividades do operador, o movimento dos cartões de controle selecionados e as transações de todo o sistema;
- vii. Permitir ao operador designar qualquer combinação de portas, para qualquer usuário;
- viii. Proteger os dados históricos das unidades controladoras em memória não volátil e ter recursos para enviar os dados das transações ocorridas no transcorrer da interrupção da comunicação com o computador central, tão logo a comunicação entre ambos seja restabelecida.
- ix. Idade dos registros de pelo menos 12 meses
- x. Autonomia do controlador.
- xi. Impressoras de cartão
- xii. Botão de emergência.
- xiii. Interfaces com fornecedores de portas, para todos os tipos.
- xiv. Ativação de câmeras em cada uma que aciona a gravação com o acionamento ou alarme de uma entrada indesejada.

7.44. INTERFACES DO SCA

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.44.1. O sistema SCA deverá ter interfaces com, pelo menos, os seguintes sistemas/tarefas

- i. Interface lógica e física com CCO
- ii. Interface lógica e física com Rede de comunicação
- iii. Interface lógica com o Sistema de detecção de incêndio
- iv. Interface lógica e física com Sistema CFTV

7.45. SISTEMA WI-FI DE ESTAÇÃO

7.45.1. O Sistema Wi-Fi é destinado a oferecer a seu usuário um canal de informações por meio de conexão de internet Wi-Fi de alta qualidade e desempenho, sem custos para aquele público.

7.45.2. O usuário poderá utilizar a rede Wi-Fi disponível por meio de um pré-cadastro e poderá fazer uso deste serviço, por exemplo, durante intervalo de tempo de espera para embarque nos trens.

7.45.3. O Sistema Wi-Fi deve prever acessos de rede banda larga wireless aos usuários em todas as estações, nas plataformas de embarque e desembarque, áreas técnicas etc., que apresente, como principais características, flexibilidade, simplicidade e mobilidade.

7.45.4. O sistema WIFI deve ter a capacidade técnica instalada para:

- i. Fornecer serviço de Internet ou Intranet ao público.
- ii. Oferecer um serviço de Internet ou Intranet ao público por meio de uma operadora telefônica.
- iii. Ter uma rede ou SSID separado e isolado para a equipe técnica realizar manutenção ou operação (uso interno).
- iv. O sistema WIFI deve ter todos os recursos e práticas de segurança cibernética necessários para proteger a operação segura.

7.45.5. A infraestrutura de comunicação deverá utilizar os recursos de pontos de acesso, com alto desempenho e confiabilidade, capaz de suportar diversas tecnologias de ponta no que tange a voz, dados e imagens, suportada pela tecnologia IP e preparada para as novas demandas que requeiram troca de informações em tempo real, como acesso a e-mails, redes sociais,

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

publicidade e entretenimento. Recomenda-se que a velocidade estimada de acesso para cada usuário, deva ser de no mínimo de 5Mbps efetivos para download / upload e com estabilidade de navegação.

7.45.6. O Wi-Fi deverá adequar a velocidade efetiva do link de comunicação, para atender ao maior número de usuários simultâneos com no mínimo 5 Mbps efetivos para download e upload. Além disso, cada AP não deve gerenciar uma densidade de mais de 10 usuários por AP.

7.45.7. Sempre que o número de usuários conectados, para determinada estação, atingir 90% da capacidade das conexões simultâneas previstas no projeto, deverá ser providenciado o aumento da taxa de transmissão do link em 50%, de modo a não comprometer a navegabilidade do sistema Wi-Fi nessa estação.

7.45.8. Os equipamentos de Telecomunicações / TI devem atender todas as normas estabelecidas pela ANATEL, inclusive quanto à homologação, licenças, taxas.

7.45.9. As redes instaladas deverão ser capazes de garantir a qualidade e estabilidade do sinal aos usuários, com um atraso de 50 ms e um jitter de 10 ms, mantendo minimamente os patamares estabelecidos pela ANATEL, sendo compatíveis com notebooks, celulares, smartphones, tablets e outros dispositivos comumente utilizados para acesso à internet, dentro dos padrões mínimos: IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n e 802.11ac, 802.11ax.

7.45.10. A plataforma do controlador sem fio deve ser redundante, tolerante a falhas e com capacidade de balanceamento de carga, além de ter a capacidade de gerenciar o roaming de usuários, o dimensionamento de células, a proteção contra-ataques de solicitações em massa, o bloqueio ou a definição de propriedades do usuário etc.

7.46. PONTOS DE ACESSO – HOT SPOTS

7.46.1. Os pontos de acessos, de acordo com suas características técnicas, deverão estar distribuídos de tal forma que não permita concentração de pessoas em um único ponto da plataforma, e desta forma, causar impedimentos ao fluxo de usuários na estação.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

7.46.2. A instalação destes pontos de acesso deverá permitir a maior abrangência de usuários possível, de acordo com suas características técnicas, visando maior eficiência por hot spots.

7.46.3. As estações possuem contingentes diferentes de usuários para cada localidade, e desta forma, os pontos de acesso poderão possuir características diferentes em função deste contingente.

7.47. DOCUMENTAÇÕES PARA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

7.47.1. A CONCESSIONÁRIA deverá:

- i. fazer gestão junto aos fornecedores dos Sistemas de Sinalização e de Telecomunicações de forma a receber as documentações referentes aos processos de CDMS - Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança (ou RAMS no acrônimo na língua Inglesa), conforme estabelecido na norma CENELEC EN 50126.
- ii. Disponibilizar, para acesso do PODER CONCEDENTE, todos os softwares desenvolvidos e relacionados ao objeto da CONCESSÃO.

7.47.2. Os documentos fornecidos deverão estar na língua portuguesa e a CONCESSIONÁRIA deverá entregar uma cópia de todas as documentações em arquivos digitalizados e gravados em mídia, para o representante indicado pelo PODER CONCEDENTE.

8. SEGURANÇA CIBERNÉTICA

8.1. INTRODUÇÃO

- 8.1.1. A segurança cibernética é um conjunto de meios e medidas implementados em relação a todos os sistemas para proteger as informações processadas, armazenadas e transmitidas. Além disso, deve incluir a segurança de instalações, armazenamento de informações, serviços e conectividade relacionados a computação, telecomunicações e aplicativos.
- 8.1.2. A solução de segurança deve ser projetada e implementada para estar pronta para absorver sistemas e aplicativos que possam ser fornecidos em um estágio posterior, incluindo interfaces com outros ambientes.
- 8.1.3. Como parte da funcionalidade e dos serviços desejados, algumas dessas redes poderão ser expandidas e oferecerão interconectividade com redes e instituições de provedores de serviços externos por meio de links diretos ou segmentos de rede dedicados.

8.2. REQUISITOS GERAIS

- 8.2.1. Os requisitos gerais relacionados à segurança incluem:
- i. garantia de implementação e manutenção da política e arquitetura de segurança, observada a atualidade tecnológica;
 - ii. integração dos controles de segurança, com infraestrutura compatível com as tecnologias de segurança;
 - iii. A infraestrutura de segurança proposta deve fornecer a funcionalidade necessária com o menor impacto possível nos sistemas;
- 8.2.2. As soluções propostas devem ter potencial para serem escalonadas no futuro, para que recursos adicionais possam ser facilmente adquiridos e anexados ao sistema. A

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

escalabilidade horizontal e vertical da solução é necessária com a intenção de que a solução proposta seja expandida no futuro para acomodar uma gama mais ampla de usuários.

- 8.2.3. O Provedor tomará as medidas necessárias para proteger a disponibilidade, integridade e confidencialidade dos dados.
- 8.2.4. Os controles de segurança serão baseados em arquitetura padrão aberta e integrável com diferentes fabricantes e suportarão um ambiente computacional distribuído.
- 8.2.5. Os controles de segurança devem ser escalonáveis e podem ser configurados para acomodar diferentes níveis de segurança por ambiente, usuário, aplicativo ou terminal.
- 8.2.6. Os produtos de segurança propostos devem estar em conformidade com padrões internacionais amplamente reconhecidos.
- 8.2.7. O sistema de segurança cibernética deve oferecer a capacidade de rastrear, registrar e monitorar interações bem e malsucedidas com todos os sistemas de informação.
- 8.2.8. A infraestrutura deve incorporar tecnologias e mecanismos seguros de troca de dados, como criptografia, gerenciamento de chaves, controle de acesso, autenticação e integridade de dados, quando apropriado.
- 8.2.9. As atividades de segurança da informação serão dinâmicas. O objetivo é compartimentar e controlar a distribuição de informações às partes autorizadas somente quando necessário, reduzindo o impacto das ameaças internas e externas à segurança da infraestrutura de informações.
- 8.2.10. O provedor deve propor, implementar e implantar uma tecnologia robusta de prevenção de vazamento de dados (DLP). O fornecedor deve formular essas políticas, que, por sua vez, devem ser submetidas à Entidade Compradora para análise.
- 8.2.11. A infraestrutura será baseada na implementação do conceito de Defesa em Profundidade (DID):
- i. O conceito de defesa em profundidade (DID) de uma implantação hierárquica de diferentes níveis de controles e procedimentos de segurança deve ser implementado para manter a eficácia das soluções de segurança.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- ii. O conceito de defesa em profundidade (DID) deve ser implementado por meio de projeto e operação para fornecer proteção escalonada contra uma ampla variedade de eventos, incidentes e acidentes de segurança, incluindo erro humano dentro do sistema e eventos iniciados externamente.

8.2.12. Pessoal qualificado:

8.2.13. Somente pessoal qualificado (de acordo com a ISO/IEC 27001 ou norma equivalente), (após verificações de confiabilidade de segurança de acordo com a solução proposta), deve participar do projeto, da construção (incluindo implementação, instalações, testes e comissionamento, etc.) e da manutenção de sistemas críticos.

8.2.14. O pessoal qualificado pode, de tempos em tempos, ser solicitado a se requalificar e/ou passar por confirmações periódicas ou verificações adicionais de confiabilidade de segurança, de acordo com os procedimentos estabelecidos.

8.2.15. O gerenciamento de ativos de informações deve usar a conscientização de segurança baseada em domínio. Os ativos de informação devem ser concentrados em domínios

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

dedicados, separados e seguros de acordo com sua função, por exemplo, domínio de recursos de comunicação, domínio de backoffice etc.

8.2.16. O gerenciamento centralizado de servidores e dispositivos de rede será implementado separadamente em cada uma das redes autônomas, com base em NMS (gerenciadores de rede) reconhecidos pelo setor.

8.2.17. A metodologia AAA padrão deve ser implementada.

8.2.18. Não será permitido que o gerenciamento de segurança de "redes críticas" seja realizado pela Internet, VPN ou qualquer outra rede de terceiros.

8.2.19. Serão seguidas as práticas recomendadas do setor Gerenciamento de chaves, usando o padrão PKI (*infraestrutura de chave pública*) completo.

8.2.20. Todos os dispositivos de segurança que contêm chaves criptográficas confidenciais não devem ser gerenciados remotamente.

8.2.21. A política de segurança cibernética do provedor deve se basear principalmente em dois padrões:

- i. ISO/IEC 27001, que fornece diretrizes sobre controles de segurança para o Sistema de Gestão de Segurança da Informação e compreende principalmente as 14 seções a seguir:
 - a. Contexto organizacional;
 - b. Liderança e comprometimento;
 - c. Objetivos de segurança da informação;
 - d. Políticas de segurança da informação;
 - e. Funções, responsabilidades e competências;
 - f. Gerenciamento de riscos;
 - g. Monitoramento de desempenho e KPIs (indicadores-chave de desempenho);
 - h. Documentação;
 - i. Comunicação;
 - j. Capacidade e conhecimento;
 - k. Relações com fornecedores;
 - l. Auditoria interna;
 - m. Gerenciamento de incidentes;
 - n. Melhoria contínua.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- ii. ITU-T X.805, que fornece diretrizes para a análise dos requisitos de segurança dos sistemas de comunicação ponta a ponta, incluindo as 8 seções a seguir:
 - a. Controle de acesso: limitar e controlar o acesso a elementos, serviços e aplicativos da rede;
 - b. Autenticação: fornecer prova de identidade;
 - c. Não repúdio: impedir a possibilidade de negar a ocorrência de atividade na rede;
 - d. Confidencialidade dos dados: garantir a confidencialidade dos dados;
 - e. Segurança da comunicação: garantir que as informações só vão da origem ao destino;
 - f. Integridade dos dados: garantia de que os dados sejam recebidos como foram enviados, recuperados ou armazenados;
 - g. Disponibilidade: garantia de que os elementos, serviços e aplicativos da rede estejam disponíveis para usuários legítimos;
 - h. Privacidade: garantia de que a identificação e o uso da rede sejam mantidos em sigilo.

9. DIRETRIZES MANDATÓRIAS PARA O SISTEMA DE ENERGIA

9.1. As diretrizes aqui definidas são obrigatórias para o projeto do sistema energético, podendo a CONCESSIONÁRIA definir seu próprio projeto, desde que seja capaz de atender os níveis de serviço requeridos pelo CONTRATO. Os sistemas de energia elétrica devem ser projetados tendo em conta os elementos mais importantes que compõem o sistema energético: as subestações de alimentadoras (SEA), as subestações de tração (SET), as subestações auxiliares (SAF), a rede de distribuição de energia e a catenária. O projeto da REDE AÉREA deve seguir as especificações determinadas nos ANEXOS II.A e ANEXO II.B deste CONTRATO. O projeto do sistema energético deve permitir o suprimento de energia elétrica suficiente para atender plenamente o PLANO OPERACIONAL definido no ANEXO III.A deste CONTRATO e garantir os níveis adequados de confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança para a prestação de um transporte de passageiros conforme os padrões de desempenho estipulados para o TIC Eixo Oeste.

9.2. CONSIDERAÇÕES NO DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ENERGIA E REDE AÉREA DE TRAÇÃO

9.2.1. O Sistema de energia de rede aérea e tração deve ser dimensionado para satisfazer a demanda energética por todo o PRAZO DA CONCESSÃO, de forma a atender aos PLANOS OPERACIONAIS e PLANO DE OFERTA DE LUGARES. Ademais, o sistema de energia de rede

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

aérea e tração deve ser projetado de acordo com o normativo aplicável, considerando aspectos de sustentabilidade e eficiência energética.

9.2.2. O projeto de REDE ÁREA DE TRACÇÃO, a ser elaborado e implantado por conta e risco da CONCESSIONÁRIA, deverá garantir o fornecimento de energia aos trens eficiente, contínuo e seguro, considerando as características geométrica, elétrica e mecânica do OBJETO DA CONCESSÃO, especialmente aspectos de frequência de uso operacional e aspectos climáticos da região onde o TIC OESTE está inserido. minimizando as interrupções, melhorando a confiabilidade e durabilidade do sistema.

9.2.3. Os sistemas de retorno de tração deverão ser projetados para minimizar a corrosão e outros efeitos adversos, garantindo a integridade do sistema e conforme EN 50122.

9.3. SUBESTAÇÃO DE LIGAÇÃO, SUBESTAÇÃO DE TRACÇÃO E SUBESTAÇÃO AUXILIAR.

9.3.1. A subestação de ligação recebe energia da rede de abastecimento e a converte nos níveis adequados para alimentar as subestações de tração e auxiliares. A CONCESSIONÁRIA deverá incluir em seus projetos transformadores de potência, chaves e equipamentos de proteção e controle. O dimensionamento deve ser baseado na demanda energética do sistema e sua redundância para garantir confiabilidade. São aplicáveis a este tema as regulamentações IEC 60076 e IEC 62271.

9.3.2. As subestações de tração alimentam a catenária, garantindo sempre o fornecimento de energia aos trens. Transformadores retificadores, chaves de corrente contínua e sistemas de proteção contra falta à terra devem ser especificados. O dimensionamento destes equipamentos é baseado na demanda energética, no número de trens concomitantemente em operação e nas características do MATERIAL RODANTE. São aplicáveis a este tema as regulamentações: IEC 60146, IEC 61936-1.

9.3.3. As subestações auxiliares são projetadas para alimentar instalações de serviços auxiliares, como sistemas de iluminação, sinalização e controle. Devem ser considerados transformadores de distribuição e painéis de baixa tensão, cujo dimensionamento dependerá do consumo estimado das instalações auxiliares.

9.3.4. A concepção dos projetos deve garantir um fornecimento contínuo de energia ao sistema ferroviário, com alto nível de disponibilidade que minimize interrupções e falhas. A redundância em sistemas críticos deve ser considerada; implementação de redundância em

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

subestações de serviço, subestações de tração, subestações auxiliares, incluindo transformadores reservas e retificadores. Projeto de redes de energia em anel ou sistemas de distribuição alternativos para que, em caso de falha de um componente, outro subsistema possa assumir a carga.

- 9.3.5. As chaves seccionadoras deverão ser para operação sob carga, providas de meios para extinção de arcos. Deverão ser projetadas, construídas e ensaiadas, segundo as normas EN 50123-4 e IEC 61992-4. Estas chaves deverão ser monopolares e localizadas nas saídas para a rede aérea.
- 9.3.6. A CONCESSIONÁRIA deverá considerar em seus projetos o sistema de aterramento em todos os níveis da subestação e catenária, a resistividade dos solos e o dimensionamento das malhas de aterramento e considerar medidas de proteção contra falhas de isolamento em equipamentos de alta tensão, de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.
- 9.3.7. O comando e monitoramento remotos das subestações e cabines deverão ser através de rede de dados de fibra óptica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.
- 9.3.8. As chaves seccionadoras da REDE AÉREA DE TRAÇÃO devem possuir sistema de telecomando.
- 9.3.9. As subestações e cabines deverão possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra óptica de forma a permitir comandos e monitoramento de estado funcional pelo CCO.
- 9.3.10. A localização das subestações e cabines de manobra deve levar em consideração o acesso para manutenção, garantindo proteção e segurança compatíveis com a disponibilidade de espaço, os projetos municipais e sua integração urbana, além de considerar o impacto ambiental. A CONCESSIONÁRIA deverá implementar pára-raios para proteção do sistema de eletrificação contra descargas atmosféricas. O dimensionamento deste equipamento deve seguir a norma IEC 62305.
- 9.3.11. A CONCESSIONÁRIA deverá providenciar o cadastramento ou implantação do sistema de águas e esgotos em todas as edificações de cabines e subestações, executando a

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

regularização das captações e despejos, realizando as devidas ligações na rede das concessionárias locais.

- 9.3.12. Considerando as características do projeto TIC Oeste, projeto Greenfield, a CONCESSIONÁRIA deverá considerar uma previsão precisa e atualizada, pois será a chave para dimensionar adequadamente o desenho do sistema energético, garantindo a incorporação de tecnologia avançada e a capacidade necessária para satisfazer os requisitos do sistema de energia.
- 9.3.13. A integração com o sistema de controle e monitoramento deverá contar com um sistema de supervisão SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) conectado à rede de dados de fibra óptica para permitir supervisão em tempo real, controle remoto, gerenciamento de alarmes e simulação e planejamento. O centro de controle de energia deve ser robusto, com capacidade de operar em emergências e com redundância nas comunicações para garantir o funcionamento ininterrupto do CCO, garantindo que todas as operações do sistema elétrico sejam seguras e eficientes. Regulamentos: IEC 60870-6.
- 9.3.14. As unidades retificadoras modulares deverão ter capacidade de serem desligadas individualmente, sem a necessidade de se desligar as demais, permitindo a continuidade da alimentação, mesmo em caso de uma unidade ficar fora de serviço.
- 9.3.15. Para que ocorra a operação do SERVIÇO, conforme estabelecido no Anexo IX, todo Sistema de Energia e Eletrificação deverá estar implantado, comissionado e disponibilizado em sua totalidade para suprir cada um dos trechos da CONCESSÃO de acordo com o estabelecido no Anexo II.G.
- 9.3.16. Desta forma, para a determinação das potências necessárias e quantidades de Subestações que comporão o sistema de Energia e Eletrificação dos SERVIÇOS levou-se em consideração a frota discriminada no ANEXO II.F e as diretrizes operacionais estabelecidas no ANEXO III.A.
- 9.3.17. A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar seus projetos, dimensionamentos e especificações, incluindo reposicionamento e/ou repotencialização das subestações com o devido telecomando integrado com o CCO. O projeto deverá ser submetido à APROVAÇÃO pelo

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

AUDITOR INDEPENDENTE, nos termos do Anexo II.E e ao PODER CONCEDENTE para posterior não objeção.

9.3.18. É de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a obtenção de todos os AVCB, incluindo aqueles referentes às edificações destinadas ao sistema de energia.

9.3.19. Para garantir segurança, confiabilidade e continuidade operacional no sistema energético, é fundamental que o CONCESSIONÁRIO considere dentro do projeto a implementação de um esquema de proteção abrangente que abranja cada subsistema. Este sistema de proteção deve não só salvaguardar equipamentos e instalações, mas também proteger o pessoal e os utilizadores dos serviços.

9.3.20. O esquema de proteção deve garantir a desconexão rápida e segura de qualquer componente em caso de falhas ou curto-circuitos, minimizando o impacto na operação e limitando os danos aos equipamentos. A correta implementação da coordenação de proteção deve garantir que os dispositivos de proteção atuem em sequência, de acordo com a gravidade e localização da falha. A coordenação deve ser projetada para que os dispositivos próximos à falha atuem primeiro, protegendo as instalações e minimizando os efeitos no serviço. As proteções e sua coordenação devem cumprir as normas IEC 60255, IEC 60947 para garantir segurança e compatibilidade no ambiente ferroviário.

9.3.21. Os encerramentos de emergência são uma medida crítica no sistema energético, permitindo o corte imediato de energia em situações em que a continuidade do fornecimento representa um risco para a segurança de pessoas, equipamentos ou instalações. Portanto, a CONCESSIONÁRIA deverá considerá-lo em seus projetos, para garantir a implantação de um sistema eficaz de parada emergencial.

9.3.22. O sistema de paragem de emergência deve garantir a proteção das pessoas, reduzir o risco de acidentes, lesões em caso de contacto accidental ou situações de perigo iminente na via ou nas estações, proteger os equipamentos e instalações e desligar os equipamentos em risco para evitar danos graves ou irreversível. Deve ser garantida a interrupção controlada do serviço, desligando a alimentação de forma segura e coordenada para facilitar a resposta a incidentes ou falhas. Regulamentos: IEC 60947-5-5, IEC 62267.

9.4. INSTALAÇÕES ELÉTRICO-ELETRÔNICAS E DE SISTEMAS

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 9.4.1. O PROJETO EXECUTIVO será detalhado a partir do PROJETO BÁSICO a ser desenvolvido pela CONCESSIONÁRIA, abrangendo todos os sistemas, equipamentos nele contidos e suas edificações.
- 9.4.2. Deverão ser detalhadas e complementadas todas as informações envolvendo os sistemas e equipamentos eletro/eletrônicos ao longo das vias, contendo: dimensionamento e caminhamento da cablagem de interconexão, desenhos dimensionais de quadros/painéis/equipamentos, seus pesos e reflexos na parte civil/estrutural/arquitetônica, dutos e caixas de passagem e de interface para passagem de cabos de energia de média tensão, cabos para o sistema de sinalização, telecomunicações, iluminação etc.
- 9.4.3. O PROJETO EXECUTIVO a ser desenvolvido pela CONCESSIONÁRIA deve ser de tal forma, que a documentação resultante permita compreensão completa para a implantação da obra com todos os elementos.

9.5. INTERFERÊNCIAS

- 9.5.1. As interferências e/ou afetações à operação por parte da CONCESSIONÁRIA no desenvolvimento das atividades durante a execução das obras deverão ser detalhadas quanto à sua necessidade de remanejamento para a solução executiva de projeto e ser obtida a concordância do órgão ou concessionário afetado.
- 9.5.2. A compatibilidade eletromagnética é crucial para evitar interferências eletromagnéticas entre os subsistemas elétricos e eletrônicos do projeto ferroviário. Os principais elementos geradores de ruído eletromagnético são a ligação, as subestações a tração, as subestações auxiliares e a catenária. As fontes de ruído, suas faixas de frequência, canais de acoplamento e receptores vulneráveis devem ser identificados, implementando as proteções necessárias. Os elementos mais críticos na compatibilidade eletromagnética (ECM) de projetos de sistemas de energia: catenária e pantógrafo, subestações de tração, sistema de sinalização, sistema de telecomunicações e interação com outros sistemas elétricos.
- 9.5.3. O CONCESSIONÁRIO deve considerar a compatibilidade eletromagnética (ECM) dentro de seus projetos de sistemas energéticos, a fim de prevenir, garantir, minimizar, assegurar um

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

ambiente adequado para o correto funcionamento de todos os sistemas, regulamentos IEC 62236.

- 9.5.4. Um aspecto crítico a ser considerado no projeto do sistema de potência é a presença de linhas aéreas de energia próximas ao traçado do trem e suas instalações, que podem apresentar interferência eletromagnética (EMI) no sistema. Estas linhas podem induzir correntes e campos eletromagnéticos que, se não forem geridos adequadamente, poderão afetar negativamente o desempenho e a segurança do sistema ferroviário. O CONCESSIONÁRIO dentro dos projetos de energia deve implementar estratégias de planejamento e mitigação de interferências desde a fase de projeto, ajustando a separação física, incorporando elementos de proteção e utilizando materiais de blindagem adequados. Estas considerações garantem a integridade dos dados do sistema de controle, a confiabilidade das comunicações e o desempenho do equipamento de tração. Regulamento aplicável: IEC 62236.

PARTE II: EMPREENDIMENTOS DOS SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÕES E ENERGIA

10. CCO-1 – CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL

- 10.1. O Centro de Controle Operacional (CCO) a ser implantado em localidade que garanta a eficiência na integração logística e operacional deverá centralizar a supervisão e gestão das operações ferroviárias, garantindo eficiência, segurança e regularidade no transporte. O EMPREENDIMENTO deverá ser projetado para assegurar o controle integral da circulação dos trens, abrangendo tráfego, energia e telecomunicações, além de oferecer infraestrutura adequada para a equipe de operação, engenharia e suporte técnico. Também deverá integrar sistemas de monitoramento remoto, controle de acessos e segurança operacional, garantindo escalabilidade para futuras expansões da malha ferroviária.
- 10.2. A edificação deverá prever acessibilidade, segurança perimetral e conectividade eficiente com as demais unidades administrativas e operacionais da ferrovia. Sua infraestrutura contemplará uma sala de controle operacional, sala de servidores e infraestrutura de TI para processamento de dados, escritórios administrativos e de engenharia, áreas de convivência e apoio para os operadores, incluindo salas de descanso, refeitório e sanitários, além de uma sala de crise para gestão de contingências e tomadas de decisão. O edifício deverá garantir alta disponibilidade elétrica, com sistemas redundantes de fornecimento de energia e climatização.
- 10.3. Os sistemas tecnológicos previstos incluem Supervisão e Controle de Tráfego Ferroviário (SCADA e CTC), para monitoramento da circulação dos trens, incluindo sinais, mudanças de via e bloqueios operacionais; Gestão de Energia, para controle do fornecimento da catenária de 3kV CC e monitoramento de subestações; Telecomunicações e Rede de Dados, com infraestrutura de fibra óptica, rádios e redundância de conexão; Segurança Operacional, com videomonitoramento, controle de acesso e detecção de falhas; além de Plataformas Digitais para planejamento, simulação e manutenção preditiva.
- 10.4. A confiabilidade, segurança e a continuidade operacional do CCO deverão ser garantidas por meio de sistemas de energia ininterrupta (UPS) e geradores de emergência, infraestrutura de backup e redundância para servidores e redes de comunicação, além de procedimentos de contingência para falhas operacionais e desastres. Além disso, a edificação deverá adotar soluções sustentáveis, como eficiência energética com iluminação LED e climatização inteligente, uso de materiais sustentáveis e captação e reutilização de água da chuva.

11. SUBESTAÇÕES DO SISTEMA DE ELETRIFICAÇÃO

11.1. O sistema de eletrificação da ferrovia deverá ser estruturado de forma a garantir a confiabilidade e a eficiência do fornecimento de energia para a operação ferroviária, abrangendo subestações de alimentação, subestações de tração e subestações auxiliares. A configuração das subestações deverá assegurar a redundância necessária para mitigar impactos operacionais em caso de falhas, bem como prever capacidade suficiente para atender à demanda de tração e serviços auxiliares.

12. SUBESTAÇÕES DE ALIMENTAÇÃO (SEA)

12.1. O sistema será alimentado por subestações que receberão energia elétrica em alta tensão da concessionária local e a transformarão para os níveis adequados ao sistema ferroviário. O anteprojeto referencial prevê um total estimado de seis subestações alimentadoras (SEA1, SEA2, SEA3, SEA4, SEA5 e SEA6), cada uma com potência nominal de 20 MVA (138/34,5 kV), distribuídas ao longo do traçado de forma a otimizar o fornecimento de energia e minimizar perdas elétricas. No entanto, o número final de subestações, bem como suas potências individuais e suas localizações, poderá ser ajustado pela futura CONCESSIONÁRIA, desde que atendidos os requisitos operacionais e de desempenho estabelecidos no CONTRATO, por conta e risco da CONCESSIONÁRIA, sem que esta alteração no quantitativo dê ensejo a reequilíbrio econômico-financeiro para qualquer das PARTES. Em qualquer hipótese, sempre que atendidos os requisitos operacionais e de desempenho exigidos em CONTRATO, a CONCESSIONÁRIA fará jus a REMUNERAÇÃO prevista para o PACOTE DE INVESTIMENTO após o procedimento previsto no ANEXO VIII.

12.2. A configuração geral deverá prever alimentação redundante, com interligação por duas linhas de alta tensão provenientes de fontes distintas, garantindo maior confiabilidade do sistema. A topologia deverá ser do tipo radial em anel, possibilitando a continuidade de operação em caso de falha em uma das subestações. Cada subestação deverá contar com transformadores de potência, barramentos redundantes em média tensão, sistemas de proteção, controle e supervisão remota.

13. SUBESTAÇÕES DE TRAÇÃO (SET)

13.1. As subestações de tração serão responsáveis pela conversão da energia em corrente alternada (34,5 kV) para corrente contínua (3 kV), destinada à alimentação da catenária de forma confiável e eficiente. O projeto conceitual considera a implantação de subestações de tração ao longo do traçado, com espaçamento médio de 10 km, visando garantir a estabilidade da tensão e uma distribuição equilibrada da potência.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

- 13.2. Embora o anteprojeto indique uma estimativa de nove subestações de tração (SET1, SET2, SET3, SET4, SET5, SET6, SET7, SET8 e SET9), a CONCESSIONÁRIA poderá, em seu projeto executivo, ajustar o número, a capacidade individual das unidades e sua localização, desde que mantidos os critérios de desempenho, continuidade do serviço e confiabilidade energética previstos no CONTRATO, por sua conta e risco, sem que esta alteração no quantitativo dê ensejo a reequilíbrio econômico-financeiro para qualquer das PARTES. Em qualquer hipótese, sempre que atendidos os requisitos operacionais e de desempenho exigidos em CONTRATO, a CONCESSIONÁRIA fará jus a REMUNERAÇÃO prevista para o PACOTE DE INVESTIMENTO após o procedimento previsto no ANEXO VIII.
- 13.3. Cada subestação de tração deverá ser equipada com retificadores, dispositivos de proteção contra sobretensões, e sistemas de seccionamento da catenária que permitam a rápida isolamento de falhas sem prejuízo à operação ferroviária. A topologia redundante deve ser adotada, com interligação elétrica entre subestações adjacentes, de modo a viabilizar a continuidade do fornecimento em caso de falhas parciais. Serão empregados seccionadores e interruptores de ligação para oferecer maior flexibilidade operacional e segurança durante intervenções de manutenção

14. SUBESTAÇÕES AUXILIARES (SAF)

- 14.1. As subestações auxiliares serão responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica às edificações, sistemas auxiliares e demais instalações técnicas ao longo da ferrovia (SAF1, SAF2, SAF3, SAF4, SAF5, SAF6, SAF7, SAF8). O projeto conceitual considera a implantação de subestações auxiliares em cada estação ferroviária, com potência estimada de 1,2 MVA, destinadas ao atendimento de cargas como iluminação, climatização, escadas rolantes, elevadores e outros equipamentos essenciais. No centro de manutenção, prevê-se a instalação de duas subestações auxiliares de 2,5 MVA, dimensionadas para alimentar equipamentos de grande porte, sistemas de lavagem de trens e demais serviços técnicos e operacionais.
- 14.2. Essas subestações serão alimentadas pela rede de média tensão (34,5 kV), a partir das subestações alimentadoras, com circuitos independentes que assegurem a redundância e a confiabilidade do suprimento. A modularidade e a flexibilidade das instalações deverão permitir ampliações futuras, acompanhando a evolução da operação ferroviária.
- 14.3. A CONCESSIONÁRIA poderá ajustar o dimensionamento, o número de unidades, a topologia da distribuição elétrica e sua localização, por sua conta e risco, desde que mantidos os níveis de desempenho, confiabilidade e disponibilidade definidos neste anteprojeto.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

14.4. As soluções definitivas deverão estar compatíveis com as condições operacionais da ferrovia, as normas técnicas aplicáveis e os requisitos de segurança do sistema. A infraestrutura projetada deverá incluir sistemas de monitoramento remoto para acompanhamento em tempo real e permitir manutenções programadas sem interrupção da operação. Eventuais alterações deverão ser tecnicamente justificadas e validadas durante o desenvolvimento do projeto executivo, garantindo a plena aderência aos padrões exigidos.

15. SALA DE SINALIZAÇÃO (SIN-IXL)

15.1. As salas de sinalização fazem parte do sistema integrado de controle e monitoramento de tráfego. A lógica de segregação e de integração do sistema projetado baseia-se em áreas de *Interlocking* que definem as fronteiras de abrangência do controle. O dimensionamento proposto pelo anteprojeto elaborado neste edital compreende a implantação de salas técnicas conforme descrito na Tabela 1. Para o sistema de sinalização as salas propostas são: SIN-IXL1-1, SIN-IXL1-2, SIN-IXL2-1, SIN-IXL2-2, SIN-IXL2-3, SIN-IXL2-4, SIN-IXL3-1, SIN-IXL3-2, SIN-IXL3-3, SIN-IXL3-4, SIN-IXL4-1, SIN-IXL4-2, SIN-IXL4-3, SIN-IXL5-1, SIN-IXL4-4.

15.2. As salas de sinalização são divididas em dois tipos:

15.2.1. Salas/Salas Técnicas de Encravamento (ENCE): São espaços localizados em estações, oficinas e garagens, projetados para abrigar os equipamentos responsáveis pela segurança e pelo controle do tráfego ferroviário. Nessas salas encontram-se os sistemas de encravamento e o sistema ERTMS (ETCS), que garantem o estabelecimento das rotas e a gestão das autorizações de movimento, assegurando que a circulação dos trens ocorra de maneira segura.

15.2.2. Salas Técnicas com Controladores de Objetos (CO): Esses espaços técnicos, geralmente isolados das áreas das estações (interestações), abrigam os sistemas de aquisição de dados responsáveis pela sinalização dos elementos de campo atribuídos a essa sala técnica. A partir daí, os sistemas de comunicação permitem a integração com os equipamentos das salas técnicas nos ENCEs, que são responsáveis por gerenciar os dispositivos de campo. Os COs funcionam como nós intermediários entre o sistema de sinalização do encravamento e os elementos de campo.

15.3. As Salas de Sinalização sempre precisarão de uma comunicação direta com uma Sala de Comunicações, pois, por meio do sistema STO, elas recebem comunicação com os controladores centrais. Considerando isso, é altamente recomendável concentrar as diferentes salas técnicas

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

em locais comuns, permitindo o compartilhamento de medidas de segurança, alimentação elétrica, entre outros, tornando a operação mais segura.

16. SALA DE TELECOMUNICAÇÕES (TEL-IXL)

- 16.1. As salas de telecomunicações das estações abrigarão os dispositivos locais associados ao STO, CFTV, Sonorização (PA), Telefonia, Painéis Informativos Multimídia, Sistema de Controle de Acesso (SCA), Wi-Fi, Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros, Cronometria, entre outros. As salas propostas pelo anteprojeto elaborado para este edital propõem as salas técnicas de telecomunicações, conforme indicado na Tabela 1 deste anexo: TEL-IXL1-1, TEL-IXL1-2, TEL-IXL1-3, TEL-IXL1-4, TEL-IXL2-1, TEL-IXL2-2, TEL-IXL2-3, TEL-IXL2-4, TEL-IXL2-5, TEL-IXL3-1, TEL-IXL3-2, TEL-IXL3-3, TEL-IXL3-4, TEL-IXL3-5, TEL-IXL4-1, TEL-IXL4-2, TEL-IXL4-3, TEL-IXL4-4, TEL-IXL4-5, TEL-IXL4-6, TEL-IXL5-1.
- 16.2. A principal função dessa sala é atuar como ponto de conexão e comunicação entre os dispositivos dos diferentes subsistemas e seus respectivos controladores centrais. Para isso, cada Sala de Telecomunicações conterá equipamentos de comunicação pertencentes ao sistema STO, que oferecem interfaces (pontos de conexão) adequados para cada sistema, seja por fibra óptica ou por portas de cobre.
- 16.3. Em alguns casos, uma estação poderá contar com uma sala principal e outras salas secundárias dentro da mesma estação, equipadas com as portas necessárias para conectar dispositivos muito distantes da sala principal. Essa estrutura visa atender aos padrões e normas exigidos.
- 16.4. Além disso, na sala de comunicações estarão localizados os controladores locais de alguns sistemas que necessitam de operação autônoma, como Cronometria, Painéis Informativos Multimídia, Sonorização (PA) e CFTV. Isso permite que esses sistemas continuem operando, ainda que com algumas limitações, em caso de falha ou desconexão do centro de processamento central localizado na oficina de Sorocaba. Essa estratégia garante uma certa resiliência operacional diante de falhas no sistema central.

17. SALAS TÉCNICAS DE TETRA (TET-IXL)

- 17.1. A Sala/Site TETRA é composta por todos os elementos necessários para o funcionamento de um site de repetição. Portanto, inclui pelo menos uma torre de comunicações, uma sala de processamento e o devido sistema de backup de alimentação elétrica, garantindo a continuidade das operações em caso de falha no fornecimento. As salas propostas pelo anteprojeto elaborado

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025
PPP TIC EIXO OESTE

para este edital propõem as salas técnicas de telecomunicações, conforme indicado na Tabela 1 deste anexo: TET-IXL1-1, TET-IXL1-2, TET-IXL2-1, TET-IXL2-2, TET-IXL2-3, TET-IXL3-1, TET-IXL3-2, TET-IXL4-1, TET-IXL4-2, e TET-IXL5-1.

17.2. Essas Salas/Sites podem ser instaladas ao longo da via ou dentro das próprias estações, dependendo dos resultados do estudo definitivo de cobertura.

17.3. As Salas/Sites TETRA sempre precisarão de uma comunicação direta com uma Sala de Comunicações, pois, por meio do sistema STO, recebem conexão com os controladores centrais. Assim como no caso das Salas de Sinalização, recomenda-se concentrar as diferentes salas técnicas em locais comuns para compartilhar medidas de segurança, alimentação elétrica e outros recursos, tornando a operação mais segura.