

**ANEXO II.C - PROJETOS DE ENGENHARIA CONCEITUAIS E MEMORIAIS DESCRITIVOS PARA  
EMPREENDIMENTOS EM SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, ENERGIA E TELECOMUNICAÇÕES**

**PARTE I - DIRETRIZES MANDATÓRIAS DE PROJETOS DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, ENERGIA, REDE  
AÉREA E TELECOMUNICAÇÕES**

**PARTE II - EMPREENDIMENTOS DOS SISTEMAS DE ENERGIA, SINALIZAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES**

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

## **OBJETIVO**

Este ANEXO II.C tem por objetivo estabelecer as diretrizes e os requisitos técnicos e operacionais mínimos, definidos a partir deste Projeto Conceitual que deverão ser obedecidos no fornecimento e implantação dos Sistemas de Sinalização, Energia, Rede Aérea e Telecomunicações, que integrarão a CONCESSÃO, de forma a prover um transporte confiável, rápido e seguro, plenamente aos três serviços do TIC EIXO NORTE:

- SERVIÇO LINHA 7, com 35,3km entre as estações Barra Funda e Francisco Morato,
- SERVIÇO TIM - Trem Intermetropolitano, trecho de 59.5km entre Francisco Morato a Campinas, e
- SERVIÇO EXPRESSO (TIC) em via nova singela com *sidings* de 56,8km, entre Barra Funda a Jundiaí. Após Jundiaí, o SERVIÇO EXPRESSO também seguirá até Campinas (44,4km), porém em via dupla compartilhada com o SERVIÇO TIM.

## **NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA APLICÁVEIS**

### **Glossário**

Para fins deste Anexo, os termos abaixo definidos terão o seguinte significado. Para outros termos grafados em maiúsculas cuja definição não conste da tabela abaixo, deverão ser considerados os termos definidos do CONTRATO.

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- AMV – Aparelho de Mudança de Via;
- ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações;
- APCO – Association of Public-Safety Communications Officials;
- ATC – Sistema de Condução Automática do Trem “*Automatic Train Control*”;
- ATO - “*Automatic Train Operation*”;
- ATP – Sistema de Proteção Automática do Trem “*Automatic Train Protection*”;
- CCO – Centro de Controle Operacional;
- CDV – Circuito de Via;
- CFTV – Circuito Fechado de Televisão;
- CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardization;
- CIM – Centro de Informações da Manutenção e Engenharia;
- CMMS - “*Computerized Maintenance Management System*”;
- CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos;

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

- GSM-R – “Global System for Mobile Communication – Railway”;
- HVAC - “Heating, Ventilating and Air Conditioning”;
- IHM – Interface Homem Máquina;
- RGS – Requisitos Gerais de Segurança;
- SCA – Sistema de Controle de Acesso;
- SCADA - “Supervisory Control and Data Acquisition”;
- SCL – Sistema de Controle Local;
- SCT – Sistema de Controle de Tráfego;
- SDAI – Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio;
- SGC – Sistema de Gestão Central;
- SLA - “Service Level Agreement”;
- PCL – Posto de Controle Local;
- PMV – Painel de Mensagens Variáveis;
- SMM – Sistema Multimídia;
- SMV – Sistema de Monitoramento de Via;
- SSC – Sistema de Sinalização e Controle;
- SSX – Sistema de Solicitação de Auxílio;
- STEL – Sistema de Telefonia Fixa;
- STO – Subsistema de Transmissão Óptico
- SW – Software;
- MTBF – Mean Time Between Failures;
- MTTR – Mean Time to Restore/Recovery;
- ERA – Agência Ferroviária da Union Europeia “European Railway Agency”;
- ERTMS – “European Railway Traffic Management System”;
- ETCS – “European Train Control System”;
- EN - Norma Europeia;
- IEC – “International Electrotechnical Commission”;
- ISO – “International Standard Organization”;
- SIL – “Safety Integrity Level”;
- TETRA – “Terrestrial Trunked Radio”;
- IVM – Intertravamento Vital Microprocessado.
- PVP - Pátio Várzea Paulista
- MLT - Máquina de Lavar Trens
- SCAP - Sistema de Controle e Arrecadação de Passageiros

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

- UPS - “Uninterruptible Power Supply”;
- VHF - “Very High Frequency”;
- VOIP - “Voice Over Internet Protocol”.

### Normas Aplicáveis

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 últimas revisões, listadas neste documento, quando aplicável, entre outras não indicadas.

Nas especificações para serviços, equipamentos e materiais, deverão ser observadas as normas citadas na diretriz de cada equipamento / sistema, sempre se considerando a sua edição mais recente. Sempre que for aplicável, deverão ser adotadas as normas ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas vigentes.

Em todos os tópicos relativos à comunicação, 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.

Nos tópicos que estas normas forem omissas, poderão ser utilizadas normas internacionais, de reconhecida competência, entre as quais citamos as emitidas pelas seguintes organizações listadas a seguir:

- Normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas:
  - ✓ NBRNM280 - “Condutores de Cobre para Cabos Isolados”;
  - ✓ NBRNMIEC60811-1-1 – “Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas”;
  - ✓ NBRNMIEC60811-1-2 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico;
  - ✓ NBRNMIEC60811/1-3 - “Métodos de Ensaios Comuns para os Materiais de Isolamento e de Cobertura de Cabos Elétricos – Parte 1: Métodos para Aplicação Geral – Capítulo 3: Métodos para a Determinação da Densidade de Massa – Ensaios de Absorção de Água – Ensaio de Retração”;

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

- ✓ NBRNMIEC60811-1-4 – “Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 4: Ensaios a baixas temperaturas”;
- ✓ NBRIEC60529 – “Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- ✓ NBR5410 – “Instalações Elétricas de Baixa Tensão”;
- ✓ NBR5419 – “Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas”;
- ✓ NBR5462 – “Confiabilidade e Manutenibilidade”;
- ✓ NBR6243 – “Choque Térmico para Fios e Cabos Elétricos”;
- ✓ NBR6245 – “Fios e Cabos Elétricos – Determinação do Índice de Oxigênio”;
- ✓ NBR6251 – “Cabos de Potência com Isolação Extrudada para Tensões de 1kV a 35kV – Requisitos Construtivos”;
- ✓ NBR6813 – “Fios e Cabos Elétricos – Ensaio de Resistência de Isolamento”;
- ✓ NBR6814 – “Fios e Cabos Elétricos – Ensaio de Resistência Elétrica”;
- ✓ NBR6880 – “Condutores de Cobre para Fios e Cabos Isolados – Características”;
- ✓ NBR7288 – “Cabos de Potência com Isolação Sólida Extrudada de Cloreto de Polivinila (PVC) ou Polietileno (PE) para Tensões de 1kV a 6kV”;
- ✓ NBR7289 – “Cabo de Controle com Isolação Extrudada de PE ou PVC para Tensões até 1kV – Requisitos de Desempenho”;
- ✓ NBR 7290 – “Cabos de Controle com Isolação Extrudada de XLPE ou EPR para Tensões até 1kV – Requisitos de Desempenho”;
- ✓ NBR7635 – “Sinalização Ferroviária - Terminologia”;
- ✓ NBR8661 – “Cabos de formato plano com isolamento extrudado de cloreto de polivinila (PVC) para tensão até 750 V – Especificação”;
- ✓ NBR10495 – “Fios e Cabos Elétricos – Determinação da Quantidade de Gás Ácido Halogenado Emitido Durante a Combustão de Materiais Poliméricos”;
- ✓ NBR11300 – “Fios e Cabos Elétricos – Determinação da Densidade de Fumaça Emitida em Condições Definidas de Queima”;
- ✓ NBR11764 – “Aparelhos de Mudança de Via - Máquinas de Chave”;
- ✓ NBR13184 - “Sinalização Ferroviária – Emprego de Elementos de Proteção Elétrica de Equipamento contra Descargas Atmosféricas”;
- ✓ NBR13248 – “Cabos de Potência e Controle e Condutores Isolados sem Cobertura, com Isolação Extrudada e Baixa Emissão de Fumaça para Tensões até 1kV – Requisitos de Desempenho”;
- ✓ NBRISO-9000 – “Sistema de Gestão da Qualidade - Fundamentos e Vocabulário”;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NBR-ISO-9001 – “Sistemas de Gestão de Qualidade – Requisitos”;
- ✓ NM-ISO 9000-1 – “Normas de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade – Parte 1: Diretrizes para Seleção e Uso”;
- ✓ NMISO9001 – “Sistemas da Qualidade - Modelo para Garantia da Qualidade em Projeto / Desenvolvimento, Produção, Instalação e Serviços Associados”;
- ✓ NMISO9004-2 – “Gestão de Qualidade e Elementos do Sistema de Qualidade - Parte 2 – Diretrizes para Serviços”;
- ✓ NBRISO10007 – “Gestão da qualidade – Diretrizes para a gestão de configuração”;
- ✓ NBR15890:2010 - “Travessia rodoviária — Passagem de nível pública — Cadastro ferroviário”;
- ✓ NBR15942:2011 - “Via férrea — Travessia rodoviária — Passagem de nível pública — Equipamento de proteção — Classificação e requisitos”;
- ✓ NBR 12180:2009 - “Via férrea - Travessia rodoviária - Passagem em nível pública - Equipamento de proteção elétrico”.
- ✓ NBR 5052 - Máquina síncrona - Ensaio;
- ✓ NBR 5032 - Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1.000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada;
- ✓ NBR 5034 - Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;
- ✓ NBR 5101 – Iluminação pública;
- ✓ NBR 5111 - Fios de cobre nu, de seção circular, para fins elétricos - Especificação;
- ✓ NBR 5117 - Máquina elétrica girante - Máquina síncrona - Especificação;
- ✓ NBR 5123 - Relé fotoelétrico e tomada para iluminação - Especificação e método de ensaio;
- ✓ NBR 5172 – Reatores para lâmpadas fluorescentes – ensaios;
- ✓ NBR 5180 - Instrumentos elétricos indicadores;
- ✓ NBR 5287 – Para-raios de resistor não-linear a carboneto de silício (SiC) para circuitos de potência de corrente alternada;
- ✓ NBR 5356-1 - Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades;
- ✓ NBR 5356-2 - Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento;
- ✓ NBR 5356-3 - Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
- ✓ NBR 5356-4 - Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- ✓ NBR 5356-5 - Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

- ✓ NBR 5368 - Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos - Especificação;
- ✓ NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- ✓ NBR 5413 - Iluminância de interiores;
- ✓ NBR 5416 - Aplicação de cargas em transformadores de potência – Procedimento;
- ✓ NBR 5417 - Tolerâncias para peças de porcelana para equipamentos elétricos. NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- ✓ NBR 5424 – Guia de aplicação de para-raios de resistor não-linear em sistemas de potência;
- ✓ NBR 5426: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- ✓ NBR 5598: Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos;
- ✓ NBR 5624: Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca ABNT NBR 8133;
- ✓ NBR 5626 – Instalação predial de água fria;
- ✓ NBR 5680: Dimensões de tubos de PVC rígido;
- ✓ NBR 5683: Tubos de PVC - Verificação da resistência à pressão hidrostática interna;
- ✓ NBR 5687: Tubos de PVC - Verificação da estabilidade dimensional;
- ✓ NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações;
- ✓ NBR 6233: Eletroduto de PVC rígido e respectiva junta - Verificação da estanqueidade à pressão interna;
- ✓ NBR 6251 - Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos Construtivos;
- ✓ NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
- ✓ NBR 6502: Rochas e solos;
- ✓ NBR 6813 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento;
- ✓ NBR 6814 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica;
- ✓ NBR 6815: Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos;
- ✓ NBR 6821 - Transformador de corrente;
- ✓ NBR 6855 - Transformador de potencial indutivo;
- ✓ NBR 6856 - Transformador de corrente;
- ✓ NBR 6881 - Fios e cabos elétricos de potência ou controle - Ensaio de tensão elétrica;
- ✓ NBR 6882 - Isolador suporte pedestal de porcelana - Unidades e colunas - Padronização de dimensões e características;
- ✓ NBR 6939 – Coordenação do isolamento – Procedimento;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NBR 6940: Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Medição de descargas parciais;
- ✓ NBR 7000 - Alumínio e suas ligas - produtos extrudados – propriedades mecânicas;
- ✓ NBR 7008 - Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou com liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente – Especificação;
- ✓ NBR 7013: Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente - Requisitos gerais;
- ✓ NBR 7098 - Desempenho dos contatos dos relés elétricos;
- ✓ NBR 7110: Isolador de pino de porcelana ou vidro - Padronização de dimensões e características;
- ✓ NBR 7116 - Relés elétricos - Ensaio de isolamento;
- ✓ NBR 7195 – Cores para segurança;
- ✓ NBR 7271 – Cabos de alumínio para linhas aéreas;
- ✓ NBR 7277 - Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído;
- ✓ NBR 7286 - Cabos de potência com isolamento extrudada de borracha etileno propileno (EPR) para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos de desempenho;
- ✓ NBR 7289 - Cabos de controle com isolamento extrudada de PE ou PVC para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- ✓ NBR 7290 - Cabos de controle com isolamento extrudada de XLPE ou EPR para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- ✓ NBR 7294 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de descargas parciais;
- ✓ NBR 7295 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de capacitância e fator de dissipação;
- ✓ NBR 7296 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de impulso atmosférico;
- ✓ NBR 7300 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistividade volumétrica;
- ✓ NBR 7307 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de fragilização;
- ✓ NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio;
- ✓ NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento;
- ✓ NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo;
- ✓ NBR 7400 - Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento;
- ✓ NBR 7571 - Seccionadores - Características técnicas e dimensionais;



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NBR 8133: Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca – Designação, dimensões e tolerâncias;
- ✓ NBR 8036: Programação de sondagens de simples reconhecimento do solo para fundações de edifícios – Procedimento;
- ✓ NBR 8158: Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas, urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica – Especificação;
- ✓ NBR 8160- Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução;
- ✓ NBR 8451 – Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica – Especificação;
- ✓ NBR 8452 – Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica – Padronização;
- ✓ NBR 9312 - Receptáculo para lâmpadas fluorescentes e starters;
- ✓ NBR 9314 - Emendas e terminais para cabos de potência com isolamento para tensões de 3,6/6 kV a 27/35 kV;
- ✓ NBR 9368 - Transformadores de potência de tensões máximas até 145 kV - Características elétricas e mecânicas;
- ✓ NBR 9511 - Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento;
- ✓ NBR 10295 - Transformadores de potência secos;
- ✓ NBR 10299 - Análise estatística da rigidez dielétrica de cabos elétricos em corrente alternada e a impulso;
- ✓ NBR 10495 - Fios e cabos elétricos - Determinação da quantidade de gás ácido halogenado emitida durante a combustão de materiais poliméricos;
- ✓ NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento;
- ✓ NBR 10898 - Sistema de iluminação de emergência;
- ✓ NBR 11300 - Fios e cabos elétricos - Determinação da densidade de fumaça emitida em condições definidas de queima;
- ✓ NBR 11468 - Conversor a semicondutores - conversor auto comutado;
- ✓ NBR 11788 – Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistema de potência;
- ✓ NBR 11836 – Detectores automáticos de fumaça para proteção contra incêndio;
- ✓ NBR 12139 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do índice de toxidez dos gases desenvolvidos durante a combustão dos materiais poliméricos;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NBR 12460: Buchas de tensões nominais 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV para transformadores e reatores de potência – Padronização;
- ✓ NBR 12523 - Símbolos gráficos de equipamentos de manobra e controle e de dispositivos de proteção;
- ✓ NBR 13231 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição;
- ✓ NBR 13248 - Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolamento extrudada e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- ✓ NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos Específicos;
- ✓ NBR 13571 - Haste de aterramento aço-cobreado e acessórios;
- ✓ NBR 13859 – Proteção contra incêndio em subestações elétricas de distribuição;
- ✓ NBR 13897: Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metro ferroviário;
- ✓ NBR 13898: Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metro ferroviário;
- ✓ NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1 kV a 36,2 kV;
- ✓ NBR 14136 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização;
- ✓ NBR 14197 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado - Especificação;
- ✓ NBR 14198 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado - Terminologia;
- ✓ NBR 14199 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado – Ensaios;
- ✓ NBR 14201 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário – Especificação;
- ✓ NBR 14202 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário – Ensaio;
- ✓ NBR 14203 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário – Terminologia;
- ✓ NBR 14306 - Proteção elétrica e compatibilidade eletromagnética em redes internas de telecomunicações em edificações – Projeto;
- ✓ NBR 14334 Alumínio na liga 6101 — Tubos estruturais para fins elétricos – Requisitos;
- ✓ NBR 14417 - Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares - Prescrições gerais e de segurança;
- ✓ NBR 14418 - Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares - Prescrições de desempenho;
- ✓ NBR 14744 - Poste de aço para iluminação;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NBR 15124: Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1 000 V - Ensaio de perfuração sob impulso;
- ✓ NBR 15129 - Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares;
- ✓ NBR 15465: Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho;
- ✓ NBR 15626 - Máquinas elétricas girantes - Motores de indução – Especificação;
- ✓ NBR 15751 Sistema de aterramento de subestações;
- ✓ NBR 15749 Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
- ✓ NBR 17240 – Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos;
- ✓ NBR IEC 60050-446 - Vocabulário eletrotécnico internacional - Parte 446: Relés elétricos;
- ✓ NBR IEC 60079: Atmosferas explosivas;
- ✓ NBR IEC 60081 - Lâmpadas fluorescentes tubulares para iluminação geral;
- ✓ NBR IEC 60439-1 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testado (PTTA);
- ✓ NBR IEC 60439-2 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 2: Requisitos particulares para linhas elétricas pré-fabricadas (sistemas de barramentos blindados);
- ✓ NBR IEC 60439-3 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 3: Requisitos particulares para montagem de acessórios de baixa tensão destinados a instalação em locais acessíveis a pessoas não qualificadas durante sua utilização - Quadros de distribuição;
- ✓ NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos;
- ✓ NBR IEC 60598-1 - Luminárias - Parte 1: Requisitos gerais e ensaios;
- ✓ NBR IEC 60598-2-1 - Luminárias - Parte 2 - Requisitos particulares - Capítulo 1 - Luminárias fixas para uso em iluminação geral;
- ✓ NBR IEC 60670: Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas;
- ✓ NBR IEC 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2 - Disjuntores;
- ✓ NBR IEC 60947-3: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão – Parte 3 – Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e unidades combinadas de dispositivo fusível;
- ✓ NBR IEC/TR 61467 – Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1000 V – Ensaio de arco de potência em cadeias de isoladores;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NBR IEC 62271-100 - Equipamentos de alta tensão - Parte 100: Disjuntores de alta-tensão de corrente alternada;
- ✓ NBR IEC 62271-102 - Equipamentos de alta tensão - Parte 102: Seccionadores e Chaves de Aterramento;
- ✓ NBR IEC 62271-200 - Conjunto de manobra e controle de alta tensão - Parte 200: Conjunto de manobra e controle de alta tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV até e inclusive 52 kV;
- ✓ NBR ISO 2107: Alumínio e suas ligas - Produtos trabalháveis - Designações das têmperas;
- ✓ NBR ISO 6892: Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente;
- ✓ NBR ISO 7240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio;
- ✓ NBR ISO 9000 - Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário;
- ✓ NBR NM 247-3 - Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive - Parte 3: Condutores isolados (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD);
- ✓ NBR NM 280 - Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);
- ✓ NBR NM IEC 60332-3-10 - Métodos de ensaios para cabos elétricos submetidos ao fogo - Parte 3: Ensaio de propagação vertical da chama de cabos em feixes na posição vertical - Equipamento de ensaio;
- ✓ NBR NM IEC 60332-3-21 - Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-21: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria A F/R;
- ✓ NBR NM IEC 60332-3-22 - Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-22: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria A;
- ✓ NBR NM IEC 60332-3-23 - Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-23: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria B;
- ✓ NBR NM IEC 60332-3-24 - Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-24: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria C;
- ✓ NBR NM IEC 60332-3-25 - Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-25: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria D;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NBR NM IEC 60811-1-1 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas;
- ✓ NBR NM IEC 60811-1-2 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico;
- ✓ NBR NM IEC 60811-1-3 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa - Ensaios de absorção de água - Ensaio de retração;
- ✓ NBR NM IEC 60811-2-1 Métodos de ensaio comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Capítulo 1: Ensaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral;
- Normas IEEE / EIA / TIA – “Institute of Electrical and Electronic Engineers” / “Electronic Industries Association”/ “Telecommunications Industry Association”:
  - ✓ EIA/IS-648 – "Measurement of Electromagnetic Interference Characteristics of Equipment Intended to Operate in Severe Electromagnetic Environments";
  - ✓ IEEE std C62.41 – "Guide for Surge Voltages in Low-Voltages AC Power Circuits";
  - ✓ IEEE 610.12 – "Standard Glossary of Software Engineering Terminology";
  - ✓ IEEE std 730 – "Software Quality Assurance Plans";
  - ✓ IEEE std 802.3 – “IEEE Standard for Information Technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and Metropolitan Area Networks – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer”;
  - ✓ IEEE std 828 – "Software Configuration Management Plans";
  - ✓ IEEE std 829 – "Software Test Documentation";
  - ✓ IEEE std 830 – "Guide to Software Requirement Specification";
  - ✓ IEEE std 1008 – "Software Unit Testing";
  - ✓ IEEE std 1012 – "Software Verification and Validation Plans";
  - ✓ IEEE 1042 – "Guide to Software Configuration Management";
  - ✓ IEEE 1044 – "Classification for Software Anomalies";

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ IEEE 1059 – "Guide for Software Verification and Validation Plans";
  - ✓ IEEE std 1061 – "Software Quality Metrics Methodology";
  - ✓ IEEE std 1062 – "Recommended Practice for Software Acquisition";
  - ✓ IEEE 1063 – "Software User Documentation";
  - ✓ IEEE 1074/1074.1 – "Standard for Developing Software Life Cycle Processes";
  - ✓ IEEE 1219 – "Software Maintenance";
  - ✓ IEEE 1228 – "Software Safety Plans";
  - ✓ IEEE 1298 – "Standard Software Quality Management System, Part 1: Requirements";
  - ✓ IEEE 1394 – "High Performance Serial Bus";
  - ✓ IEEE 1483 – "IEEE Standard for Verification of Vital Functions in Processor-Based Systems Used in Rail Transit Control";
  - ✓ IEEE Std. 80 – Guide to safety in A.C. substation grounding;
  - ✓ IEEE 519 - Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems;
  - ✓ IEEE 519 Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems;
  - ✓ IEEE C-37.20 - IEEE Standard for Metal-Enclosed Interrupter Switchgear;
  - ✓ TIA/EIA-232 – "Interface Between Data Terminal Equipment and Data Communication Equipment Employing Serial Binary Data Interchange";
  - ✓ TIA/EIA-422 – "Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuits";
  - ✓ TIA/EIA-423 – "Electrical Characteristics of Unbalanced Voltage Digital Interface Circuits";
  - ✓ TIA/EIA-485 – "Standard for Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems";
  - ✓ TIA/EIA 568-A – "Commercial Building Telecommunications Cabling Standard".
- Normas CENELEC – "European Committee for Electrotechnical Standardization":
    - ✓ EN 50121-2 – "Railway Applications - Electromagnetic Compatibility – Part 2: Emission of the Whole Railway Systems with the Outside World";
    - ✓ EN 50121-4 – "Railway Applications - Electromagnetic Compatibility – Part 4: Emission and Immunity of Signalling and Telecommunications Apparatus";
    - ✓ EN 50125-3 – "Railway Applications - Environmental Conditions for Equipment – Part 3: Equipment for Signalling and Telecommunications";

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ EN 50126 – "Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)";
  - ✓ EN 50128 – "Railway Applications - Communications, Signalling and Processing Systems - Software for Railway Control and Protection Systems";
  - ✓ EN 50129 – "Railway Applications - Safety Related Electronic Systems for Signalling";
  - ✓ EN 50159-1 – "Railway Applications - Communications, Signalling and Processing Systems - Part 1: Safety-Related Communication in Closed Transmission Systems";
  - ✓ EN 50159-2 – "Railway Applications - Communications, Signalling and Processing Systems - Part 2: Safety Related Communications in Open Transmission Systems";
  - ✓ EN 61078 – "Analysis Techniques for Dependability – Reliability Block Diagram Method";
  - ✓ EN 50124 - Insultai-o coordenativo;
  - ✓ EN 50149 - Copper and copper alloy grooved contact wires;
  - ✓ EN50155 Railway applications Electronic equipment;
  - ✓ EN50328 - Fixed installations. Electronic power convertors for substations;
  - ✓ EN50119 Railway Applications - Fixed Installations - Electric Traction Overhead Contact Lines;
  - ✓ EN50122 Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit;
  - ✓ EN50123 Railway applications. Fixed installations. D.C. switch gear;
  - ✓ EN50329 Railway applications Traction Transformer;
  - ✓ EN50124 Railway applications - Insulation coordination;
  - ✓ EN50163 Railway applications Supply voltages of Traction Systems;
  - ✓ EN50327 Railway applications. Fixed installations. Harmonization of the rated values for converter groups and tests on converter groups;
- Normas IEC - "International Electrotechnical Commission":
    - ✓ IEC 60060 – "High Voltage Test Techniques";
    - ✓ IEC 60068 – "Environmental Testing – Parts 1, 2, 3, 4 and 5";
    - ✓ IEC 60317-8 – "Specifications for particular types of winding wires – Part 8: Polyesterimide enamelled round copper wire, class 180";
    - ✓ IEC 60364 – "Electrical Installations of Buildings";
    - ✓ IEC 60605 – "Equipment Reliability Testing";
    - ✓ IEC 60706-1 – "Guide on Maintainability of Equipment. Part 1 – Section One, Two and Three. Introduction, Requirements and Maintainability Programme";



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ IEC 60812 – "Analysis Techniques for System Reliability – Procedure for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)";
  - ✓ IEC 61000 – "Electromagnetic Compatibility";
  - ✓ IEC 61024 – "Protection of Structures Against Lightning";
  - ✓ IEC 61025 – "Fault Tree Analysis (FTA)";
  - ✓ IEC 61312 – "Protection Against Lightning Electromagnetic Impulse";
  - ✓ IEC 61508 – "Functional safety of electrical / electronic / programmable electronic safety-related systems";
  - ✓ IEC 61643 – "Surge Protective Devices Connected to Low-voltage Power Distribution Systems";
  - ✓ IEC 61643-21 – "Low Voltage Surge Protective Devices Connected to Telecommunications and Signaling Networks";
  - ✓ IEC/TR 62278:2016 – "Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)";
  - ✓ IEC 62425 Ed. 1.0 b – "Railway applications - Communication, signaling and processing systems - Safety related electronic systems for signaling".
  - ✓ IEC Std 99.1 – Non-linear resistor type gapped surge arrester for A.C. systems;
  - ✓ IEC 60146 - General requirements and line commutated converters;
  - ✓ IEC 60850 - Supply voltages of traction systems;
  - ✓ IEC 62128 - Electrical safety, earthing and the return circuit;
  - ✓ IEC 62305 Protection against lightning;
  - ✓ IEC60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code);
  - ✓ IEC61850 Communication networks and systems;
- Normas ISO - "International Standard Organization":
    - ✓ ISO/IEC 3309 – "Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems – High-Level Data Link Control (HDLC) Procedures – Frame Structure";
    - ✓ ISO/IEC 4335 – "Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems – High-Level Data Link Control (HDLC) Procedures – Elements of Procedures";
    - ✓ ISO/IEC 7809 – "Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems – High-Level Data Link Control (HDLC) Procedures – Classes of Procedures";



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ ISO/IEC-8802-3 – “Information Technology – Telecommunications and Information Exchange between Systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications”;
  - ✓ ISO/IEC 9126 – "Information Technology – Software Product Evaluation Quality Characteristics and Guidelines for Their Use";
  - ✓ ISO/IEC 12207 – "Information Technology - Software Life Cycle Processes";
  - ✓ ISO/IEC 15504 – “Information Technology - Software Process Assessment”.
- Normas ITU – “International Telecommunication Union”:
    - ✓ ITU V.10 – "Electrical Characteristics for Unbalanced Double-Current Interchange Circuits Operating at Data Signalling Rates Nominally up to 100 kbit/s”;
    - ✓ ITU V.11 – "Electrical Characteristics for Balanced Double-Current Interchange Circuits Operating at Data Signalling Rates up to 10 Mbit/s”;
    - ✓ ITU V.24 – "List of Definitions for Interchange Circuits between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-Terminating Equipment (DCE)";
    - ✓ ITU X.21 – "Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment for Synchronous Operation on Public Data Networks”;
    - ✓ ITU X.25 – "Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit Terminating Equipment (DCE) for Terminals Operating in the Packet Mode and Connected to Public Data Networks by Dedicated Circuit”.
  - Normas MIL - “Military Standards”
    - ✓ MIL-HDBK-217 – "Reliability Prediction of Electronic Equipment";
    - ✓ MIL-HDBK-237 – "Electromagnetic Compatibility Management Guide for Platforms, Systems and Equipment";
    - ✓ MIL-HDBK-241 – "Design Guide for EMI Reduction";
    - ✓ MIL-HDBK-338 Electronic Reliability Design Handbook;
    - ✓ MIL-HDBK-472 – "Maintainability Prediction";
    - ✓ MIL-HDBK-781 – "Reliability Test Methods, Plans and Environments for Engineering Development, Qualification and Production";
    - ✓ MIL-HDBK-810 – "Environmental Test Methods";

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ MIL-STD-461 – "Electromagnetic Emission and Susceptibility Requirements for the Control of Electromagnetic Interference";
  - ✓ MIL-STD-462 – "Measurement of Electromagnetic Interference Characteristics";
  - ✓ MIL-STD-470 – "Maintainability Program";
  - ✓ MIL-STD-498 – "Software Development and Documentation";
  - ✓ MIL-STD-721 – "Definition of Terms for Reliability and Maintainability";
  - ✓ MIL - STD - 756 – "Reliability Prediction Procedure";
  - ✓ MIL-STD-781 – "Reliability Design Qualification and Production Acceptance Tests: Exponential Distribution";
  - ✓ MIL-STD-785 – "Reliability Program";
  - ✓ MIL-STD-810E – "Environmental Test Methods";
  - ✓ MIL-STD-810F – "Environmental Test Methods";
  - ✓ MIL-STD-882 – "System Safety Program Requirements";
  - ✓ MIL-STD-883 – "Test Methods and Procedures for Microelectronics";
  - ✓ MIL-STD-1472 – "Human Engineering Design Criteria";
  - ✓ MIL-STD-1629 - Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.
  - ✓ MIL-STD-2074 – "Failure Classification for Reliability Testing";
  - ✓ MIL-STD-45662A – "Calibration Systems Requirements".
- Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho – Ministério do Trabalho - Portaria n.º 3214, de 08 de junho de 1978:
    - ✓ NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade;
    - ✓ NR-17 – Ergonomia.
  - Normas NEMA:
    - ✓ NEMA KS 1 – "Enclosed and Miscellaneous Distribution Equipment Switches (600 Volts Maximum)";
    - ✓ NEMA PB 1 – "Panelboards";
    - ✓ NEMA RN 1 – "Polyvinyl-Chloride (PVC) Externally Coated Galvanized Rigid Steel Conduit and Intermediate Metal Conduit";
    - ✓ NEMA ST 20 – "Dry-type Transformers for General Applications";
    - ✓ NEMA TC 2 – "Electrical Polyvinyl Chloride (PVC) Tubing and Conduit";
    - ✓ NEMA TC 3 – "PVC Fittings for Use with Rigid PVC Conduit and Tubing";

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ NEMA VE 1 – "Metal Cable Tray Systems";
  - ✓ NEMA WC 7 – "Nonshielded Power Cables Rated 2000 Volts or Less for the Distribution of Electrical Energy";
  - ✓ NEMA WD 1 – "General Color Requirements for Wiring Devices".
- Resoluções da Anatel:
    - ✓ 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;
    - ✓ 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;
    - ✓ 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;
    - ✓ 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;
    - ✓ 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.

## PARTE I - DIRETRIZES MANDATÓRIAS DE PROJETOS DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, ENERGIA, REDE AÉREA E TELECOMUNICAÇÕES

### 1. PREMISSAS DO PROJETO CONCEITUAL

No Projeto Conceitual elaborado, adotou-se como premissas básicas:

- ✓ O SERVIÇO EXPRESSO percorrerá o trecho Barra Funda a Campinas em aproximadamente uma hora. Nas simulações deste Projeto Funcional foram obtidos os seguintes resultados: 1hr e 04 minutos para o trem seguindo do sentido preferencial de liberação dos *sidings* e 1hr e 12 minutos para o trem seguindo simultaneamente, no sentido contrário;
- ✓ Os trens do SERVIÇO LINHA 7, SERVIÇO EXPRESSO e SERVIÇO TIM devem atender ao pré-requisito de interoperabilidade de compartilhamento de infraestrutura ferroviária, no presente caso – bitola larga de 1.600mm, alimentação elétrica de 3 kVcc e sistemas de sinalização e telecomunicação – neste Projeto Funcional adotou-se o sistema ERTMS/ETCS NIVEL 2, criando opções para contornar eventuais intercorrências na operação, e mesmo permitir eventuais manutenções prolongadas em vias em trechos localizados.
- ✓ O SERVIÇO TIM iniciará sua operação utilizando-se 7 trens da frota Série 9.500 da CPTM, fornecidos pela Hyundai Rotem entre 2017 a 2019, (v. Anexo II.F – Diretrizes Mandatórias e Recomendadas para Aquisição de Material Rodante) – a serem adaptados com os módulos embarcados do sistema de sinalização, neste Projeto Funcional adotou-se com referência o ERTMS/ETCS Nível 2.
- ✓ A Segregação Noroeste para o transporte de carga se dará como INTERVENÇÃO do PODER CONCEDENTE compreendido no trecho entre o marco quilométrico 5+171 (Água Branca) e 61+038 (Jundiaí), em até quatro anos e meio do início do PRAZO DA CONCESSÃO, e a metodologia de construção a ser considerada pela CONCESSIONÁRIA encontra-se no Anexo II.D, assim como as emissões das autorizações periódicas de acesso e operação de transporte do serviço de carga compartilhando as vias neste trecho.
- ✓ A CONCESSIONÁRIA implantará seus serviços em novas vias e segregadas para o transporte de cargas, entre Jundiaí e Campinas, com solução de continuidade para o serviço de transporte de cargas, que não é integrado a esta CONCESSÃO, em aproximadamente 44,4km, com previsão para

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

finalização de obras, estações e sistemas e a operação estabelecida no Anexo II G (Cronograma) do SERVIÇO EXPRESSO e do SERVIÇO TIM neste trecho em até a 4,5 anos, contado do início do PRAZO DA CONCESSÃO.

Com base nessas premissas, os novos sistemas de Sinalização, Energia e Telecomunicações deverão permitir a movimentação segura de todos os trens de todas as frotas, por quaisquer das vias, respeitando-se, contudo, as diferenças e características de operacionalidades específicas de cada frota.

Devido ao funcionamento integrado desses sistemas entre o SERVIÇO LINHA 7, SERVIÇO TIM e SERVIÇO EXPRESSO, as diretrizes conceituais e obrigatórias estabelecidas neste documento consideram que os novos sistemas de Sinalização e Telecomunicações deverão ser homogêneos e assentados sobre plataforma tecnológica única. O sistema de sinalização selecionado e testado através de simulações operacionais para que os tempos de viagem do SERVIÇO EXPRESSO entre Barra Funda e Campinas ficassem próximos de uma hora, e indicado nos estudos do Projeto Conceitual para o atendimento a todos os outros requisitos, foi o sistema padronizado e sem fornecimento exclusivo, ERTMS/ETCS Nível 2, com Limites de Integridade SIL4, promovendo:

- ✓ Garantia de interoperabilidade;
- ✓ Adaptabilidade a vários tipos de material rodante;
- ✓ Compatibilidade ao superpor-se aos intertravamentos e sistemas de sinalização existentes;
- ✓ Possibilidade de aumento seguro de velocidades máximas e comerciais;
- ✓ Garantia da comunicação contínua trem-via;
- ✓ Baixo custo de manutenção, pelo reduzido número de equipamentos de via – o Nível 2 dispensa sinalização semafórica ao longo da via – só colocada nos pátios, onde ocorre a operação manual; e finalmente,
- ✓ Aplicação de um sistema aberto, padronizado e que possui vários fornecedores no mercado,

Observa-se, no entanto, que o sistema ERTMS/ETCS Nível 2, faz uso padronizado de sistema de comunicação GSM-R e isso não será possível pelas normas brasileiras atuais, por restrições governamentais de abertura de frequências. Portanto, para suprir as funções de comunicação de dados e também de voz, este Projeto Conceitual recomenda a utilização de sistema proprietário de rádio digital com tecnologia aberta de padrão TETRA ou similar.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Este Projeto Conceitual adotou como referência o Sistema de Sinalização ERTMS/ETCS Nível 2, que atende aos requisitos de superposição de sistema existentes até sua plena substituição e apresenta um número elevado de fornecedores, porém, isso não é motivo de impedimento para a CONCESSIONÁRIA poder optar por outro sistema de sinalização, ao seu critério, desde que ele atenda integralmente às DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS definidas neste documento, bem como atenda aos requisitos mínimos de desempenho, confiabilidade, disponibilidade e segurança, também especificados neste documento.

Os Sistemas a serem fornecidos deverão suportar as condições climáticas existente na região. Os níveis de temperatura e umidade apresentam grandes variações no decorrer do ano, variando inclusive de ano para ano, cujos dados poderão ser obtidos no Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo ou em outro instituto reconhecido nacionalmente.

Para efeito dos cálculos e definição de características dos equipamentos, deverão ser considerados ambientes 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.

As diretrizes para o Sistema de Energia e Eletrificação para o modal de transporte até a cidade de Campinas, ficaram estabelecidas:

- Utilização da frota operacional inicial será composta por trens da série 9500 de fornecimento da Hyundai Rotem (2017-2019), que serão cedidos a CONCESSIONÁRIA para dar início da operação do SERVIÇO TIM e SERVIÇO LINHA 7, e os trens, com suas respectivas características funcionais, acrescidas em atendimento ao plano de operação com a maior demanda prevista e ;
- O Anexo II G estabelece a conclusão das obras de melhorias e eletrificação no traçado da antiga estrada de ferro entre Jundiaí a Campinas, e estende a operação do SERVIÇO TIM, que se inicia em Francisco Morato, até Campinas. Com esta extensão de 44,4 km em vias duplas, o SERVIÇO TIM alcançará sua configuração final de 65,9 km e 9 estações, interligando os municípios de Francisco Morato, Campo Limpo Paulista, Várzea Paulista, Jundiaí, Louveira, Vinhedo, Valinhos e Campinas;
- O Anexo II G estabelece o início da operação comercial do SERVIÇO EXPRESSO, partindo de Jundiaí e indo direto a Campinas, estimado para 4,5 anos, contados do início do PRAZO DA CONCESSÃO. Essa operação do SERVIÇO EXPRESSO utiliza as mesmas vias duplas entre Jundiaí e Campinas, de forma compartilhada com o SERVIÇO TIM;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- O Anexo II G estabelece a conclusão das melhorias na Linha 7, de Barra Funda até Francisco Morato, as melhorias nas vias do serviço TIM (21,5km) entre Francisco Morato e Jundiaí e a via singela com *sidings* para o Expresso entre Barra Funda até Jundiaí (56,8 km). Essa via singela do Expresso deverá ser eletrificada com energia das subestações retificadoras que alimentam também a Linha 7 até Francisco Morato e as que alimentam o TIM desde Francisco Morato;
- Como se trata de uma via singela, a via entre Barra Funda a Jundiaí deverá ter *sidings* em vários trechos de forma a permitir cruzamentos com trens vindos em direção oposta. Com essa extensão o serviço Expresso passará a operar entre Barra Funda a Campinas (101,2 km) perfazendo viagens em pouco mais de uma hora, com alguns trens parando na Estação Jundiaí;
- Após as conclusões estabelecidas no Anexo II G para obras e a completa operação dos três SERVIÇOS que compõem a CONCESSÃO, ter-se-á:
  - ✓ O SERVIÇO LINHA 7 deverá ser capaz de operar com 24 trens (21 operando + 3 reservas) e headway diminuído de 6 minutos para 4 minutos nos horários de pico;
  - ✓ O SERVIÇO TIM deverá ser capaz de operar com frota de 10 trens (9 operando + 1 reserva) entre Francisco Morato e Campinas na frequência de 4 trens por hora nos horários de pico;
  - ✓ O SERVIÇO EXPRESSO deverá ser capaz de operar com frota de 13 trens (12 operando e 1 reserva) entre Barra Funda a Campinas, com 4 trens por hora nos períodos de Pico e um trem por hora períodos de vale.
- Após 2035 até o final da CONCESSÃO, em função do atendimento da demanda prevista, a operação dos três SERVIÇOS será como se segue:
  - ✓ SERVIÇO LINHA 7 deverá ser capaz de operar com 27 trens (24 operando + 3 reservas) e headway diminuído de 4 minutos para 3,5 minutos nos horários de pico;
  - ✓ SERVIÇO TIM deverá continuar sendo capaz de operar com frota de 10 trens (9 operando + 1 reserva) entre Francisco Morato a Campinas na frequência de 4 trens por hora nos horários de pico;
  - ✓ O SERVIÇO EXPRESSO deverá ser capaz de operar com frota de 15 trens (10 operando em configuração simples, 2 operando em configuração de dois TUEs acoplados e 1 reserva) entre Barra Funda a Campinas com 4 trens por hora nos horários de Pico com parada na cidade de Jundiaí.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Para garantir compartilhamento de infraestruturas e para contornar eventuais contingências, os trens das frotas do SERVIÇO LINHA 7, SERVIÇO EXPRESSO e SERVIÇO TIM deverão poder circular em todas as vias operacionais, Pátios e Estacionamentos, sem restrições. Portanto todos serão alimentados por tensão de catenária de 3 kVcc, ter a mesma bitola de 1,60m e compartilhar do mesmo sistema de sinalização, que neste Projeto Conceitual, adotou-se com referencial o ERTMS/ETCS Nível 2.

MANUTENÇÃO



## **2. DIRETRIZES RECOMENDADAS PARA O SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE**

Este item apresenta a descrição dos requisitos funcionais e de operação que o novo Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego baseado neste Projeto Funcional segundo os padrões do ERTMS/ETCS Nível 2, deverá seguir para garantir a operação com disponibilidade e segurança previstos no projeto conceitual.

A sua concepção deve englobar a integração das áreas operacionais que utilizam os sistemas implantados atualmente, de maneira a garantir a continuidade da operação durante toda a fase de implantação do novo Sistema.

Após a conclusão da implantação e dos testes de aceitação do sistema novo de sinalização, o sistema antigo deverá ser desativado.

O Sistema deverá ser certificado no nível SIL ("*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 sistemas similares. Para o compartilhamento de vias e a travessia da região da Estação Barra Funda, as locomotivas dos trens de carga deverão ser adaptadas para interagir com o novo sistema de passageiros dos SERVIÇOS DA LINHA 7 e EXPRESSO.

O sistema de sinalização a ser proposto pela CONCESSIONÁRIA, não só deverá atender aos requisitos considerados para o sistema ERTMS N2 e SIL 4, como 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. Deverá possuir arquitetura modular e ser implementado com circuitos eletrônicos de última geração tecnológica, utilizando-se software com linguagem de alto nível, inteligível pelo ser humano e não executável diretamente pela máquina.

O Sistema deverá permitir uma interface adequada e direta com o sistema de rádio digital, evitando-se a necessidade de incremento de outros equipamentos e sistemas intermediários.

O Sistema deverá incluir o meio de comunicação digital entre os equipamentos embarcados, os equipamentos de via e o CCO, de maneira que todo o conjunto funcione de maneira uniforme e integrada. Qualquer que seja o sistema de comunicação escolhido, ele deve ser licenciado em bandas aprovadas para o uso no Brasil e os equipamentos devem ser homologados pela ANATEL para o uso no território nacional.

O Sistema de rádio comunicação digital deverá preferencialmente utilizar a tecnologia TETRA “*Terrestrial Trunked Radio*” de forma a atender plenamente as necessidades de voz e de dados prevista para o sistema de sinalização ERTMS/ETCS Nível 2.

O Sistema proposto deve, sempre que aplicável, observar as recomendações e procedimentos prescritos pela ERA “*European Railway Agency*” (Agência Ferroviária da União Europeia).

## 2.1 Arquitetura Conceitual

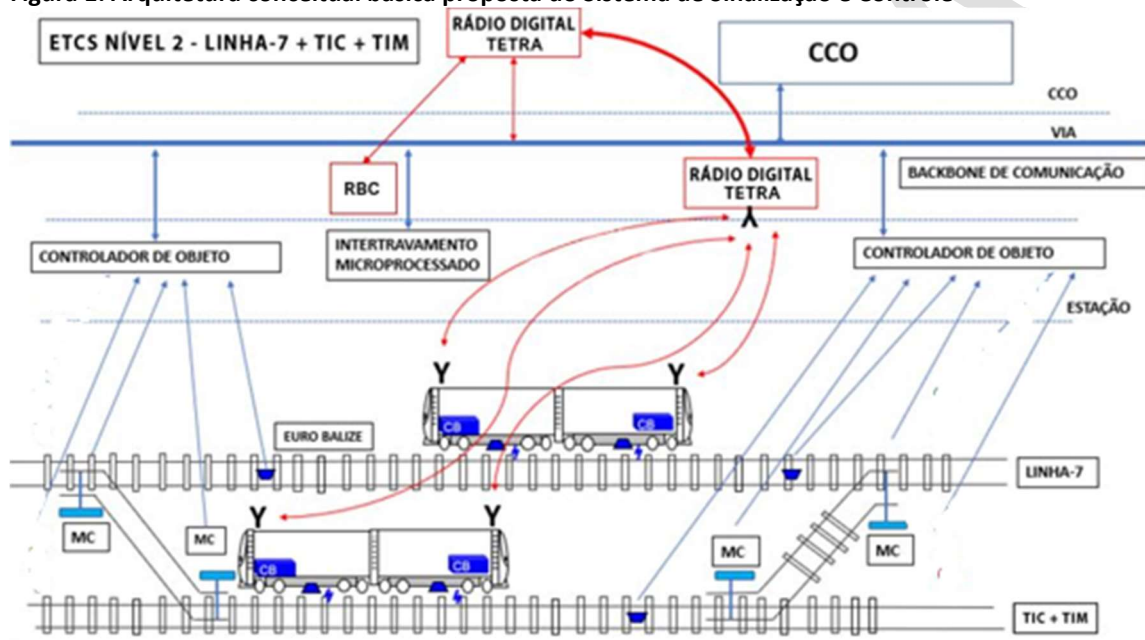
A arquitetura proposta para o sistema de sinalização deverá proporcionar altíssima disponibilidade considerando o valor mínimo de 99,998% no tempo de atendimento de 2 horas e deve procurar minimizar a quantidade de equipamentos instalados ao longo da via.

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:

- Centro de Controle Centralizado (CCO) 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, não relacionados com a segurança da operação, mas sim com o desempenho operacional;
- Comunicações de dados via rádio terra/trem, que deverá ter capacidade de cobertura ao longo de todo o trecho Barra Funda - Campinas e banda suficiente para suportar as transmissões e recepções de mensagens entre os trens, equipamentos de controle de segurança na via (IVM) e o Centro de Controle (CCO);
- Intertravamento Vital Microprocessado – IVM com capacidade para rastreamento dos trens nas vias, controle das movimentações e controle dos AMV’s dos desvios;
- Equipamentos distribuídos ao longo da via tais como: Balizas, eurobalizas, loops de ocupação, contadores de eixos, sinaleiros, máquina de chave, passagem de nível, etc;
- 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);
- O novo Sistema de Sinalização e Controle deverá ser concebido para controlar sem prejuízos na velocidade média operacional e mantendo-se os mesmos tempos de parada nas plataformas, e um *headway* de 3 minutos. Para isso, além de *hardware* e *software* adequados, ele também deverá disponibilizar no seu IHM de bordo, todas as informações necessárias ao operador do trem para o controle da viagem.

A figura a seguir apresenta, de maneira ilustrativa, um Sistema de Sinalização baseado em ERTMS/ETCS Nível 2, que tem como propriedades principais, além de permitir a operação com *headway* de 3 minutos com segurança, a facilidade de superposição e convívio com sistema existente, até a finalização da sua substituição, e a não necessidade de semáforos nas vias principais – reduzindo custo de implantação e manutenção. Semáforos são implantados somente em pátios onde ocorre a operação manual de movimentação de trens.

**Figura 1: Arquitetura conceitual básica proposta do Sistema de Sinalização e Controle**



Fonte: Ilustração ERTMS N2

**Legenda:**

CCO – Centro de Controle Operacional  
MC – Máquina de Chave  
CB – Computador de Bordo  
RBC – Radio Block Center

**2.1.1 Centro de Controle Operacional - CCO**

O novo Centro de Controle Operacional - CCO deverá ser implantado aproximadamente no ponto médio entre Barra Funda e Campinas, nas Instalações da CONCESSÃO, em Jundiaí, de forma adequada para atender a necessidades operacionais dos serviços do TIC EIXO NORTE.

Será composto por equipamentos para supervisão e controle das seguintes funções, ou subsistemas:

- Sinalização e Controle;
- Alimentação Elétrica;
- Subsistemas Auxiliares de Estações;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Subsistema de Controle de Arrecadação e Passageiros – SCAP;
- Controle de telecomando;
- Telecomunicações;
- Vigilância e Supervisão da Segurança dos passageiros nas instalações e acessos ao sistema, nas estações e durante as viagens;

Após a transferência do controle operacional do SERVIÇO LINHA 7 em toda a sua extensão (Barra Funda – Francisco Morato) para o novo CCO da CONCESSIONÁRIA, este será espelhado na CMCP e no CCO da CPTM localizado no Brás e executará opcionalmente e a pedido do PODER CONCEDENTE, apenas a função de monitoramento operacional, tendo os serviços do TIC EIXO NORTE apenas como espelhos.

Com o propósito de melhorar a flexibilidade operacional, deverão existir no CCO:

- Programas dinâmicos de movimentações dos trens;
- Programas de estabelecimento de Oferta de Trens (POT);
- Programas de controle contínuo de alimentação elétrica, abrangendo Subestações, Retificadoras e Cabines Seccionadoras;
- Programas de controle e supervisão dos sistemas de telecomunicações abrangendo os sistemas de: STO, CFTV, sonorização, cronometria, rádio digital e equipamentos auxiliares de estação.

O sistema CCO está concebido com uma arquitetura distribuída e redundante tipo *hot-standby*, abrangendo:

- Sala de Controle:  
Local onde serão controladas todas as operações da Linha. 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 primárias de Alta Tensão.  
Nesta sala também estará localizado painel geral e monitores para monitoramento de imagens do CFTV com o objetivo de Vídeo-Vigilância para acompanhamento, supervisão e determinação de estratégias de segurança para atuação em possíveis intercorrências envolvendo passageiros dentro das instalações, acessos, estações e nos trens durante as viagens.
- Sala de Servidores:  
Nesta sala deverão ficar os equipamentos Servidores do CCO em configuração redundante *Hot-Standby*.
- Comunicações com os equipamentos distribuídos nas linhas e trens:

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

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 digital tipo TETRA.

A rede de dados deverá ser configurada de modo que a comunicação do controle de sinalização com o CCO suporte uma falha única em qualquer dos elementos. Portanto deverá ser implementada através de dois switches conectados em anel e proporcionando a devida redundância.

O modo normal de funcionamento da arquitetura *hot-standby* é que um dos servidores se encontra em estado online (ativo) e o outro em *hot-standby* (espera ativa).

O Controle da Operação e Monitoramento da linha será dividido em subsistemas, cada um controlado e monitorado por terminais IHM – “Interface Homem Máquina” abrangendo:

- Controle de Trens;
- Controle de Energia e Eletrificações;
- Monitoração e Controle do Fluxo de Passageiros;
- Telecomunicações e
- Controle e monitoração de Equipamentos Auxiliares.

#### 2.1.1.1 Sistema de Controle de Trens - SCT

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

O sistema SCT viabiliza o monitoramento e controle centralizado, provendo os meios para que o operador gerencie remotamente o tráfego das Vias Principais, Pátios e Estacionamentos. Os trens também podem ser controlados manualmente pelo Operador no terminal do SCT 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.

O sistema SCT também deverá permitir suporte para o gerenciamento da regulamentação de tráfego por *headway* (intervalos entre trens) e tabelas horárias e gestão dos intervalos entre trens (*headways*), as quais

são utilizadas para o controle da oferta de trens dos serviços do SERVIÇO EXPRESSO e SERVIÇO TIM compartilhado e SERVIÇO LINHA 7, que serão aferidos por índices de performance conforme Anexo III.D.

#### 2.1.1.2 Sistema de Controle de Energia – SCE

O SCE permite a monitoração e controle dos equipamentos do Sistema de Alimentação Elétrica em Alta Tensão, Média Tensão, Baixa Tensão e Tração abrangendo os subsistemas.

- Subestações Primárias;
- Subestações Retificadoras;
- Subestações Auxiliares.

Os principais equipamentos controlados são os seguintes:

- Disjuntores;
- Chaves Seccionadoras (incluindo as chaves seccionadoras das catenárias);
- Contatores.

No CCO deverá haver terminal de controle para o SCE que permita comandar e monitorar o estado das linhas eletrificadas ao longo de todo o sistema, bem como monitorar e controlar o estado de abertura e fechamento dos Disjuntores, Chaves Seccionadoras.

#### 2.1.1.3 Sistema de Fluxo de Passageiros - SFP

O Sistema SFP permite a monitoração e controle dos equipamentos auxiliares nas estações relacionados ao fluxo de passageiros, além dos Sistemas de Telecomunicações.

Os equipamentos relacionados ao fluxo de passageiros controlados e/ou monitorados são:

- Escadas Rolantes;
- Elevadores;
- Bloqueios (SCAP).

#### 2. 1.1.4 Sistemas de Telecomunicações

Os sistemas de telecomunicações abrangem às seguintes funcionalidades:

- Telefonia;
- Redes do Sistema de Transmissão Ótico de Dados – STO;
- Cronometria;
- Circuito Fechado de Televisão - CFTV;
- Sonorização e Painéis Informativos Multimídia;
- Radiocomunicações;

- Sistema de Controle de Acesso- SCA;
- Transmissão de dados por rádio digital e rede Wifi;

#### 2.1.1.5 Sistema Auxiliares

Os equipamentos auxiliares que serão monitorados e controlados nas estações são apresentados a seguir:

- Ventilação de Salas Técnicas e Ar Condicionado;
- Detecção de Incêndio;
- Combate a Incêndio;
- Iluminação.

#### 2.1.2 Intertravamento Vital Microprocessado – IVM

O sistema ERTMS/ETCS deverá receber informações de estado dos IVM's bem como enviará comandos aos mesmos de forma a desempenhar suas 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.

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.

O IVM deverá prever interligação para diagnóstico remoto a partir do CCO e/ou local através de interface própria, com SW e ferramentas de diagnósticos, integrantes do fornecimento.

Todos os equipamentos integrantes do IVM devem apresentar características de modularidade e flexibilidade que permitam a sua evolução e expansão.

O IVM, além de desempenhar as funções vitais e não vitais, também deverá possibilitar a troca de informações com o CCO e com os equipamentos controlados pelos IVM's adjacentes através de meio físico disponível como rede de fibras óticas e rádio digital.

Em conjunto com equipamentos de detecção de posicionamento dos trens (balizas, contadores de eixos dos trens, etc.), os equipamentos do IVM devem formar um sistema integrado que permita a realização das seguintes funções:



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Detecção da posição dos trens e veículos de via;
- Intertravamento para segurança e alinhamento de rotas;
- Controle dos aspectos dos sinaleiros;
- Controle de máquina de chave de acionamento do AMV;
- Interdição de máquina de chave;
- Interdição de trecho para manutenção;
- Proibição de bloqueio como entrada;
- Proibição de bloqueio como saída;
- Pedido de autorização de entrada e cancelamento do pedido de autorização de entrada;
- Autorização de entrada;
- Cancelamento de autorização de entrada;
- Sinalização de mensagens de erro e alarmes em terminais com IHM;
- Monitoração e armazenamento permanente de histórico de eventos sobre de estado funcional, comandos, rotas e situação de ocupações das regiões de abrangência;
- Rotinas de autodiagnostico que possibilitem a detecção e sinalização de eventuais anomalias;
- Monitoração *on-line* de eventos e estado de comandos, rotas e situação de ocupação de regiões de sua abrangência.

Os IVM's deverão prever, na fase de implantação, todas as Interfaces necessárias com os equipamentos de via atuais, no trecho Barra Funda - Jundiaí: circuitos de via, máquinas de chave, sinaleiros e passagens em nível, até a configuração final da via.

### 2.1.3 Rádio Digital

O Sistema de Sinalização deve considerar como tecnologia para transmissão de dados, a utilização de rádio digital tipo Tetra, que atenda a todas as necessidades técnicas e operacionais demandadas.

As frequências utilizadas devem ser licenciadas, atendendo às últimas resoluções da ANATEL. Todos os equipamentos utilizados que emitam ou recebam sinais de radiofrequência ou que façam parte do seu sistema irradiante também devem ser homologados pela ANATEL mesmo no caso em que as frequências utilizadas não necessitem de licenciamento.

O sistema de Rádio Digital, também deverá prover a comunicação de voz entre os operadores do sistema, equipes de manutenção, maquinistas dos trens e Centros de Controle do CCO e da Manutenção.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

#### 2.1.4 Equipamento de via

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

- Máquinas de Chave para movimentação de Aparelhos de Mudança de Via – AMV's;
- Sensores de posicionamento de agulhas e jacarés móveis dos AMV's
- Contadores de eixos para detecção de passagem de veículos;
- Balizas e eurobalizas;
- Equipamentos de Sinalização e segurança em Passagens de nível.

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, de forma a serem sempre comandados e monitorados remotamente, sem a necessidade de haver operadores locais.

Deverão ser previstas a instalação de equipamentos do novo sistema, inicialmente integrados ao sistema existentes em campo e CCO e, posteriormente após a aprovação do novo sistema, os equipamentos antigos serão descomissionados. Isso deve ser feito de forma a não haver interrupção ou degradação nos serviços de transporte de passageiros.

No levantamento dos principais equipamentos do sistema atual de sinalização do trecho Barra Funda a Jundiaí, identificou-se:

- Máquinas de Chave: 104;
- Circuitos de Via: 281;
- Sinaleiros de via: 176;
- Passagens em nível: 4;
- Bobinas de Impedância: 551.

#### 2.1.5 Equipamento de Bordo - CB

Ele é parte integrante do sistema global de sinalização ERTMS/ETCS e deverá ser instalado nos veículos ferroviários e nos trens. 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, de modo a efetuar as proteções automáticas e com isso, preservar a segurança operacional. Ele também deverá prover informações e/ou controles operacionais automáticos, de forma a permitir a regulação da frequência (*Headway*) e/ou da pontualidade (tabelas horárias) das viagens programados pelo CCO.

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

Esse Equipamento de Bordo deverá ser composto basicamente de:

- Um Módulo Computador de Bordo - CB por cabine, a ser instalado em armário elétrico específico do trem, para processar as funções de ATP;
- 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;
- Uma Antena instalada sob o estrado do trem, em cada carro extremo da composição, para possibilitar a energização das Balizas ou Eurobalizas instaladas na via, e para a recepção das informações provenientes destas Balizas por meio de telegramas específicos;
- Um Módulo Transmissor de Baliza, instalado nos carros extremos do trem, em invólucro apropriado, cujo objetivo é energizar as Balizas instaladas na via e, processar os sinais recebidos destas, enviando-os para o CB;
- 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 dois sensores tacométricos de forma a também identificar a direção do deslocamento do trem. É recomendado para trens novos a serem adquiridos, que o tacômetro seja instalado em um eixo livre sem tração e sem frenagem, para evitar a interferência no real posicionamento dos fenômenos de patinagem e deslizamento (*Slip & Skid*) das rodas;
- Um Registrador de Eventos, instalado em cada cabine, 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 dias de operação do trem.

## 2.2 Considerações sobre a Implantação dos Sistemas do TIC EIXO NORTE

No trecho equipado com sistema de sinalização atual entre as estações Barra Funda a Jundiaí, a implantação do novo sistema deve ser sobreposta ao sistema de sinalização existente, ou seja, deixando o Sistema de Sinalização atual no lugar e funcionando, até que ocorra a implantação completa e homologação do novo sistema. Somente após isso ocorrer é que o sistema de sinalização antigo e suas partes poderão ser suprimido. Isso deverá ser feito de modo a não prejudicar os serviços de transporte de passageiros do SERVIÇO LINHA 7 de Barra Funda a Jundiaí.

A implantação e operação do novo CCO está atrelado à implantação e operação do trecho Jundiaí – Campinas, conforme referido no Anexo II G (Cronograma). É fundamental para realização das modificações nas vias

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

existentes e a implantação da sinalização do novo trecho entre Jundiaí – Campinas, atualmente sem nenhum sistema de controle implantado.

Desta forma, o Sistema de Sinalização deverá ser instalado - concomitantemente com a instalação dos módulos embarcados nos trens da Série 9.500, resultando na “frota atualizada” Série 9.500 - obedecendo às seguintes etapas para sua implantação:

- Instalação do Sistema de Sinalização ETCS Nível 2 – no trecho Jundiaí – Campinas, no 4º (quarto) da concessão, onde a CONCESSIONÁRIA será responsável também pelas obras de segregação da via de carga;
- Instalação do Sistema de Sinalização ETCS Nível 2 – no trecho Francisco Morato – Jundiaí no 5º (quinto) ano da concessão;
- Instalação do Sistema de Sinalização ETCS Nível 2 – no trecho Barra Funda – Jundiaí da nova via para o SERVIÇO EXPRESSO e também para as vias do SERVIÇO LINHA 7 no trecho Barra Funda a Francisco Morato no 6º (sexto) ano da concessão.

A seguir é apresentada a sequência da implantação dos serviços principalmente em função da liberação da infraestrutura da via permanente:

- SERVIÇO LINHA 7: Opera com a frota da Série 9.500:
  - ✓ BFU – FMO: opera desde o ano 1 da concessão com 19 trens + 2 reservas, e deve ser capaz de operar com 6 minutos de *headway*;
  - ✓ BFU – FMO: opera a partir do 7 ano da concessão com “frota atualizada” de 21 trens + 3 reservas, e deve ser capaz de operar com 4 minutos de *headway*;
  - ✓ BFU – FMO: opera a partir de 2035 com “frota atualizada” total de 24 trens + 3 reservas, e deve ser capaz de operar com 3,5 minutos de *headway*.
- SERVIÇO EXPRESSO: frota já com ERTMS/ETCS N2 de origem, prevista com 12 trens + 1 reserva
  - ✓ Trecho Jundiaí – Campinas: obras em 4 anos e opera até 4,5 anos da Concessão com frota de 4 trens;
  - ✓ Trecho Barra Funda – Campinas: obras em 6 anos e opera até o ano 7 do início da concessão com frota completa de 12 trens + 1 reserva até 2035. Após 2035 operará com reforço de mais 2 trens para atender à demanda;
- SERVIÇO TIM: frota prevista de 9 trens + 1 reserva – que atende à demanda até o final da CONCESSÃO
  - ✓ Trecho Francisco Morato – Jundiaí: desde o início opera com 4 trens + 1 reserva;

- ✓ Trecho Francisco Morato – Campinas: obras em 4,5 anos e opera em até 5,5 anos da Concessão com frota total de 10 trens (9 operando + 1 reserva);

## **2.3 Requisitos Funcionais**

O Sistema de Sinalização será o responsável pela execução de todas as funções consideradas vitais (funções de segurança), as quais estão relacionadas diretamente à movimentação segura dos trens ao longo da via.

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

- Evitar movimentos opostos e ou conflitantes;
- Evitar retro-colisão de trens movimentando-se em um mesmo sentido de tráfego;
- Evitar o descarrilamento causado por trens circulando em velocidade superior à permissível pelo traçado da via;
- Efetuar a movimentação e proteção segura de Aparelhos de Mudança de Vias - AMV's;
- 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.

### **2.3.1 Detecção de Ocupação**

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 detectores tipo (balizas e contadores de eixos). Estes dispositivos deverão ser concebidos com características de Falha Segura.

Para o SERVIÇO LINHA 7 e SERVIÇO TIM (FMO/JUN) deve ser observado que os equipamentos de via do novo sistema de sinalização deverão ser instalados em sobreposição aos equipamentos do sistema de sinalização atual, porém sem afetar a funcionalidade dos mesmos. Para não degradar os serviços eles deverão permanecer funcionando normalmente até que o novo sistema de Sinalização seja completamente instalado e tenha seu funcionamento homologado.

### **2.3.2 Controle dos Aspectos dos Sinaleiros**

A Sinalização óptica existe para auxiliar os condutores das composições nas regiões de AMV's.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

No caso da implantação do Sistema ERTMS/ETCS Nível 2, a utilização destes sinaleiros nas vias principais não se faz necessária, e poderia ser suprimida, com exceção dos Pátios e vias de Estacionamento onde podem ocorrer movimentações na modalidade Manual com velocidade limitada a 25 km/h.

Os sinaleiros podem apresentar somente os seguintes aspectos, de acordo com as condições dinâmicas previstas no PVS e dos Requisitos de Segurança:

- Bloqueio fechado: o sinaleiro deve apresentar o aspecto vermelho fixo;
- Bloqueio aberto em rota livre: o sinaleiro deve apresentar o aspecto amarelo fixo em conjunto com o vermelho fixo.

### 2.3.3 Autorização de Movimento

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.

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:

- Sentido de Tráfego;
- Rotas alinhadas na região;
- Ocupações à frente;
- Limites Cíveis de Velocidade;
- Restrições Temporárias de Velocidade;
- Modo de Controle da Região de Intertravamento;
- Proibições (rotas e bloqueios).

### 2.3.4 Controle de Sentido de Tráfego

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.

### 2.3.5 Intertravamento de Rotas

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 Intertravamento.

As rotas de saída de Zonas Terminais de Manobras deverão ser alinhadas de forma automática 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).

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.

A inversão de tráfego para atendimento das necessidades operacionais, deve ser efetuada em conformidade com os Requisitos Gerais de Segurança - RGS's, uma exigência obrigatória para cumprimento da CONCESSIONÁRIA.

### 2.3.6 Alinhamento e Cancelamento de Rotas

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 à cada equipamento de um determinado Intertravamento pertencente ao Subsistema de Controle de Tráfego.

O processo de requisição automática de rota pelo CCO, em uma determinada região de intertravamento, será iniciado a partir do instante em que o trem se aproximar da região de entrada do bloqueio da referida rota.

O Subsistema de Controle 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:

- Alinhamento ou cancelamento de Rotas;
- Rotas por Origem Destino;
- Rotas por Comando Direto;
- Rotas por aproximação;
- Proibição de Bloqueio como entrada;
- Proibição de Bloqueio como saída;
- Comando Direto sobre elementos de via;
- Violação de Bloqueio;
- Traçado Permanente;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Simulação de Ocupação;
- Imposição e Retirada de Restrição de Velocidade;
- Inversão de Sentido de Tráfego e
- Sinalização de ocorrências Anormais.

## **2.4 Requisitos Operacionais**

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 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, sem a necessidade de constantes intervenções dos operadores do CCO.

As condições inerentes da via permanente tais como: Limites civis de velocidade, raios de curvaturas, inclinações longitudinais (rampas), 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 Controle de Tráfego, de forma a possibilitar a detecção de ocupação contínua do trem e sua movimentação de forma segura ao longo da via.

O alinhamento de rotas para o trem deve ser garantido e efetuado sempre em perfeito atendimento aos Requisitos Gerais de Segurança - RGS's do Sistema, descritos nas Especificações Técnicas deste documento (Item 4.1.3).

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.

### **2.4.1 Inicialização e Reinicialização do Sistema**

A inicialização e reinicialização do Sistema de Sinalização e Controle em cada região de domínio controlada deverão ser automática, simples, rápida e segura, sendo realizada em tempo menor que 3 minutos, com as verificações de todas as condições de tráfego, ocupações, restrições, comunicações e RGS's.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

A inicialização/reinicialização deverá levar em conta as características técnicas e os requisitos operacionais definidos para cada um dos sistemas controlados.

No processo de inicialização/reinicialização deverão ser tratados basicamente:

- Modo de controle;
- A região de domínio;
- As restrições presentes no sistema;
- As prioridades de postos de controle (sala ativa) no CCO ou no PCL;
- As facilidades operacionais para Interação Homem x Máquina;
- A troca de informações de estado e diagnóstico entre as funções de módulos e equipamentos interdependentes;
- A geração, sincronização e atualização das bases temporais (tanto as estáticas quanto as dinâmicas).

O processo de inicialização/reinicialização deverá ser iniciado, executado e concluído de tal forma que o sistema esteja sempre em um estado conhecido e seguro.

O Sistema de Sinalização deverá ser concebido para atender aos seguintes requisitos básicos de operação:

- Limites de Velocidade;
- Cumprimento de *Headway* e / ou tabelas horárias;
- Controle de Movimentação Segura de Trens;
- Controle de Mudança de Vias;
- Controle do Sentido de Movimentação;
- Modos de Operação e Controle.

#### 2.4.2 Limites de Velocidade

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:

- Requisitos Gerais de Segurança;
- Limites Cíveis de velocidade estabelecidos para cada ponto do trecho controlado;
- Restrições Cíveis de Velocidade da via permanente;
- Condições de tráfego presentes no trecho controlado;
- Velocidade máxima operacional definida para cada serviço;
- Níveis de Restrições de Velocidades Máximas na Via, ajustáveis e selecionáveis por via e por trechos de via de um determinado domínio controlado;



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Autorizações de movimento Dinâmicos e Programáveis automaticamente em conformidade com as condições de tráfego e segurança presente à frente do trem.

#### 2.4.3 Cumprimento de Headway e de Tabela Horária

O novo Sistema de Controle de Sinalização deve assegurar ao CCO o cumprimento do *headway* operacional de até 3,0 minutos para o SERVIÇO LINHA 7 no trecho Barra Funda – Francisco Morato, no momento de maior carregamento do sistema.

Para obtenção deste *headway* deve-se considerar o tempo de parada nas plataformas de 30 segundos, velocidade comercial média de pelo menos 40 km/h, ausência de interferências (seja no trem, nas plataformas ou no meio da via ou nas regiões de “Zonas Terminais de Manobras”), independentemente das condições de aderência roda-trilho (trilhos secos ou molhados).

Para o SERVIÇO EXPRESSO (trecho Barra Funda – Jundiaí), o sistema a ser implantado deverá assegurar o cumprimento de uma tabela horária das viagens, programadas com intervalo de no máximo 15 minutos entre viagens nos dois sentidos, e sem causar diminuição da velocidade média programada, nos horários de pico. Neste caso supõe-se que os cruzamentos de trens nos *sidings* previstos deverão permitir as condições necessárias para atendimento das partidas.

Para o SERVIÇO TIM, (Francisco Morato – Campinas), o sistema a ser implantado deverá assegurar o cumprimento de tabela horária de viagens programadas, levando-se em consideração o SERVIÇO TIM e SERVIÇO EXPRESSO compartilhando as mesmas vias no trecho Jundiaí – Campinas. Neste caso, as partidas destes dois SERVIÇOS devem ser reguladas de forma que não haja interferência entre eles no trecho de vias compartilhadas entre Jundiaí e Campinas.

#### 2.4.4 Controle de Aparelhos de Mudança de Vias

Ao longo da via, em pontos pré-determinados, existirão regiões de desvios onde serão instalados Aparelhos de Mudança de Vias - AMV's padronizados conforme as Especificações Técnicas da NBR 16927, 2020, adotada no Projeto Conceitual.

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.

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

#### 2.4.5 Modos de Operação e Controle

O Subsistema de Controle de Tráfego deverá ser concebido para permitir a operação do trecho com elevados níveis de automação, confiabilidade e disponibilidade operacional e deverá possibilitar os seguintes modos de operação e controle:

- Controle Central Automático;
- Controle Central Manual;
- Modo de Operação em Controle Local - PCL.

#### 2.4.6 Níveis de Degradação do Sistema

O Sistema de Sinalização deverá ser concebido para executar automaticamente todas as funções relacionadas ao controle da movimentação de trens de maneira integrada com as requisições provenientes do CCO de forma interativa com os outros Subsistemas, atendendo a todos os programas relacionados à oferta de transporte.

Desta forma, qualquer eventualidade que possa alterar a operação automática dos trens e o seu desempenho normal deve ser contornada pelo Sistema, mantendo a circulação de trens e veículos auxiliares ao longo da via de maneira segura.

A operação do sistema deverá ser viabilizada mesmo com a redução da capacidade de oferta de transporte, provocada por interferências operacionais em outras áreas tais como: Oferta de Trens, Sistema de Energia de Tração, Vias, Comunicações e Estações.

O SSC deverá executar algumas funções operacionais de caráter não vital, mas de grande importância no cumprimento da normalidade das atividades relacionadas à automação da regularidade na operação comercial.

O Sistema deverá ser subordinado ao CCO ou PCL 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.

#### 2.4.7 Despacho e Recolhimento de Trens

O CCO em conjunto com o Sistema de Sinalização 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.

MANUTENÇÃO

## **2. DIRETRIZES RECOMENDADAS PARA O SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES**

O Sistema de Telecomunicações do trecho 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.

As estações do trecho hoje operacional (Barra Funda – Jundiaí) deverão ter seus sistemas de telecomunicações adequados às necessidades operacionais dos novos serviços, a saber:

- Circuito Fechado de TV – CFTV;
- Telefonia;
- Radiocomunicação;
- Sonorização;
- Cronometria;
- Painéis de Mensagem Variáveis – PMV;
- Subsistema Controle Local – SCL;
- Wi-Fi de estação;
- Sistema de Controle de Acesso – SCA;
- Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros – SCAP

Devido às diversas intervenções e reformas realizadas nas estações ao longo do tempo, os Sistemas Telecomunicações perderam sua padronização. Alguns Sistemas possuem mais de uma solução, soluções estas que diferem entre si nos quesitos de funcionalidade, tecnologia, vida útil, etc., inclusive, algumas soluções já foram comercialmente descontinuadas, o que dificulta e encarece as manutenções necessárias.

Dessa forma, as substituições e revitalizações são necessárias para os diversos Sistemas, objetivando a modernização e a padronização dos mesmos, proporcionando, além de redução de custos de manutenção, maior segurança, confiabilidade e conforto às equipes de Operação, Manutenção, Segurança e aos Usuários.

Além dos quesitos de padronização, manutenibilidade e atualizações tecnológicas expostas acima, 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

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

propostas de reformulação das estações, onde se inserem 10 completamente novas e outras 4 com intervenções de monta.

No trecho Jundiaí – Campinas, as estações novas ou readequadas, deverão ter implantados os sistemas de telecomunicações mencionados anteriormente, em todo trecho operacional.

No caso do Subsistema de Transmissão Óptico - STO, este deverá estruturado sobre um sistema de fibras ópticas e proverá todos os canais de comunicações necessários para interligação do CCO aos sistemas das estações, ao sistema de sinalização e sistema de alimentação elétrica de tração ao longo da linha.

Devido à centralização da operação das Linhas da CPTM no Centro de Controle Operacional do Brás, alguns sistemas foram, por conseguinte, centralizados, com a construção de um novo Centro de Controle Operacional preferencialmente, previsto para Jundiaí, as funções destes sistemas precisarão ser migradas para sistemas novos implantados no novo CCO.

No caso específico do Sistema de Radiocomunicações, que atualmente opera de maneira centralizada, com toda sua estrutura de gerenciamento e controle instalada no CCO do Brás, e sendo este sistema vital para a operação dos serviços e a migração da sua estrutura de gerenciamento e controle do CCO do Brás para o novo CCO, implicaria em uma parada do sistema e, consequentemente, implicaria em impactos operacionais.

Desta forma, se faz necessário, primeiramente a implantação de um novo Sistema de Radiocomunicação para todos os três serviços do Projeto do TIC EIXO NORTE. O Sistema existente e em operação na Linha 7 – Rubi será utilizado até que o novo Sistema de Comunicação Móvel esteja implantado e em completa operação.

### **3.1 Subsistema de Controle Local – SCL**

O SCL a ser implantado em todas as estações, é o sistema responsável por executar as funções de supervisão e controle local do sistema de sinalização 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.

A partir de telas gráficas específicas das IHM's do Posto de Controle de Elétrica/Auxiliares/SCAP/Passageiros no CCO, ou a partir do posto de Controle na SSO da estação, o SCL supervisionará e controlará os seguintes subsistemas:

- Alimentação Elétrica;
- Equipamentos Auxiliares;

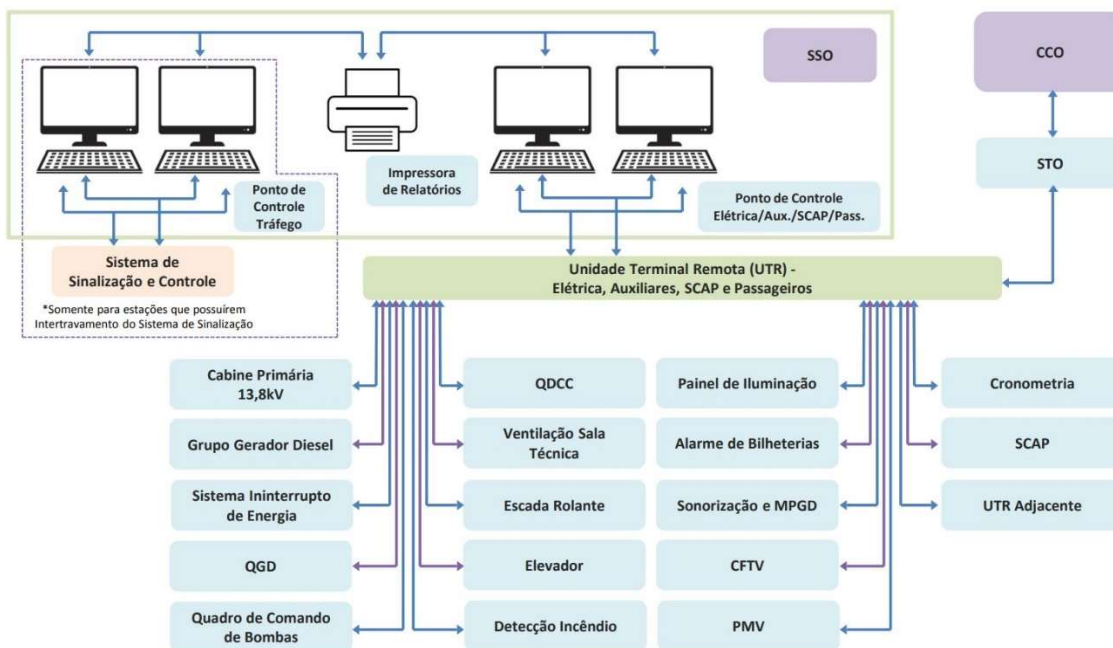
**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Controle e Arrecadação de Passageiros;
- Passageiros;
- Apoio à Manutenção.

Estas IHM's deverão realizar suas funções em conformidade com as programações previamente estabelecidas e oriundas do contexto local. Os comandos deverão ser enviados manualmente, a pedido dos operadores, ou automaticamente pelo sistema de acordo com os objetivos pré-estabelecidos.

A figura a seguir apresenta de forma orientativa do SCL de estação.

**Figura 2: Forma orientativa do SCL de estação**



Fonte: Projeto TIC e Linha7 Progen

### 3.1.1 Características Funcionais

As IHM's do "Posto de Controle de Elétrica/Auxiliares/SCAP/Passageiros da SSO" (quando operando em modo de Controle Local e através de telas gráficas específicas), realizarão a supervisão e o controle dos seguintes equipamentos dos respectivos sistemas, devendo ser adequada às características específicas de cada estação:

#### 3.1.1.1 Alimentação Elétrica

- Proveniente da Rede de Média Tensão 13,8kV;
- Cabine Primária com entrada da linha interna de 34,5 kV (se houver);
- Grupo Gerador Diesel;
- Quadro de Distribuição de Corrente Contínua – QDCC;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Painéis de Iluminação – PL's;
- Pannel de Alimentação do Carregador de Baterias – PAC;
- Carregador de Baterias 220VCA/125VCC;
- Inversor/Chave Estática 125VCC/127VCA 60Hz;
- Pannel Essencial – PESS;
- Pannel de Alimentação de Bloqueios – PAB.

**3.1.1.2 Equipamentos Auxiliares**

- Alarme de Bilheterias<sup>1</sup>;
- Alarme e Detecção de Incêndio;
- Escadas Rolantes;
- Elevadores;
- Bombas;
- Ventilação de Salas Técnicas.

**3.1.1.3 SCAP**

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

**3.1.1.4 Passageiros**

- Circuito Fechado de Televisão – CFTV;
- Sonorização de Estação e Mensagens;
- Cronometria;
- Pannel de Mensagens Variáveis (PMV).

**3.1.1.6 Apoio à Manutenção**

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 1(um) mês).

---

<sup>1</sup> Atualmente no sistema CPTM praticamente somente 10% dos passageiros adquirem bilhetes nas bilheterias; tendência crescente de redução deste número, que vai de encontro à instalação de equipamentos dispensadores de bilhetes, com apenas apoio de um agente operacional.



### 3.1.2 Requisitos Técnicos

O operador do SCL deverá 'interfacear' com os equipamentos controlados através de IHM's específicas dos Postos de Controle Local, com recursos gráficos especialmente desenvolvidos e disponibilizados em monitores de vídeo LED, de alta resolução gráficas.

As informações do SCL disponíveis nas IHM's deverão ser, no mínimo, as seguintes:

- Representação gráfica dos equipamentos do Sistema de Alimentação Elétrica com estados operacionais, comandos emitidos e alarmes ocorridos;
- Representação gráfica dos equipamentos do sistema de bombas com estados operacionais, comandos emitidos e alarmes ocorridos;
- Representação gráfica do sistema de bloqueios (SCAP), com estados operacionais, comandos emitidos e alarmes ocorridos;
- Representação gráfica das escadas rolantes com estados operacionais, comandos emitidos e alarmes ocorridos;
- Representação gráfica dos elevadores, com estados operacionais, comandos emitidos e alarmes ocorridos;
- Informações do sistema de detecção de incêndio, com representação gráfica dos diversos níveis da estação, com "leiaute" de cada nível, indicação dos laços de detecção em salas técnicas, salas operacionais, porões de cabos, galerias, etc.;
- Informações que permitam o controle, seleção e a visualização dos estados operacionais dos equipamentos integrantes do Subsistema do CFTV, com tela representativa do leiaute da estação;
- Informações que permitam o controle dos equipamentos de sonorização da estação, e veiculação das mensagens pré-gravadas e digitalizadas;
- Informações que permitam o controle e a visualização dos equipamentos de ventilação de salas técnicas;
- Informações que permitam o controle e visualização do equipamento Gerador Diesel;
- Informações que permitam o controle e visualização dos circuitos de iluminação de todas as dependências da estação e vias;
- Informações que permitam o controle e visualização dos Alarmes de Bilheterias.
- Informações que permitam o controle e visualização de mensagens veiculadas nos PMV's da estação;
- Informações que permitam o controle e visualização do estado operacional dos circuitos elétricos dos equipamentos de Cronometria.

Deverá estar sempre representado, em todas as telas gráficas das IHM's, o estado operacional dos equipamentos que as compõem bem como o modo de operação do Subsistema/equipamentos.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Deverá existir uma tela gráfica específica com o leiaute 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 representação gráfica através de uma arquitetura típica de comunicações de interligação do SCL.

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.

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.

### 3.1.3 Requisitos de Confiabilidade

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.

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

Os MTBF dos principais equipamentos do subsistema deverão ser iguais ou melhores do que segue:

Unidade	Valor (em horas)
Conjunto de Cabos e conectores para interligações dos equipamentos	80.000
UTR completa	40.000
Equipamentos de Processamento e Armazenamento de Dados para cada SCL	40.000
Estação de Trabalho da IHM (microcomputador, monitor, disco rígido e disco flexível, exceto mouse e teclado) da SSO	15.000
Impressora	15.000

### 3.2 Sistema de Sonorização

O Sistema de Sonorização tem por finalidade principal a difusão de avisos destinados ao público usuário e colaboradores das estações, e como função secundária, está prevista a difusão de música ambiente.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Agregados a este sistema estão os Painéis de Mensagens Variáveis (PMV), localizados nas regiões de plataforma que veiculam as mesmas mensagens difundidas, a fim de atender aos portadores de deficiências auditivas.

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, apresentação de mensagens de alerta, avisos institucionais e, de forma textual, as mensagens pré-gravadas digitalizadas veiculadas pelo sistema de sonorização.

O Sistema de Sonorização deverá ser basicamente constituído por caixas e cornetas acústicas, painel de seleção, microfone, pré-amplificador de microfone, sonofletor-monitor, matriz de seleção, equalizadores gráficos, pré-amplificador com Controle Automático de Ganho (CAG), equipamento de supervisão e amplificadores de potência.

Em cada uma das estações do trecho o sistema de sonorização deverá possibilitar todos os recursos necessários à emissão de avisos (diretamente ou pelo MPGD – Mensagens Pré-Gravadas) e eventualmente música ambiente.

O Sistema de Sonorização deverá fornecer ao operador do CCO, todos os recursos necessários à emissão de avisos (diretamente ou pelo MPGD – Mensagens Pré-Gravadas) e eventualmente música ambiente às diversas estações.

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.

No modo manual, o operador do CCO tem a possibilidade de selecionar a estação, grupo de estações ou todas elas (geral) para envio de uma ou mais mensagens.

Estas mensagens podem ser enviadas falando-se diretamente no microfone ou utilizando o banco de dados de mensagens previamente gravadas.

No modo automático, rotinas de emissão de conjuntos de mensagens deverão ser enviadas em conformidade com uma programação previamente estabelecida.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Todo o sistema deverá ser calibrado para que se obtenham valores de pressão sonora aceitáveis, para tanto, o sistema deverá contar com o CAG ajustável automaticamente em função do nível de ruído ambiente da estação, permitindo o acompanhamento em continuidade da mensagem exibida.

### 3.2.1 Características Funcionais

O Sistema de Sonorização deverá permitir, a partir do CCO ou a partir da estação (quando aplicável), executar as funções descritas a seguir:

- Permitir ao operador, utilizando o microfone do console, emitir avisos a cada estação, conjuntos de estações ou a todas as estações simultaneamente. O operador poderá acionar o gongo eletrônico. Haverá uma sinalização para o operador quando o sistema estiver liberado para emissão de avisos;
- Permitir ao operador selecionar e enviar sinais de até 2(duas) fontes de programa para difusão a cada estação, conjuntos de estações ou a todas simultaneamente;
- Permitir ao operador selecionar mensagens pré-gravadas digitalizadas e comandar o envio das mesmas 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;
- Permitir ao operador gravar mensagens, utilizando o microfone da console, testar sua adequação através do sonofletor monitor e comandar o seu envio para cada estação, conjuntos de estações ou a todas simultaneamente;
- Permitir que funcionários da operação a troca das mensagens pré-gravadas digitalizadas armazenadas tanto no CCO quanto nas estações, através dos equipamentos do CCO;
- Deverá ser possível ajustar o nível de áudio do sonofletor monitor.

### 3.2.2 Requisitos Técnicos

O Subsistema de Sonorização deverá atender aos seguintes requisitos técnicos gerais:

- Inteligibilidade do sistema e deverá ser de, no mínimo, 90% (noventa por cento) para todas as áreas das estações, a avaliação da inteligibilidade deverá ser feita, preferencialmente por STI (*Speech Transmission Index*), conforme norma IEC 60268-16. Sugerimos que categoria de inteligibilidade a ser alcançada deve ser, no mínimo, F (anexo G da referida norma);
- Limites de Áreas de Sonorização deverão incluir todas as áreas públicas (pagas, não pagas e mezanino), Salas Técnicas e Salas Operacionais;
- Resposta em Frequência mínima do sistema, medida em qualquer sonofletor de qualquer área sonorizada, deve estar na faixa de 200 a 8.000 Hz, e as variações do nível de pressão sonora não

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

deverão ser superiores a mais ou menos 3 dB, com queda de 6 dB por oitava abaixo de 200 Hz e acima dos 8.000 Hz;

- 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;
- 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;
- 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 105 dBA em qualquer área sonorizada da estação;
- Linearidade para uma pessoa caminhando ao longo de qualquer área sonorizada, não esteja submetida a variações do NPS maiores do que 6 dB.

### 3.2.3 Requisitos de Confiabilidade

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

Os indicadores MTBF – *Mean Time Between Failures* da tabela apresentada a seguir, se aplicam especificamente como requisitos aos principais equipamentos ou subsistemas, devendo serem iguais ou melhores dos valores que se seguem:

Equipamento	MTBF (Horas)
Cada conjunto de equipamentos de interface com a IHM do CCO ou com da estação	30.000
Cada conjunto de equipamentos de controle de cada estação, e CCO (módulos a serem instalados nos bastidores das Salas Técnicas, exceto amplificadores)	25.000
Microcomputador de Mensagens Pré Gravadas de cada estação	20.000
Cada Amplificado de Potência	15.000
Cada Sonofletor	30.000
Cada Fonte	25.000
Microfone	20.000
Demais módulos	10.000

### 3.2.4 Requisitos de Interface

- 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;

- Interfaces com outros Sistemas.

### 3.3 Sistema de Cronometria

O Sistema de Cronometria deverá ser constituído de uma Central Horária de Precisão, a ser instalada no novo CCO, que deverá ser referenciada como Central Horária Principal e receberá sincronismo do GPS (*Global Positioning System*), sistema de satélites geoestacionários americanos. Essa central sincronizará Relógios Escravos que serão instalados na Sala Operacional do CCO e nas dependências das estações.

A Central Horária Principal também fornecerá sincronismo para o Sistema de Controle de Tráfego, para o Gravador Multicanal, para o CFTV (Gravadores de Vídeo) e para o Sistema de Bilhetagem.

Em cada estação deverá haver relógios escravos distribuídos nas plataformas, acessos e salas operacionais, que receberá sincronismo da Central Horária Principal através do Sistema de Transmissão Óptica (STO).

#### 3.3.1 Características Funcionais

As Centrais horárias possuirão basicamente as seguintes funções:

- Emitir sincronismo aos Relógios escravos da estação e aos diversos sistemas e equipamentos usuários através de sinais codificados com a informação horária (e não apenas de pulsos de sincronismo);
- Fornecer alimentação elétrica para os circuitos horários, que alimentam todos os relógios do fornecimento;
- Permitir sincronismo pelo GPS através de uma antena;
- Permitir o sincronismo com os servidores do Sistema de Sincronismo do CCO;
- Permitir programação prévia de, no mínimo, 30 dias de antecedência, de correções de início e fim de horário de Verão;
- Permitir inibição de sinais de sincronismo para circuitos horários com defeito, sem prejuízo dos demais;
- Sinalizar Central Horária ligada (na própria central);
- Sinalizar Central Horária com falha (na própria central);
- Informar, através de display digital, o horário (hora, minuto, segundo);
- Testar os sinais horários (na forma de auto diagnose com sinalização na própria central);
- Testar a alimentação elétrica fornecida aos circuitos horários (na forma de auto- diagnose com sinalização na própria central);
- A alimentação dos Relógios deverá ter possibilidade de comando de desligamento individual dos circuitos.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

### 3.3.2 Requisitos Técnicos

- A precisão das Centrais Horárias Secundárias deverá ser maior ou igual  $10^{-6}$  (desvio anual melhor do que  $\pm 0,5$  minuto);
- As Centrais Horárias deverão enviar para os Relógios Escravos e para os demais equipamentos e sistemas sincronizados trens de pulsos com a informação horária;
- Deverá dispor de bateria de modo que, na ausência de alimentação externa por no mínimo 24 horas, permaneça inalterada a base de tempo e memorizadas as programações previamente efetuadas. Restabelecida a alimentação externa todo o Subsistema de Cronometria deverá voltar a funcionar automática e plenamente sem qualquer atraso, perda de precisão ou de funções;
- As Centrais Horárias deverão estar protegidas contra sobretensão, sobtensão, curto circuito ou abertura dos circuitos de alimentação elétrica e circuitos de distribuição, das informações horárias;
- As Centrais Horárias 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.;
- 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 minuteiros) que pisquem durante o espaço de tempo entre uma atualização horária e outra de modo a caracterizar o seu funcionamento;
- Os Relógios Escravos deverão ter proteção contra vandalismo, sobretensão, subtenção e curto circuito dos circuitos de alimentação elétrica e de circuitos de distribuição das informações horárias;
- 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, motores dos trens, reatores de luminárias, etc.;
- Caso estejam sujeitos a intempéries do ambiente (chuva, poluição), deverá ser adotado, o Índice de Proteção (IP) no mínimo, IP-66.

### 3.3.3 Requisitos de Confiabilidade

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

Os indicadores MTBF – *Mean Time Between Failures* da tabela apresentada a seguir, se aplicam especificamente como requisitos aos principais equipamentos dos sistemas, devendo serem iguais ou melhores dos valores que se seguem:



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

<b>Equipamento</b>	<b>MTBF (Horas)</b>
Centrais Horárias	30.000
Relógios Escravos	15.000
Conjunto de Circuitos de Alimentação Elétrica e de Distribuição de Informação Horária de cada estação.	30.000
Painel Destino de Trem – PDT	32.000

### 3.3.4 Requisitos de Interface

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;  
Interfaces com outros Sistemas.

### 3.4 Sistema de Transmissão Óptico – STO

O Sistema de Transmissão Óptico (STO) Gigabit Ethernet de 10GBPS tem como objetivos principais dar suporte aos serviços dos sistemas de transmissão de voz, dados e imagem para a perfeita operação, manutenção e administração 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 uma interação dinâmica entre os diversos sistemas implantados no novo CCO, estações, pátios, subestações, vias e demais localidades das linhas.

Para estas interações, o projeto do Sistema de Transmissão Óptico deve prever as interfaces adequadas de hardware e software com os sistemas previstos.

O Sistema de Transmissão Óptico (STO) deve fornecer serviços de transmissão de voz, dados e imagens (vídeo) a todos os sistemas usuários nas estações, CCO e Vias.

São considerados sistemas usuários do STO:

- Controle Centralizado;
- Sistema de Sinalização e Controle;
- Sistema de Telecomunicações (Rádio, Bilhetagem, Telefonia, Cronometria, Sonorização e CFTV);
- Sistema de Alimentação Elétrica de Tração (Subestações e Rede Aérea).

O STO é um sistema básico e essencial para o bom funcionamento e desempenho do serviço de transporte da linha férrea, pois fornecerá suporte para os sistemas essenciais, sem os quais a operação se torna praticamente inviável.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O STO deverá atender às necessidades dos sistemas usuários através de uma rede convergente de comunicação de dados e uma rede de cabos ópticos. Esta rede deverá interligar as redes locais das estações e CCO, operando com um padrão único de comunicação de dados em sua espinha dorsal e combinando as diversas interfaces e segmentos de rede de acesso necessárias para o atendimento aos sistemas usuários do STO.

Os cabos ópticos conectando as estações e o CCO deverão ter configuração dualizada, se possível lançados ao longo de ambos os lados da via, exceto onde já existir ou se fizer necessário a construção dutos ou estruturas especiais, conforme o caso (travessia de via, viadutos, sob pontes e túneis).

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

- Cabos Ópticos;
- Distribuidores Gerais para Cabos Ópticos (DO's);
- Distribuidores Gerais para Cabos Metálicos (DG's);
- Equipamentos Multiplex;
- Interfaces e conversores do STO com os sistemas usuários;
- Gerenciador dos Recursos do STO: diagnóstico, reconfiguração, re-roteamento, relatório de eventos, etc.

Este conjunto de equipamentos propiciará a interligação da Sala Técnica do CCO com as Salas Técnicas das estações, onde estão instalados os equipamentos usuários (microcomputadores de controle, equipamentos de sinalização, equipamentos de telecomunicações, equipamentos de alimentação elétrica, etc.).

O mesmo acontece com a interligação das Salas Técnicas das estações com os equipamentos usuários das respectivas estações.

#### 3.4.1 Características Funcionais

O STO deve ter capacidade de rotear pacotes entre VLAN's, de forma a viabilizar todas as comunicações necessárias entre os diversos sistemas usuários.

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 pré-definida.

Em caso de falhas ou anormalidades, além de informar o gerenciador da rede, o sistema deve disponibilizar alarmes para que o CCO ou outros sistemas a definir.

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

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.

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 deve ser comprometida.

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.

#### 3.4.2 Requisitos Técnicos

Os *switches* e qualquer equipamento da rede convergente devem ser projetados para atender aplicações de missão crítica, operando em ambientes agressivos, como poeira proveniente da via, variações térmicas, transientes elétricos e eletromagnéticos, e possuir as seguintes características descritas a seguir, independentemente da tecnologia utilizada.

- Implementação dos seguintes protocolos:
  - ✓ IEEE802.3u: *100Base-TX Fast Ethernet*;
  - ✓ IEEE 802.3ab: *1000Base-T Gigabit Ethernet*;
  - ✓ IEEE802.3x: *Flow Control*;
  - ✓ IEEE802.1p: *Priority Queuing*;
  - ✓ IEEE802.1q: *VLAN*;
- Operação *full duplex* padrão IEEE 802.3x em todas as portas;
- Escalabilidade e modularidade de forma a permitir a ampliação de interfaces e *gates* (portas), com o simples acréscimo de módulos e reprogramações pelas funções de gerenciamento;
- Reserva de 20% para a quantidade de portas de atendimento aos sistemas usuários;
- Capacidade de expansão das *gates* (portas) que compõem a espinha dorsal da rede, mantendo-se a quantidade de reserva e a topologia da rede original;
- Atendimento as normas IEC 61850 e IEEE 1613.

#### 3.4.3 Requisitos de Confiabilidade

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

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

Os indicadores MTBF – *Mean Time Between Failures* da tabela apresentada a seguir, se aplicam especificamente como requisitos que devem ser atendidos pelos equipamentos do STO, devendo serem iguais ou melhores dos valores que se seguem:

Equipamento	MTBF
Switches e roteadores das redes convergentes	100.000 horas
Switches e roteadores das redes locais	50.000 horas;
Equipamentos portáteis do STO Equipamentos portáteis do STO	10.000 horas
Computadores e respectivos periféricos	15.000 horas
Demais equipamentos do STO.	25.0 horas

#### 3.4.4 Requisitos de Interface

As interfaces de comunicação entre equipamentos e Sistemas devem ser concebidas de acordo com as Normas estabelecidas pelos Institutos de Normalização, e utilizando-se um dos padrões definidos abaixo:

- *Fast-Ethernet* de acordo com a norma IEEE-802.3;
- Padrão serial USB ou conforme a norma IEEE-1394 (*firewire*);
- Ópticas – conforme recomendações da ITU e práticas da Telebrás;

#### 3.5 Sistema de Radiocomunicação

Um completo Sistema de Comunicação por Rádio deverá ser implantado para possibilitar a efetiva comunicação de dados e voz entre as diversas áreas operacionais da Linha e de todos os serviços propostos. O sistema de comunicações por rádio deverá possuir uma arquitetura redundante para proporcionar alta confiabilidade operacional.

O sistema deverá permitir a criação de múltiplos grupos funcionais interdependentes, para operação, manutenção, etc.

O sistema deverá atender também as necessidades de transmissão de dados para o Sistema de Sinalização e Controle, atendendo as necessidades do Sistema ERTMS/ETCS N2 a ser implantado.

##### 3.5.1 Requisitos Técnicos

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

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

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

O sistema é composto de Consoles de Despacho (IHM's) a serem instalados no CCO, que se comunicam com as Estações Rádio-Base (ERB's) dos sítios de repetição em configuração redundante (1+1).

Devem possuir sistema irradiante completo dimensionado para oferecer a cobertura de radiofrequência em todas as vias, permitindo assim que os postos de controle do CCO se comuniquem com estações móveis de rádio (trens, veículos de via e rodoviários) e estações portáteis (transceptores utilizados por operadores de trens, operadores de veículos de vias, agentes de operação, manutenção e segurança) nas rotinas diárias de tráfego e manutenção de trens da Linha, operando 24 horas por dia 7 dias por semana.

Na central de controle deverá ser disponibilizado equipamento/software de gerenciamento remoto dos alarmes disponíveis pelos equipamentos que compõem o sistema de radiocomunicação.

A interligação entre os equipamentos que compõem o sistema deverá ser feita através de conexão IP.

O Sistema de Radiocomunicação a ser projetado e fornecido para a Linha deverá estar regulamentado e homologado junto à ANATEL ou órgão regulamentador vigente na época da contratação.

O sistema de radiocomunicação deverá prover equipamento de gravação de voz de todas as redes operacionais que fazem parte do sistema com capacidade de acesso remoto através da rede IP.

O sistema de radiocomunicação deverá possuir sistema de alimentação de emergência através de *nobreak*, fonte/carregador/bateria etc. com capacidade mínima de 4 (quatro) horas.

Enquanto não ocorrer a implantação do novo sistema, será utilizada a infraestrutura atual de radiocomunicação da CPTM. Após a CONCESSIONÁRIA implantar completamente seu próprio sistema, toda a infraestrutura de telecomunicações deverá ser devolvida à CPTM. Menciona-se aqui a atual rádio digital VHF em uso no trecho Barra Funda – Jundiaí que deverá ter suas frequências devolvidas à CPTM após a implantação do sistema TETRA. Repetidoras de JRG e BTJ, que hoje são exclusivas da Linha 7 deverão integrar inicialmente a área da CONCESSÃO. Caso não venham a ser posteriormente necessárias, os imóveis deverão ser devolvidos ao PODER CONCEDENTE.

### 3.5.2 Requisitos Operacionais

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

- Rede de Tráfego (TREM) - comunicação de voz entre o operador do Console de Tráfego do Centro de Controle com os operadores dos trens, operadores dos veículos terra-via (*track-mobil*), veículo de manutenção de rede aérea etc.);
- 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;
- Rede de Segurança - comunicação de voz entre o operador da Console de Segurança localizados no Centro de Controle e agentes de segurança munidos de transceptores portáteis ou estações fixas;
- O Sistema de Radiocomunicações deverá permitir a comunicação de voz através dos rádios móveis, localizados nas viaturas, trens e TP'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 pátio de manobras e no entorno da linha em uma extensão de no mínimo 500 m para cada lado, transversal à linha.

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

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.

O Sistema de Radiocomunicações deverá utilizar nas vias um sistema irradiante que permita a cobertura de todas as áreas de interesse, bem como a distribuição uniforme do sinal em todo o percurso do trem, com cobertura que minimize a instalação de equipamentos ativos na via e em suas imediações.

O Sistema de radiocomunicações deverá viabilizar todas as funcionalidades especificadas para os Terminais Portáteis e Rádios móveis (instalados nas viaturas e ou trens), quando cabível, em 100% das:

- Áreas internas das estações;
- Áreas operacionais;
- Salas técnicas;
- Vias;
- Saídas de emergência considerando todo o trajeto até o meio externo à área da estação;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- 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;
- Áreas internas dos pátios;
- Áreas internas do CCO.

As estações ferroviárias ao longo das linhas devem ser equipadas com transceptores fixos para prover comunicação com o CCO e os agentes de segurança da estação. As estações fixas deverão ser compostas de transceptor digital, fonte de alimentação e sistema irradiante completo.

Devem ser providos para os agentes de segurança, manutenção e maquinistas, transceptores portáteis digitais com bateria, carregador de bateria, estojo de couro/clip para cinto e microfone de lapela.

O Sistema de Rádio comunicações deverá viabilizar as funcionalidades especificadas para os 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.

### **3.5.3 Requisitos de Desempenho**

O Sistema de Radiocomunicações deverá ter uma disponibilidade de mínimo 99,998% com tempo máximo de atendimento de 2 horas.

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

Para as comunicações entre os Terminais Portáteis, os rádios móveis (instalados nas viaturas e ou trens), o desempenho do sistema deverá ser suficiente para atender simultaneamente, na região de cobertura de uma mesma estação rádio base, aos requisitos de desempenho.

## **3.6 Sistema CFTV – Circuito Fechado de TV**

O sistema de CFTV tem por finalidade permitir a supervisão remota de vários locais das estações. Sendo assim, câmeras de TV adequadamente instaladas em locais estratégicos, permitem que os Operadores da Sala de Supervisão Operacional (SSO) em cada estação, Agentes de Segurança e Operadores do CCO, visualizem estes locais.

### **3.6.1 Requisitos Funcionais**

Estão relacionados abaixo a abrangência de cada área, o interesse de cobertura e algumas funções básicas. Para a região de circulação haverá a cobertura de 100% das áreas operacionais.



PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

Ainda na região de plataforma, haverá monitores de vídeo instalados de forma a fornecer as imagens das câmeras de plataforma ao Operador da Composição de tal forma que permita:

- Visualizar todas as portas do trem;
- Supervisionar a movimentação do embarque e desembarque de passageiros;
- Visualizar qualquer ocorrência durante e após o fechamento das portas.

### 3.6.2 Requisitos Técnicos

O Sistema de CFTV será composto de câmeras fixas e móveis, internas e externas, servidores, *storage* e central de controle.

O Sistema de CFTV deverá atender a linha e ser centralizado na Sala de Segurança do novo CCO

A seguir são relacionados os principais equipamentos do sistema:

- Servidores Redundantes (1+1) no CCO;
- *Storage* para Processamento e Armazenamento de Imagens do SME;
- IHM Operacional;
- Câmeras:
  - ✓ Câmeras fixas coloridas IP nativas;
  - ✓ Câmeras móveis coloridas IP nativas;
  - ✓ Caixas de Proteção ou Domos Antivandalismo para câmeras instaladas em áreas internas e externas.
- Conversores de mídia (óptico/Ethernet), somente para câmeras alcançadas por cabo ótico;
- Postes, suportes e acessórios para instalação de câmeras externas;
- Software:
  - ✓ Software de gerenciamento para o controle integrado;
  - ✓ 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 e nas estações, subestações, pátio e regiões de via.

Os sistemas nas Estações serão gerenciados pelo SCL, e a comunicação ocorrerá integralmente via STO. Os comandos e indicações ocorridas no sistema devem ser registrados.

O CFTV deve permitir a visualização de imagens em qualquer computador, com acesso autorizado à rede de telecomunicações no sistema de transmissão digital da linha, sempre com senha de acesso.

Uma imagem deve poder ser visualizada por mais de um terminal simultaneamente.

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

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*.

O sistema como um todo terá a característica CFTV IP. O CCO poderá se comunicar com cada câmera de forma individual, através do SCL.

A comunicação entre estações, subestações, pátio e CCO deve ser feita através do STO.

O CFTV deverá ter seu horário sincronizado com o sistema de geração de hora padrão incorporado pelo Sistema de Cronometria.

### 3.6.3 Requisitos de Confiabilidade

A Disponibilidade do CFTV deverá ser no mínimo 99,998% com tempo máximo de atendimento de 2 horas; O MTBF dos principais equipamentos ou subsistemas deverá ser igual ou melhor do que os valores da tabela abaixo:

Equipamento	MTBF (Horas)
Conjunto de equipamentos de Controle do CCO e CMS	25.000
Conjunto de equipamentos de Controle da estação	25.000
Câmera	20.000
Monitor	15.000
Gravador/Reprodutor de Vídeo	15.000

### 3.7 Telefonia

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

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

- Operacionalização da Linha;
- Manutenção do Sistema;
- Administração e Gestão.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Estas comunicações deverão ser viabilizadas internamente a estação, entre estações, e destas com as diversas localidades que se encontram nos Pátios e no CCO. Deverá ainda viabilizar comunicações externas para as estações por intermédio de conexão com a rede pública de Telefonia através de troncos localizados na própria estação.

### 3.7.1 Características Funcionais

Para atender a todas as localidades devem ser implantados conjuntos em cada local, conforme itens a seguir:

- Interfaces padrão G.703;
- Portas de conexão padrão Ethernet independentes e que possam ser configuradas independentemente e com capacidade de configuração de endereços IP's distintos para operar em uma mesma rede lógica;
- 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;
- Plataforma Modular VoIP (PABX IP), um para cada estação, com *Storages* redundantes (1+1) para realizar a gravação digital de voz no CCO;
- Postos de Controle para gerenciamento e controle do sistema;
- Aparelhos telefônicos fixos IP.

O Sistema de Telefonia deve viabilizar as comunicações de voz internas e externas relativamente a todas as localidades das linhas e 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 exclusivamente.

No novo CCO deverão ser implantados servidores da Central telefônica VoIP na configuração 1 + 1, que deverão ser interligados aos PABX IP das estações e demais localidades através do STO.

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.

Em cada Estação deverá ser instalado uma Plataforma Modular VoIP (PABX IP) com capacidade de funcionamento em caso de desconexão entre a Estação e um ou ambos os conjuntos VoIP, garantindo a continuidade de comunicação dentro da Estação.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

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

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

- Na falha de um tronco, ambos os conjuntos se utilizem dos restantes;
- 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;
- No caso de falha de um dos conjuntos, o outro deve assumir todos os ramais do sistema e utilizar os troncos ociosos;
- 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 na RTD mesmo quando houver a utilização de um mesmo endereço lógico para fins de redundância.

Os conjuntos VoIP e seus equipamentos interligados devem utilizar o protocolo de sinalização SIP. O conjunto VoIP deve contar com os seguintes sistemas:

- ✓ Processador e Gerenciador de chamadas;
- ✓ Gerenciador de Falhas;
- ✓ Gerenciador de Desempenho;
- ✓ Gerenciador de Configurações;
- ✓ Gerenciador de Tarifação;
- ✓ Processador e Gerenciador de chamadas;
- ✓ Gerenciador de Falhas;
- ✓ Gerenciador de Desempenho;
- ✓ Gerenciador de Configurações;
- ✓ Gerenciador de Tarifação

### 3.7.2 Requisitos Técnicos

Nas estações, subestações, CCO e pátio da linha, para as interligações entre os pontos telefônicos fixos de voz e os equipamentos do Sistema de Telefonia Fixas deverá ser utilizada a rede com a filosofia de cabeamento estruturado de categoria 6 ou superior fornecida pela Rede.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

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

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.

O Sistema deve atender a padrões do ITU-T, ISO, IEEE, IETF e a outros padrões reconhecidos e amplamente utilizados internacionalmente.

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.

As gravações devem ser feitas em formato digital não proprietário, ou seja, devem ser feitas através de padrões abertos ou, no mínimo, possibilitar a conversão delas para um padrão aberto.

### **3.8 Controle de Acesso - SCA**

O Sistema de Controle de Acesso - SCA terá como princípio o controle de acesso nas salas técnicas das estações, do pátio, do novo CCO e das subestações.

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

O sistema deverá possibilitar a definição das escalas de horários a serem estabelecidas pelo usuário. Não deverá haver limite de número de intervalos de tempo dentro de uma escala horária.

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.

O sistema será composto pelos seguintes componentes:

- Servidor de Gerenciamento Central;
- Conjunto de controladoras;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Leitoras biométricas;
- Fechaduras Elétricas/Magnéticas, contatos de porta, dispositivo de bloqueamento / desbloqueamento de portas, incluindo fonte de alimentação e botoeira de emergência;
- Sensor de Abertura de Portas;
- Botão de Destrave.

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.

O sistema deverá ser centralizado no CCO.

#### 3.8.1 Requisitos Funcionais

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

Nas estações de pequeno porte, as controladoras do SCA devem ser interligadas diretamente ao CCO. Nas estações maiores deverão ser interligadas ao SCL.

O SCA deverá ser integrado, através da Rede de Dados e do STO aos sistemas:

- Sistema de CFTV de Vigilância;
- Sistema de Detecção e Alarmes de Incêndios.

O SCA deverá dispor dos recursos a seguir relacionados:

- Possuir biblioteca de relatórios padrões e editor de relatórios padrão de mercado para customização de relatórios;
- Ter facilidade de localização, pelo operador, das áreas controladas, dos parâmetros de acesso e das informações dos detentores de cartões de acesso;
- Programar agenda por portas e por áreas;
- Controlar o estado de portas;
- Configurar acessos, com os períodos de validade;
- Ativar saídas digitais;
- Limitar acesso a itens do menu do sistema, através de senhas;
- Subdividir a edificação em áreas lógicas de segurança, que deverão ser representadas em tela, para facilitar ao operador a visualização das informações;
- Pesquisar, classificar as informações dos usuários, registradas no banco de dados relacional;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- 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;
- Listar, em tempo real, todas as atividades do sistema, com recursos para incluir na lista apenas o selecionado pelo operador ou todas as transações do sistema;
- Estabelecer regras que garantam que, em áreas determinadas, somente será permitido acesso se dois ou mais usuários de controle estiverem presentes;
- Possibilitar ao usuário, informar e alertar ao operador do sistema, via uso de biometria alternativa, que ele está sob ameaça ou coação de alguém;
- Permitir ao operador designar qualquer combinação de portas, para qualquer usuário;
- Carregar a base de dados nas unidades controladoras e disponibilizar autonomia nas unidades controladoras para tomar todas as decisões de controle de acesso, independentemente do computador central;
- Permitir a criação de mapas coloridos para apresentação de alarmes;
- 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.

### 3.8.2 Requisitos Técnicos

O sistema deverá:

- Possibilitar a combinação de uma escala de horário definida e um leitor, ou grupo de leitores de biometria, para uma designação de acesso;
- Possibilitar a designação de múltiplas permissões de acesso para um;
- Possuir um modo de apresentação de alarmes. Uma caixa / janela inicial de apresentação de alarmes deverá identificar, de forma automática e inconfundível, os novos alarmes e seus graus de prioridades;
- Apresentar recursos gráficos. O sistema deverá dispor de interface de usuário do tipo gráfica, que permita ao operador responder a alarmes, investigar ocorrências e gerenciar solicitações de relatórios rotineiros, com rapidez e precisão, bem como capacidade de edição, pelo usuário, de mapas coloridos, realizar comando de abertura de porta ou de conjuntos de portas.



### **3.9 Sistema Wi-Fi de estação**

O Sistema Wi-Fi, 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.

O usuário poderá utilizar a rede WIFI 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.

O Sistema Wi-Fi deve prever acessos de rede banda larga wireless aos usuários em todas as estações, nas plataformas de embarque e desembarque das estações, considerando as tecnologias 4G e rede WIFI, que apresente, como principais características, flexibilidade, simplicidade e mobilidade.

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, publicidade e entretenimento. Recomenda-se que a velocidade estimada de acesso para cada usuário, deva ser de no mínimo de 2Mbps efetivos para download / upload, sem limite de tráfego e com estabilidade de navegação.

O Wi-Fi deverá adequar a velocidade efetiva do link de comunicação, sempre para maior, para atender ao número de usuários simultâneos com no mínimo 2 Mbps efetivos para download e upload.

Um percentual mínimo de 15% de usuários nas estações deve ser considerado aptos e possibilitados para acessar o WIFI nas estações. Para o cálculo do número de usuários nas estações, deve-se fazer uso do número de embarcados em cada estação.

A rede WIFI instalada, bem como seu gerenciamento, deverá prever acréscimos graduais de usuários embarcados e usuários do sistema WIFI, para suportar mais usuários ano após ano, a uma taxa de até 5% a cada ano.

Sempre que o número de usuários conectados, para determinada estação, atingir 90% da capacidade conexões simultâneas previstas no projeto, deverá se prever aumento da capacidade de transmissão do link de forma que não comprometa a navegabilidade no sistema Wi-Fi naquela estação.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

A infraestrutura de comunicação também poderá trafegar voz no padrão VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) para dinamizar a comunicação entre outras localidades, gerando redução nos custos operacionais. Os usuários poderão compartilhar, por meio da infraestrutura de comunicação instalada, os serviços de correio eletrônico (e-mails) e redes sociais, trazendo benefícios de mobilidade e comunicação ágil e efetiva.

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

As redes WIFI instaladas deverão dispor de meios de minimização de interferência no sinal em áreas onde o uso do espectro possa sofrer tais interferências, comprometendo o funcionamento e qualidade mínima estabelecida nesta ET.

O acesso aos sites disponíveis na internet será limitado às políticas de uso definidas pela Lei nº 12.965 de 23 de abril de 2014, bem como as demais diretrizes nela expressas, as quais serão amplamente divulgadas aos usuários e deverão ser implementadas.

Os acessos devem ser capazes de suportar o protocolo 802.1Q.

As redes instaladas deverão ser capazes de garantir a qualidade e estabilidade do sinal aos usuários, de maneira que condições de *jitters* e latências não prejudiquem a experiência do usuário mantendo minimamente os patamares estabelecidos pela ANATEL, sendo compatíveis com *notebooks*, celulares, *smartphones*, *netbooks*, *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.

### 3.9.1 Características Técnicas

As seguintes premissas deverão ser observadas:

- 15% dos usuários da estação conectados simultaneamente;
- Banda limitada de navegação a 2 Mbps;
- Sem limitação de consumo de dados.

O usuário deverá ser capaz de realizar conectar-se à rede Wi-Fi e manter a conexão com navegabilidade garantida a 2 Mbps durante um período de 15 minutos.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Após esse período, o usuário deverá ser desconectado e somente poderá conectar-se novamente após um período de 4 horas. Essa nova conexão deverá ser garantida por mais 15 minutos e com as mesmas configurações de navegação anteriormente citadas.

Sempre que uma estação tiver seu link de internet habilitado para distribuição de internet aos usuários, todas as configurações de tempo de navegação, tempo entre conexões e impedimento de visualização de conteúdo de sites de jogos e pornográficos, deverão ser aplicadas antes da liberação ao público.

#### 3.9.1.1 Pontos de Acesso – Hot Spots

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.

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.

O equipamento WIFI deverá possuir:

- Padrão IEEE802.11 b/g/n/ac;
- Possuir configuração baseada em Web;
- Provisão de 99% de *uptime*;
- Tempo de latência não superior a 70ms;
- Frequência de operação de 2,4GHz ou 5GHz;
- Indicações de tráfego;
- Indicações de nível de sinal;
- Suporte para protocolo SNMP;
- Plataforma WLAN centralizada com redundância;
- Permitir uso de “*mesh*” para locais de infraestrutura;
- Sistema de autenticação/ cadastro/ gerenciamento de usuários;
- Inclusão de Firewall para segurança de rede.

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.

### **3. DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS PARA OS SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO E DE TELECOMUNICAÇÕES**

#### **4.1 Sistema de Sinalização e controle de tráfego**

Neste capítulo 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 e seguro, em total conformidade com as características operacionais de desempenho e automatismo previstas no Projeto Conceitual.

Nos Requisitos Técnicos deverão ser observados e atendidos os parâmetros, os aspectos e os critérios de:

- Requisitos Básicos;
- Requisitos de Operação e Falha Segura;
- Requisitos Gerais de Segurança - RGS's;
- Requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade e Segurança;

##### **4.1.1 Requisitos Básicos**

Os equipamentos do Sistema de Sinalização deverão executar as funções de Controle de Tráfego no atendimento ao Headway e/ou Controle de Tabela Horária, bem como pela movimentação segura das composições e veículos auxiliares ao longo do trecho sob seu domínio.

Os equipamentos pertencentes ao Sistema de Sinalização deverão atender os seguintes requisitos básicos:

- Ser modular e proporcionar facilidades para expansão gradativa ou implantação seletiva;
- 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);
- Permitir o gerenciamento e o controle de tráfego de trens tanto operacional como de manutenção;
- Possuir infraestrutura de comunicação de dados que proporcione confiabilidade, disponibilidade e precisão das informações transmitidas e recebidas;
- Permitir a reinicialização automática e segura dos módulos que compõem cada Subsistema, inclusive os dispositivos de campo, proporcionando desta forma agilidade e ganhos operacionais e de manutenção do Sistema;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Garantir a segurança e automatismos especificados na operação de cada Linha;
- Permitir compatibilidade total no interfaceamento entre os diversos módulos do Sistema de Sinalização, tanto nos equipamentos do CCO e PCL's, como também nos equipamentos do Subsistema de Controle de Tráfego de vias e a Bordo dos Trens, de maneira a garantir os automatismos previstos e a segurança de tráfego;
- Seguir a tendência tecnológica mundial de Sistemas Microprocessados e Inteligentes em aplicação similar, certificados para executar funções de segurança em sistemas de transporte metroferroviários de passageiros, implantados e em operação comercial em linhas metroferroviárias de alta capacidade;
- Atender aos Requisitos Gerais de Segurança (RGS's), estabelecidos neste documento;
- Possuir imunidade à interferência de natureza eletromagnética e proteções elétricas contra descargas atmosféricas;
- Possuir recursos de diagnósticos de falhas com memorização, de forma a possibilitar a atualização "on-line" do CCO e CIM, para dinamizar as atividades de gerenciamento, operação e manutenções preventivas e corretivas;
- Permitir a monitoração de todos os equipamentos que são controlados diretamente pelo Sistema no CCO, nas Estações e na Via;
- Possuir recursos para o rastreamento contínuo de trens e veículos auxiliares, em conformidade com o estabelecido neste documento;
- Possuir recursos para armazenamento contínuo de informações funcionais, de comandos, de restrições, rotas, ocupações, velocidades máximas permitidas, etc., de forma a permitir monitoração e auditoria de segurança sobre eventuais intercorrências.

#### 4.1.2 Requisitos de Operação em Falha Segura ou Tolerante a Falha

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.

As funções de segurança que são exercidas, segundo a operação em total obediência ao princípio de Falha Segura "*Fail Safe*" ou tolerante a falha "*Fault Tolerant*", dentro da arquitetura funcional do Sistema de Sinalização e Controle são atribuições dos módulos que desempenham funções de intertravamento através de seus equipamentos distribuídos nas Salas Técnicas das estações e ao longo da via.

O princípio de operação de Falha Segura ou “*Fault Tolerant*” tem por objetivo evitar que na operação do sistema possa ocorrer a possibilidade de riscos potenciais à vida dos passageiros, aos técnicos de operação e de manutenção bem como danos aos equipamentos e material rodante.

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

Uma falha humana ou de equipamentos deverá redundar na imposição de uma condição mais restritiva, ou seja, deverá acarretar na parada ou redução de velocidade de um trem, ou impedir a movimentação indevida de AMV's, salvo em caso de sabotagem, vandalismo ou uso impróprio através de ações sobre as quais o Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego de Estações, Vias e a Bordo do Trem não tem controle.

#### 4.1.3 Requisitos Gerais de Segurança RGS's

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 via principal, 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** - Somente poderá haver alinhamento de rota se não existir outra rota conflitante com a primeira. Rotas conflitantes são rotas que implicam em colisão frontal ou lateral com a rota solicitada;
- **RGS.6** - 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

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

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.7** - 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.8** - 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;
- **RGS.9** - 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 de 60 segundos pelo menos). 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.10** - No cancelamento de uma rota por desocupação sequencial, cada bloco de via só deverá deixar de fazer parte da rota após o mesmo ter sido desocupado pelo trem;
- **RGS.11** - 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 estiver desocupado. O trecho de via seguro da região da máquina de chave é aquele delimitado por bloqueios de acesso à região de AMV's;
- **RGS.12** - 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;
- **RGS.13** - A lógica do Intertravamento deve garantir uma autorização de movimento, que propicie uma distância de parada segura, no trecho de via que antecede a um bloqueio fechado;
- **RGS.14** - No alinhamento de rota, o estabelecimento de uma autorização de movimento deverá obedecer ao sentido de tráfego estabelecido e as condições da via;
- **RGS.15** - No trecho correspondente ao fim de via deverá haver sinalização adequada e sempre deverá ser imposto pelo Intertravamento, o comando de parada aos trens;
- **RGS.16** - 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.17** - 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;



PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

- **RGS.18** - 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.19** - 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.20** - 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;
- **RGS.21** - 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;
- **RGS.22** - 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.23** - Quando o trem estiver em operação manual, a distância segura de parada entre dois trens deve ser garantida por procedimentos operacionais;
- **RGS.24** - 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.25** - 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.26** - 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.27** - Um bloqueio deve permanecer fechado (entrada ou saída) quando houver pelo menos uma requisição de proibição para o mesmo em quaisquer IHM do sistema;
- **RGS.28** - Uma imposição de proibição de saída ou fechamento de entrada de um bloqueio só deverá ser retirada pela IHM que a originou;
- **RGS.29** - 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 do mesmo;
- **RGS.30** - O Intertravamento deverá garantir a não ocorrência da perda de detecção de ocupação de um trem num determinado trecho de via em que o mesmo esteja ocupando;



- **RGS.31** - 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.

#### 4.1.4 Requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade e Segurança

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 atendimento de 2 horas. Além disso, todo o sistema deverá estar obrigatoriamente certificado no nível SIL ("Safety Integrity Level") - 4 (funcionamento contínuo), conforme definido na norma IEC 61508 e refletido nas normas IEC62278/CENELEC50126.

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.

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.

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.

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.

Na tabela a seguir são definidos os valores mínimos aceitáveis de MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTTR (*Mean Time To Repair*), desejados para os módulos do Sistema de Sinalização:

MÓDULO	MTBF MÍNIMO (horas)	MTTR MÁXIMO (minutos)
Sistema de Controle de Tráfego - Funções de Proteção Automática	100.000	120
Dispositivo Detector de Ocupação de Trecho de Via	60.000	120
Máquina de Chave	500.000 (operações)	120

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

MÓDULO	MTBF MÍNIMO (horas)	MTTR MÁXIMO (minutos)
Estações de Trabalho do PCL	15.000	120

#### 4.1.5 Passagem em Nível

Todas as passagens em nível existentes foram consideradas que deverão ser removidas do sistema pelo Projeto Conceitual. Desta forma, durante os trabalhos de remoção das mesmas, o sistema de sinalização, caso venha a ser implantado primeiro, ele deverá considerar o controle das mesmas somente por um tempo até a conclusão das obras.

#### 4.1.6 Máquinas de Chave

As Máquinas de Chave e as barras de conexão devem possuir total compatibilidade com os AMV's padrão UIC, com detector(es) de posição das pontas de agulha (e de jacarés moveis se houverem) cujos contatos completarão o intertravamento associado, após detectar a movimentação completa do respectivo AMV.

Deve ser prevista uma manivela para operação manual, combinada com dispositivo que interrompa a alimentação do circuito de operação do motor e dos circuitos de detecção do posicionamento das pontas de agulhas, antes que seja possível utilizar a manivela para operação manual.

A fixação do conjunto máquina de chave/barras de conexão deve prever os vários modos construtivos dos AMV's e não permitir oscilações além daquelas para as quais o conjunto foi dimensionado.

Os dormentes especiais da máquina de chave deverão ser travados entre si com barra de Aço.

As máquinas de chave devem possuir força de acionamento entre 4.000 N e 6.000 N, de forma a deslocar as agulhas dos AMV's, e força de retenção adequada para garantir sua não movimentação durante a passagem dos trens.

O tempo de deslocamento total das agulhas deve ser de no máximo de 5 segundos.

O dispositivo detector de posicionamento de ponta de agulha deverá acusar falha nas seguintes condições:

- Quando a ponta de agulha apresentar uma abertura maior que 4 mm em relação ao trilho de encosto;
- Quando o travamento mecânico da máquina de chave não tiver sido completado.

As máquinas de chave devem possibilitar ciclos, de no mínimo, 80 operações contínuas durante 1 hora, 2 vezes ao dia, e 1.100 operações por dia, ou superior.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

As máquinas de chave devem realizar 500.000 operações ou mais sem falhas.

O motor utilizado na máquina de chave deve possuir as seguintes características:

- Grau de proteção melhor ou igual a IP-55 (geral) e classe igual ou superior a IP-67 em regiões sujeitas a inundações sob condições excepcionais, conforme definido na norma NBR-6146;
- Classe de isolamento H, 180º C, definido na norma IEC 60317-8;

As máquinas de chave devem possuir as seguintes características de isolamento elétrica:

- A resistência de isolamento entre todos os circuitos elétricos ao terra da via e ao trilho, deve ser melhor ou igual a 8 MΩ;
- As partes integrantes da máquina de chave devem se manter isoladas entre si e em relação ao aterramento da via e ao trilho, quando aplicados 3000 VDC durante 1 minuto.

As máquinas de chave devem ser acondicionadas em um invólucro metálico com grau de proteção igual ou superior ao IP-55 (geral) e classe igual ou superior a IP-67 em regiões sujeitas a inundações sob condições excepcionais, conforme definido na norma NBR-6146.

As máquinas de chave devem poder ser instaladas, tanto à direita como à esquerda dos AMV's e possuir caixa de junção hermeticamente fechada para realizar a interligação dos sinais de comando e controle;

#### 4.1.7 Locais Técnicos

O Novo CCO deverá ser concebido para atender os serviços do Metropolitano, TIM e Expresso (TIC) e poderá implantado na região de Jundiaí. Deverá abrigar além da Sala Operacional as salas técnicas e demais dependências necessárias para o cumprimento de sua missão.

Preferencialmente os 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.

Os Pátios da Lapa e/ou Jundiaí ou Pirituba e os estacionamentos distribuídos ao longo da linha deverão ser readequados com instalação de sinalização, entre outras readequações, para atenderem as necessidades operacionais e dos serviços de manutenção do Metropolitano (Linha 7 – Rubi), do Expresso (TIC) e do TIM.

#### 4.1.8 Validação da Confiabilidade e Segurança do Sistema de Sinalização

Visto a responsabilidade com a segurança operacional que o Sistema de Sinalização possui, torna-se obrigatória que o sistema implantado tenha um laudo de segurança emitido por empresa independente e

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

não coligada nem ao Fabricante do sistema e nem à CONCESSIONÁRIA Operadora e que tenha notória especialização e homologada para efetuar esse tipo de análise.

Essa análise de segurança deverá englobar análise dos 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”.

O relatório de Análise de Segurança deve 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, bem como as condições de aceitação.

As análises deverão ser conduzidas atendendo aos requisitos das normas de segurança citadas no item 8 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:

a) Identificação dos perigos e riscos:

- Identificação dos perigos inerentes aos processos de Operação e Manutenção;
- Identificação dos perigos associados ao meio-ambiente;
- Identificação dos subsistemas associados aos perigos identificados;
- Identificação dos tipos de eventos ou sequência de eventos que poderão provocar acidentes ou situações perigosas, incluindo falhas de componentes, erros nos procedimentos e erros humanos;
- Identificação e priorização dos perigos previsíveis associados ao sistema, incluindo os perigos decorrentes de:
  - ✓ Operação em condições normais;
  - ✓ Operação em condições de defeito;
  - ✓ 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.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- b) Análise Crítica dos Efeitos dos Modos de Falhas – FMECA;
- c) Análise dos Processos de Garantia da Segurança e Proteção;
- d) Estimativa da frequência de ocorrência e a severidade de cada perigo;
- e) Recomendações para Mitigação de eventuais pontos críticos à Segurança Operacional;
- f) Considerações e conclusões

#### **4.2 Documentações para Manutenção e Operação**

A CONCESSIONÁRIA deverá 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.

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.

De forma geral fornecer Manuais de Operação e de Manutenção de seus subsistemas detalhando:

##### **4.2.1 Especificação do sistema**

- Parâmetros básicos do subsistema;
- Requisitos funcionais e de desempenho;
- Interfaces homem/máquina;
- Interfaces com outros subsistemas;
- Estratégias, logística e condições para a operação de longo prazo;
- Estratégias, logística e condições para a manutenção de longo prazo;
- Considerações sobre a vida útil do subsistema, incluindo periodicidades de manutenção preventiva e de descomissionamento associado ao ciclo de vida de seus componentes.

##### **4.2.2 Análise de segurança e proteção do sistema e planos de segurança e proteção**

- Identificação dos perigos inerentes aos processos de Operação e Manutenção;
- Identificação dos perigos associados ao meio-ambiente;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Identificação dos tipos de eventos ou sequência de eventos que poderão provocar acidentes ou situações perigosas, incluindo falhas de componentes, erros nos procedimentos e erros humanos;
- Identificação dos perigos previsíveis associados ao sistema, incluindo os perigos decorrentes de:
  - Operação em condições normais;
  - Operação em condições de defeito;
  - Operação em situações de emergência;

#### 4.2.3 Plano de segurança e proteção

Deverão ser especificados os Planos de Segurança e Proteção, devendo conter:

- Estratégias para garantia da segurança e proteção;
- Detalhamento das responsabilidades, competências e inter-relações entre as áreas na realização das atividades ao longo de todo o ciclo de vida do equipamento;
- Descrição das atividades de segurança e proteção que devem ser conduzidas ao longo do ciclo de vida;
- Auditoria da segurança e proteção, para verificar conformidade do processo de gestão com o Plano de Segurança e Proteção;
- Processos para a aprovação da segurança e proteção do sistema;

#### 4.2.4 Processos de Garantia da Confiabilidade

- Análise funcional e definição de falhas do sistema;
- Descrição dos critérios de tolerância a falhas;
- Vida útil dos componentes;
- Processos de validação da garantia da confiabilidade (como testes, análises dos itens de confiabilidade, etc.) aplicados ao subsistema.

#### 4.2.5 Processo de Garantia da Disponibilidade

- Descrição dos critérios de tolerância a falhas e níveis de degradação das funções operacionais previstas;
- Processos de validação da garantia da disponibilidade (como testes, análises funcionais, etc.) aplicados ao subsistema.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

#### 4.2.6 Processo para a Manutenibilidade

- Características gerais do subsistema;
- Previsão do Tempo Médio de Reparo;
- Plano e procedimentos previstos para a aceitação e Comissionamento do subsistema;
- Plano das atividades de manutenção dos equipamentos do subsistema contendo:
  - ✓ Descrição das atividades de manutenção periódica para o subsistema e suas periodicidades;
  - ✓ Procedimentos de Manutenção requeridos pelos equipamentos;
  - ✓ Equipamentos de testes e ferramentas a serem utilizadas nas várias atividades de manutenção;
  - ✓ Procedimentos de Inspeção, Ajustes e Testes para certificação do correto estado funcional dos equipamentos;
  - ✓ Procedimentos para manutenção dos equipamentos microprocessados e componentes programáveis, detalhando rotinas, processos e equipamentos para sua gravação e substituição em casos de falhas;
- Informações técnicas detalhadas de cada equipamento incluindo:
  - ✓ Características técnicas;
  - ✓ Descritivo de funcionamento;
  - ✓ Esquemas elétricos;
  - ✓ Desenhos e especificações de montagem;
  - ✓ Descrição e características dos sinais das entradas e saídas;
  - ✓ Fluxograma funcional dos softwares, suas variáveis internas e timing dos sinais de entrada e saída;
  - ✓ Listagem de materiais;
  - ✓ Lubrificantes indicados e seus volumes;
  - ✓ Interligações e interconexões com outros equipamentos ou subsistemas
  - ✓ Descrição do apoio logístico, pessoal, instalações de manutenção e sobressalentes necessários às atividades de manutenção do subsistema;
  - ✓ Precauções relativas à segurança de pessoal;

#### 4.2.7 Softwares

Para todos os equipamentos e sistemas que contenham microprocessadores ou circuitos programados, deverão ser fornecidos, no mínimo os seguintes documentos com as informações especificadas:

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- Descritivos de funcionamento do software ou da programação do componente;
- Definições de dados de entrada;
- Definições de dados de saída;
- Parâmetros utilizados no tratamento dos dados;
- Descrição e parâmetros das rotinas de tratamento de erros e diagnósticos;
- Descrição dos "*timings*" ou temporização de sequência de eventos tratados pelo *software*, faixa de memória de programa e faixa de memória de dados.
- Em caso de transmissão de dados de forma serial entre equipamentos, detalhar os protocolos utilizados, bem como os "*timings*" e conteúdos das informações transmitidas.

Também deverão ser fornecidas as seguintes informações e arquivos de software e de programação de componentes:

- Arquivos gravados em mídia com os códigos dos programas gravados nas memórias dos microcontroladores e dos códigos gravados nos componentes programáveis dedicados;
- Procedimento para gravação dos programas nas memórias e componentes, indicando também o hardware, sistema operacional e softwares específicos a serem utilizados;
- Arquivos dos programas de instalação utilizados nos notebooks para monitoração e testes nos equipamentos microprocessados do trem;
- Manuais de operação dos softwares de monitoração e testes.



#### 4. DIRETRIZES MANDATÓRIAS PARA O SISTEMA DE ENERGIA

As diretrizes aqui definidas são mandatórias para o projeto do sistema de energia, sendo que a CONCESSIONÁRIA pode definir seu próprio projeto. Quando diferente do recomendado, necessitará de prévio aviso e a não objeção do PODER CONCEDENTE.

Na relação de Apenso deste Anexo, estão identificados os elementos referenciais para o desenvolvimento deste Projeto Funcional para o Sistema Elétrico.

Assim, pode-se identificar neles:

- Apenso 1 - Diagrama Elétrico Atual da Linha 7;
- Apenso 2 - Detalhe Alimentação Elétrica entre SE Tietê e SE Jaraguá;
- Apenso 3 – Especificação Técnica - CPTM Sistema Energia e Fornecimento de SE e Cabines;
- Apenso 4 - Subestação de Tração - Arranjo-Tipo e
- Apenso 5 - Diagrama Alimentação Elétrica Proposto para LINHA 7 TIM EXPRESSO

##### 5.1 Situação Atual do Sistema Elétrico

Para a visualização do diagrama do Sistema Elétrico atual da Linha 7, apresenta-se no Apenso 1, destaca-se sumariamente a localização e as potências instaladas nestas subestações da Linha 7. Na sequência das figuras apresentadas a seguir estão: a SE Tietê, SE Jaraguá e SE Caieiras.

**Figura 1: Subestação Tietê – km 10+512**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 2: Subestação Jaraguá km 19+186**

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 3: Subestação Caieiras km 27+589**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 4: Subestação Francisco Morato km 38+526**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 5: Subestação Campo Limpo km 49+633**



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

A tabela a seguir apresenta a situação atual das capacidades de alimentação das subestações retificadoras e como o Sistema de Energia e Eletrificação deverá evoluir para atender a todo TIC EIXO NORTE após o 4º ((quarto) ano da CONCESSÃO. O funcionamento concomitante dos três SERVIÇOS; LINHA 7, TIM e EXPRESSO, irão requerer a partir do 4º ano, até o 6º ano da CONCESSÃO, a ampliação atual de 46 MW para 107 MW, que será suficiente para os 30 anos da CONCESSÃO. Quatro subestações novas: Jundiaí, Louveira, Valinhos e Campinas, no trecho de Jundiaí a Campinas são previstas até o 4º ano e a nova restante: Água Branca e o reforço das três restantes: Jaraguá, Caieiras e Francisco Morato, até o 6º ano da CONCESSÃO.

**Tabela 1: Sistema de Energia e Eletrificação – Subestações retificadoras e cabines de Seccionadores**

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

SISTEMA DE ENERGIA E ELETRIFICAÇÃO – 3kVcc					
LOCAL (km)	CABINE	SUBESTAÇÃO	PROPOSTA	POTÊNCIA / HORIZONTE DE DEMANDA	
				ATUAL	Do 4º ano ao Final Concessão
05+600		Água Branca	NOVA		12 MW
10+512		Tietê		12 MW	12 MW
13+623	Vila Clarice		MELHORIA		
19+186		Jaraguá	MELHORIA	8 MW	12 MW
27+589		Caieiras	MELHORIA	9 MW	15 MW
33+293	Franco da Rocha		MELHORIA		
38+526		Francisco Morato	MELHORIA	9 MW	12 MW
45+300	Botujuru		MELHORIA		
49+633		Campo Limpo		8 MW	8 MW
59+650		Jundiaí	NOVA		12 MW
70+920	Corrupira		NOVA		
76+500		Louveira	NOVA		8 MW
83+500	Vinhedo		NOVA		
91+450		Valinhos	NOVA		8 MW
100+660	Samambaia		NOVA		
106+460		Campinas	NOVA		8 MW
<b>POTÊNCIA TOTAL (MW)</b>				<b>46 MW</b>	<b>107 MW</b>

Fonte: Projeto TIC e Linha7 Progen

## 5.2 Considerações no Dimensionamento do Sistema de Energia e Eletrificação

Com a implantação do SERVIÇO EXPRESSO, do SERVIÇO TIM e com a intensificação da operação do SERVIÇO LINHA 7 com redução do tempo de *headway*, o Sistema de Energia e Eletrificação deverá ser readequado e ampliado para suprir o aumento da demanda de energia, inclusive considerando um *headway* de até 3 minutos para o SERVIÇO LINHA 7.

Nesta recomendação para o Sistema de Energia e Eletrificação considerou-se dois horizontes referenciais para implantação e/ou incremento de potência ao sistema elétrico no período da CONCESSÃO (30 anos).

Assim, para que ocorra a operação do SERVIÇO EXPRESSO e SERVIÇO TIM entre Jundiaí e Campinas e entre Jundiaí e Francisco Morato e todo o sistema completo da CONCESSÃO, que inclui os SERVIÇOS da LINHA 7 e do EXPRESSO de Barra Funda a Francisco Morato, conforme estabelecido no Anexo II.G, todo Sistema de

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Energia e Eletrificação proposta neste Projeto Funcional, já deverá um ano antes estar pronto, comissionado e disponibilizado para suprir cada um dos três trechos da CONCESSÃO.

Para o trecho entre Barra Funda a Francisco Morato, se adiciona a Subestação Retificadora de Água Branca para compor com a Subestação Tietê, um suporte de energia que compense a retirada do fornecimento de energia proveniente da Subestação Pari da CPTM. Será possível a interrupção deste fornecimento logo na transferência da Linha 7, seccionando-o no Pari e deixando todo fornecimento por Tietê, liberando a CONCESSIONÁRIA do ressarcimento do consumo de energia à CPTM. Entretanto, um ano antes do horizonte da operação do SERVIÇO EXPRESSO, desde Barra Funda, esta Subestação de Água Branca deverá estar disponibilizada.

Desta forma, para a determinação das potências necessárias e quantidades de Subestações que comporão o sistema de Energia e Eletrificação dos serviços, o Projeto Conceitual levou em consideração que<sup>2</sup>:

- a) SERVIÇO LINHA 7 operará com 21 trens (mais 3 reservas) do início da CONCESSÃO até 2035 (*headway* de 4 minutos) e depois operará com 24 trens (mais 3 reservas e *headway* de 3,5 minutos) nos horários de pico até o final do período de CONCESSÃO. Os trens considerados no Projeto conceitual são os da série 9500 da CPTM (Anexo II.F);
- b) O SERVIÇO TIM operará com 9 trens (mais um reserva) nos horários de pico (4 trens por hora), a partir de 2025 até 2050 e todos serão praticamente iguais em desempenho e características que os trens da série 9500 da CPTM (Anexo II.F);
- c) O SERVIÇO EXPRESSO operará com 12 trens nos horários de pico (4 trens por hora) a partir de 2026 até 2050 e serão trens longos de alta capacidade de transportar passageiros sentados (de 800 e 900 passageiros sentados), podendo ser piso simples e de até 300m de comprimento ou *double decker* de 155m de comprimento. Em função da demanda prevista, foi considerado e, a partir de 2035, essa frota poderá ter reforço de dois trens duplos nos horários de pico para atender até o final da CONCESSÃO em 2050 (Anexo II.F).

Assim, todo o sistema de Energia e as novas Subestações Retificadoras deverá estar completamente instalado e comissionado até a conclusão das obras de retificação e eletrificação das vias as entre Jundiaí a Campinas, conforme indicado no Anexo II G – Cronograma da CONCESSÃO.

---

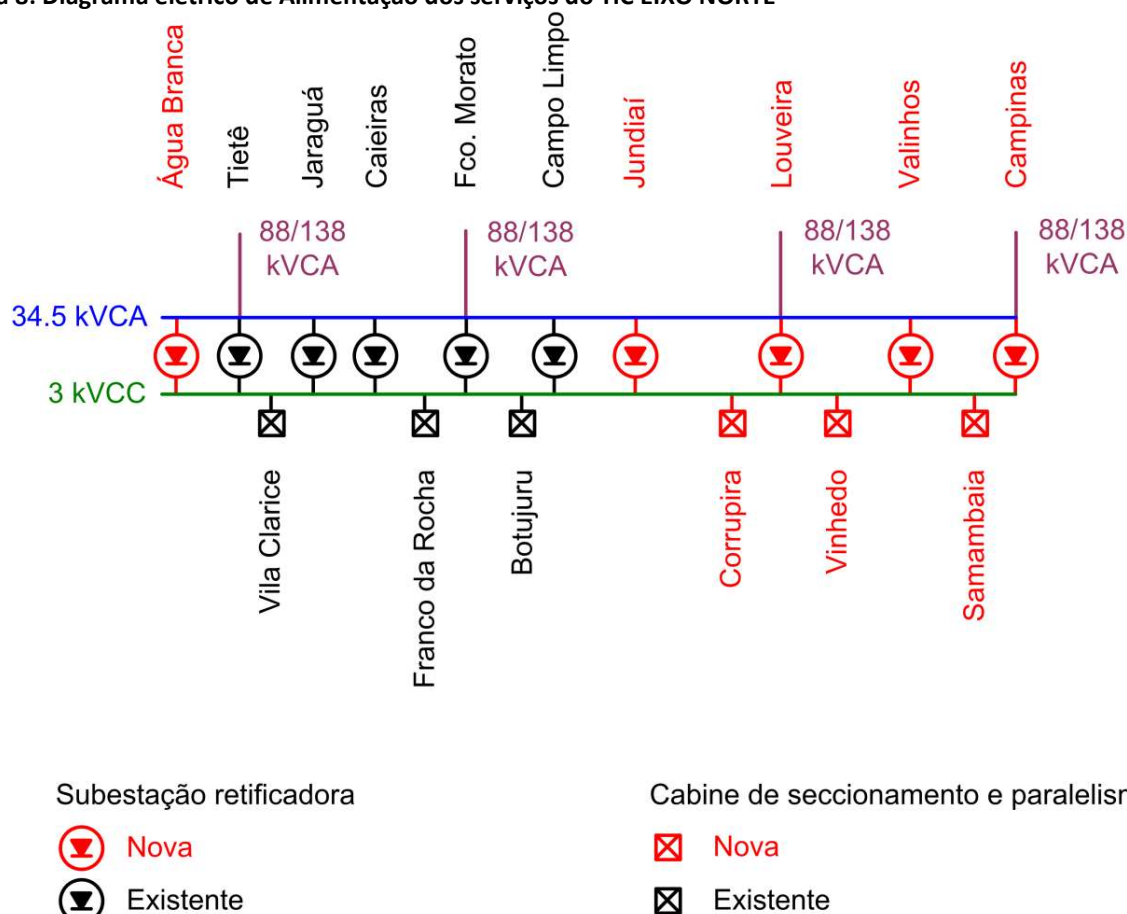
<sup>2</sup> **NOTA:** as considerações “a”, “b” e “c” foram a partir de estimativas e simulações consideradas Projeto Conceitual, porém isso não exige a CONCESSIONÁRIA de fazer eventuais ajustes necessários no detalhamento do Projeto, para se adaptar às reais demandas r verificadas e aos máximos carregamentos especificados

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

Após conclusão das obras da nova via para o SERVIÇO EXPRESSO entre Barra Funda a Jundiaí em 2026, todo o sistema estará pronto para operar em sua plena capacidade.

Portanto, a configuração geral simplificada para o Sistema de Energia e Eletrificação será como apresentado no diagrama a seguir:

**Figura 8: Diagrama elétrico de Alimentação dos serviços do TIC EIXO NORTE**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

Adicionalmente, para melhor compreensão, se apresentam o Diagrama Geral de Alimentação Elétrica da Linha 7 e Detalhes da Alimentação Elétrica SE Tietê e SE Jaraguá, constantes dos Apenso 1 e 2, Especificações da CPTM para fornecimento de subestações e cabines de seccionamento e paralelismo (Apenso 3) e o arranjo-tipo de subestações (Apenso 4). O Apenso 5 apresenta o diagrama do Projeto – SERVIÇOS LINHA 7, TIM E EXPRESSO.

A tabela a seguir apresenta as estimativas de áreas, que devem ser utilizadas na construção das novas subestações, bem como as áreas das subestações existentes, bem como a configuração básica de cada subestação do sistema de Energia e Eletrificação para o TIC EIXO NORTE.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

**Tabela 2: Áreas para as subestações novas e atuais**

ÁREAS PARA SUBESTAÇÕES NOVAS E ATUAIS					
SUBESTAÇÃO	SITUAÇÃO	TENSÃO ALIMENTAÇÃO	ÁREA (M <sup>2</sup> )( <sup>1</sup> )	DIMENSÕES (m) DO TERRENO	POTÊNCIA (MW)
Água Branca	Nova	34,5 kV	1.250	25 x 50	3 x 4 MW
Tietê	Existente	88/138 - 34,5 kV	3.890		12 MW
Jaraguá	Existente	34,5 kV	1.410		3 x 4 MW
Caieiras	Existente	34,5 kV	1.300		5 x 3 MW
Fco. Morato	Existente	88/138 - 34,5 kV	5.260		4 x 3MW
Campo Limpo	Existente	34,5 kV	2.415		2 x 4 MW
Jundiaí	Nova	34,5 kV	1.250	25 x 50	3 x 4 MW
Louveira	Nova	88/138 - 34,5 kV	2.100	28 x 75	2 x 4 MW
Valinhos	Nova	34,5 kV	1.250	25 x 50	2 x 4 MW
Campinas	Nova	88/138 - 34,5 kV	2.100	28 x 75	2 x 4 MW

(<sup>1</sup>) Área total externa + edificações

Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

## 5. DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DA REDE AÉREA (CATENÁRIA)

As redes aéreas devem ser instaladas para alimentação dos trens do SERVIÇO EXPRESSO na via singela e *sidings*, no trecho de entre as estações Barra Funda a Jundiaí de 57 km; essa via compartilha a seção da ferrovia com das vias do SERVIÇO LINHA 7. Ambos os serviços de passageiros estarão segregados do serviço da carga.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Além deste trecho, também será revitalizada e eletrificada as vias duplas do trecho Jundiaí - Campinas com 44,4 km, onde também deverá ser instalada rede aérea para alimentação dos trens dos SERVIÇOS TIM E EXPRESSO, em 3 kVcc.

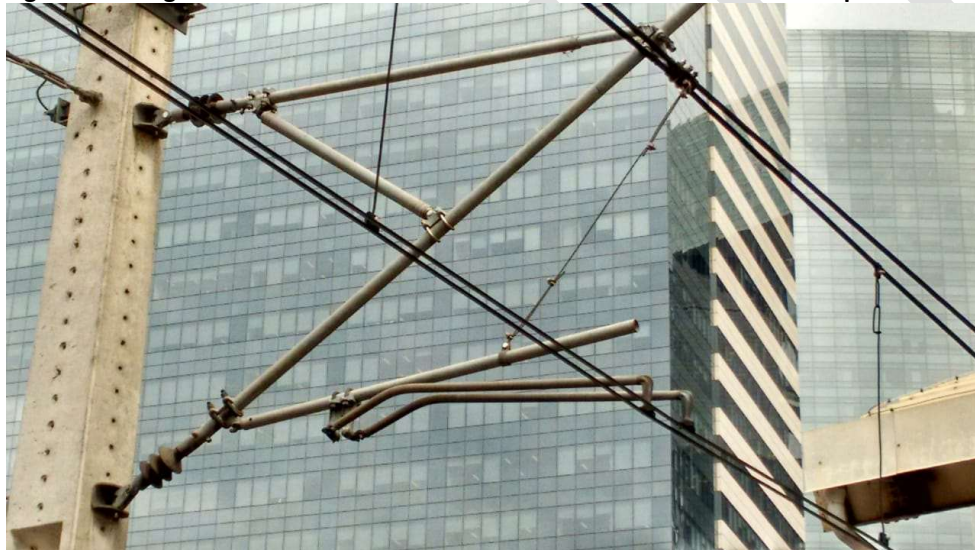
Elas deverão ser do tipo catenária suspensas por postes e pórticos metálicos ou de concreto e utilizando a suspensão triangular.

Será constituída por um cabo mensageiro e dois fios de contato, todos em cobre, com bitolas de 253 mm<sup>2</sup> e 107 mm<sup>2</sup>, respectivamente.

Os principais componentes das redes aéreas são os condutores do cabo mensageiro, fio de contato e cabo equipotencial. Quanto à suspensão e fixação, já estão sendo empregados os triângulos ou cantilêveres articulados e isolados bem como os usuais suspensórios e puxadores.

Para as malhas de aterramentos também deverão ser observadas as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

**Figura 9: Triângulos ou cantilêveres articulados e isolados com os usuais suspensórios e puxadores**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

**Figura 10: Detalhes de triângulos ou cantilêveres da Linha 7 das vias 1 e 2 e via auxiliar (Estação Lapa)**



PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 - Progen

Adicionalmente, deverão ser utilizados os aparelhos de auto compensação constituídos pelo cadernal e conjunto de polias. Para a instalação da rede aérea, os postes podem ser de concreto ou metálico, podendo também, dependendo da quantidade de vias a serem alimentadas e o local, serem usados os pórticos de estrutura metálica.

**Figura 116: Postejamento com elementos de concreto alimentando vias independentemente**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

Em sistemas de rede aérea fixa, o tensionamento é projetado para a temperatura de 20°C, enquanto nos sistemas autocompensados o tensionamento é constante, independente da temperatura ambiente. Esse sistema possui baixo desempenho e deverá ser evitado nas redes aéreas das vias operacionais, podendo ser

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

utilizado excepcionalmente em vias secundárias ou estacionamentos, mediante prévia não objeção do PODER CONCEDENTE.

Os tramos da rede aérea são finalizados com o emprego de equipamentos tensores distribuídos ao longo da linha. Quando se tratar de trechos muito longos, geralmente maiores que 1.600 m, instalam-se pontos fixos no meio para equalizar o tensionamento.

**Figura 12: Detalhe de aparelho de autocompensação da tensão mecânica nos fios de contato e messageiro**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 - Progen

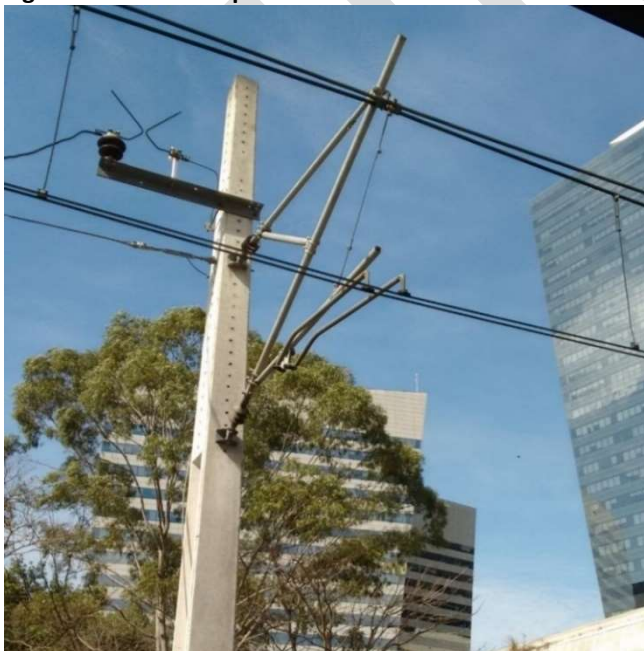
**Figura 137: Detalhe de montagem que permite a separação física das catenárias para uma delas ser ancorada**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

Para o sistema de para-raios, utilizar preferencialmente os poliméricos que possuem um nível de repetitividade e qualidade muito superior.

**Figura 8: Detalhe de para-raios da catenária**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 - Progen



**Figura 159: Detalhe de montagem com aparelhos tensores, contrapesos e roldanas**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 - Progen

Considerando a futura extensão da rede aérea para o trecho Jundiaí – Campinas, deverá ser empregado sistema de autocompensação que possui qualidade que se refletem em melhorias operacionais e excelente qualidade de captação de corrente, compatível com os trechos de alta densidade de tráfego e em baixo fator de risco de paralisações de tráfego por enroscamento de pantógrafos, com redução de rupturas de ancoragens e baixa taxa de ruptura dos suspensórios, tudo em consequência da diminuição de vibração no fio de contato durante a passagem de trens.

É importante observar que a configuração da rede aérea deverá ser compatível com a velocidade operacional igual ou maior que 120 km/h.

## PARTE II - EMPREENDIMENTOS DOS SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, TELECOMUNICAÇÕES E ENERGIA

### 7. DESCRIÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA DO TIC EIXO NORTE

#### 7.1 Introdução

Os EMPREENDIMENTOS referentes à Energia, descritos na sequência, são componentes do Projeto TIC EIXO NORTE, definidos a partir do Projeto Conceitual, e elencados para implementação sob responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

Inicialmente cumpre observar que:

- (i) Os projetos aqui elencados pelo PODER CONCEDENTE, como EMPREENDIMENTOS de energia, possuem o caráter referencial, posto que são resultados de um Projeto Conceitual. A CONCESSIONÁRIA poderá elaborar propostas alternativas que serão CERTIFICADAS pelo AUDITOR INDEPENDENTE, subsidiando a não objeção do PODER CONCEDENTE;
- (ii) A não objeção do PODER CONCEDENTE aos projetos citados no item (i) é um ato vinculado à CERTIFICAÇÃO pelo AUDITOR INDEPENDENTE; e
- (iii) Caso as PARTES não concordem com a avaliação do AUDITOR INDEPENDENTE quanto aos projetos apresentados pela CONCESSIONÁRIA como proposta alternativa, a controvérsia poderá ser submetida ao COMITÊ DE PREVENÇÃO E RESOLUÇÃO DE DIVERGÊNCIAS, nos termos do CONTRATO.

#### 7.2 Descrição dos Empreendimentos de Energia do Projeto TIC EIXO NORTE

Os EMPREENDIMENTOS estão descritos segundo uma ordem cronológica atrelada aos marcos temporais previstos para a operação dos SERVIÇOS LINHA 7, TIM e EXPRESSO. Que por sua vez se conectam diretamente aos trechos:

- Trecho em via dupla Jundiaí – Campinas (44,4 km), para suporte à operação do SERVIÇO TIM e do EXPRESSO, prevista para o 4,5º ano da CONCESSÃO;
- Trecho em via dupla Francisco Morato – Jundiaí (22 km) para suporte à operação do TIM, prevista para 5,5 anos da CONCESSÃO;
- Trecho em via dupla Barra Funda – Francisco Morato (35 km), prevista para o 7º ano da CONCESSÃO;
- Trecho em via singela com *sidings* entre Barra Funda e Jundiaí (56 km) para suporte da operação do EXPRESSO, prevista também para 7º ano da CONCESSÃO. Assim se completa o Projeto do EXPRESSO

### **7.2.1 Trecho Jundiaí – Campinas**

#### **7.2.1.1 Novas Subestações Retificadoras de Jundiaí, Louveira, Valinhos e Campinas.**

Quatro novas subestações retificadoras são previstas para alimentação de 3kVcc do SERVIÇO TIM e SERVIÇO EXPRESSO, para o trecho entre Jundiaí-Campinas. Esse trecho está atualmente sem sistema eletrificação e, portanto, o sistema de Energia e Eletrificação, como um todo, deverá ser implantado, desde a parte de instalação de catenárias, rede de média tensão de 34,5kVca, subestações primárias, cabines de seccionadores e Subestações Retificadoras.

As quatro Subestações Retificadoras previstas para o trecho juntas terão a capacidade de 36 MW, suficientes para alimentação dos trens do SERVIÇO EXPRESSO e SERVIÇO TIM até o final da CONCESSÃO.

A potência a ser instalada em cada subestação será respectivamente: Jundiaí com 12 MW; Louveira com 8 MW; Valinhos com 8 MW e Campinas com também 8 MW.

#### **7.2.1.2 EMPREENDIMENTO 42 Nova Subestação Jundiaí**

As figuras a seguir apresentam o local para a Instalação da nova subestação de Jundiaí:

**Figura 16: Local da futura Subestação Retificadora de Jundiaí (km 59+650)**



PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 17: Vista do local para a Subestação de Jundiá sob rede de alta tensão**



Fonte: Google Earth

Para a Subestação Retificadora de Jundiá, a área prevista é cerca de 1250 m<sup>2</sup>, suficientes para as instalações. Como há uma linha de alta tensão de 88kV muito próxima, esta SE poderia ser primária - o que minimizaria o investimento em um RAC, caso a opção de Louveira não se mostre viável ou requeira investimento alto.

A CONCESSIONÁRIA deverá construir as edificações e instalar a nova subestação retificadora conforme especificações descritas nos Apenso 3 e 4. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apenso 3.

A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Para compor a potência total de 12 MW, recomenda-se a utilização de 3 transformadores e unidades retificadoras modulares e proteções de 4 MW cada uma, podendo inclusive permitir o desligamento de uma e mantendo-se as demais em funcionamento.

A subestação deverá prever cubículos para alimentação controle de energização remoto e local e proteções das vias do SERVIÇO LINHA 7 e SERVIÇO EXPRESSO de forma independente. Para isso, deverá haver a inclusão de um novo circuito alimentador (disjuntor extra-rápido, chaves seccionadoras e cabos) para a catenária da via por onde circulará o SERVIÇO EXPRESSO,

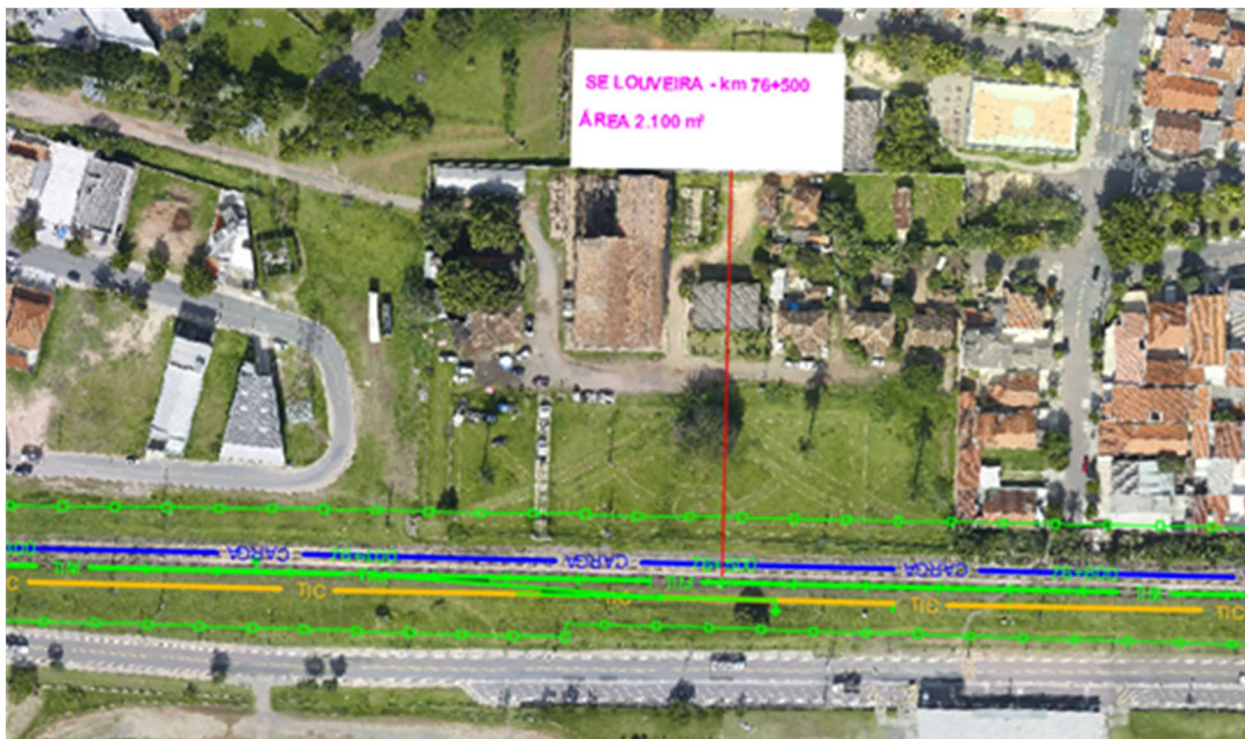
#### **7.2.1.3 EMPREENDIMENTO 43 Nova Subestação Louveira**

As figuras a seguir apresentam o local provável para as instalações da Subestação Retificadora de Louveira, no mesmo local onde no passado ficava a antiga subestação desativada em 1999. Deverá ser disponibilizado um terreno com área de aproximada de 2100 m<sup>2</sup>, suficientes para a nova Subestação Retificadora de Louveira de 8MW, bem como da nova Subestação Primária de 88/138 kVca/34,5 kVca, e que alimentará também os dois anéis de média tensão: de 34,5 kVca para alimentar demais Subestações Retificadoras do trecho e 13,8 kVca para suporte do sistema de sinalização e telecomando de AMV's. O solo deste local deverá ser investigado pela CONCESSIONÁRIA quanto a possível contaminação por Askarel e, se comprovada, efetuar o tratamento desta possível contaminação.

**Figura 18: Área da futura Subestação de Louveira - 8 MW (km 76+500)**



PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 1910: Vista lateral do local proposto para SE de Louveira e vestígios das antigas instalações**



Fonte: Google Earth

**Figura 20: Local para a Subestação Louveira e torres de suporte da linha de alta tensão**

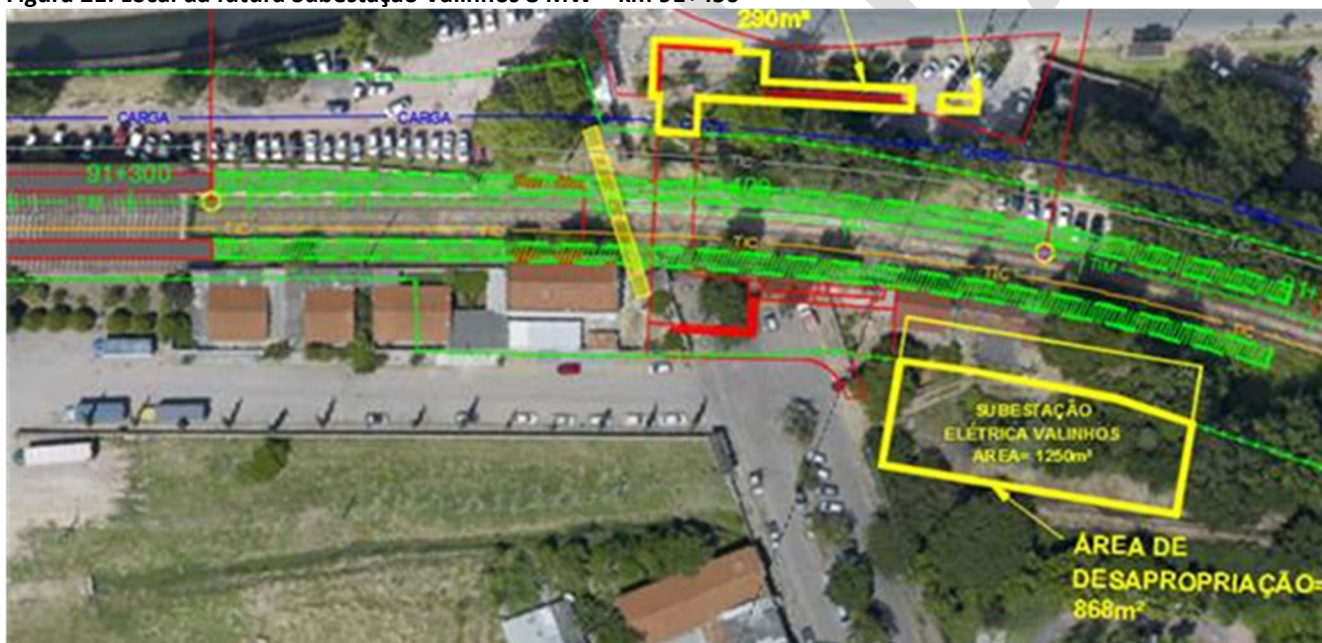




Fonte: Google Earth

#### 7.2.1.5 EMPREENDIMENTO 44 Nova Subestação Valinhos

**Figura 21: Local da futura Subestação Valinhos 8 MW – km 91+450**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 Progen

O local previsto para implantação desta Subestação é de fácil acesso e contíguo a nova estação; ocupa parte da faixa de domínio, mas exige complemento de desapropriação para o total de 1.250 m². A CONCESSIONÁRIA deverá construir as edificações e instalar a nova subestação retificadora conforme especificações descritas nos Apensos 3 e 4. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apendo 3.

A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

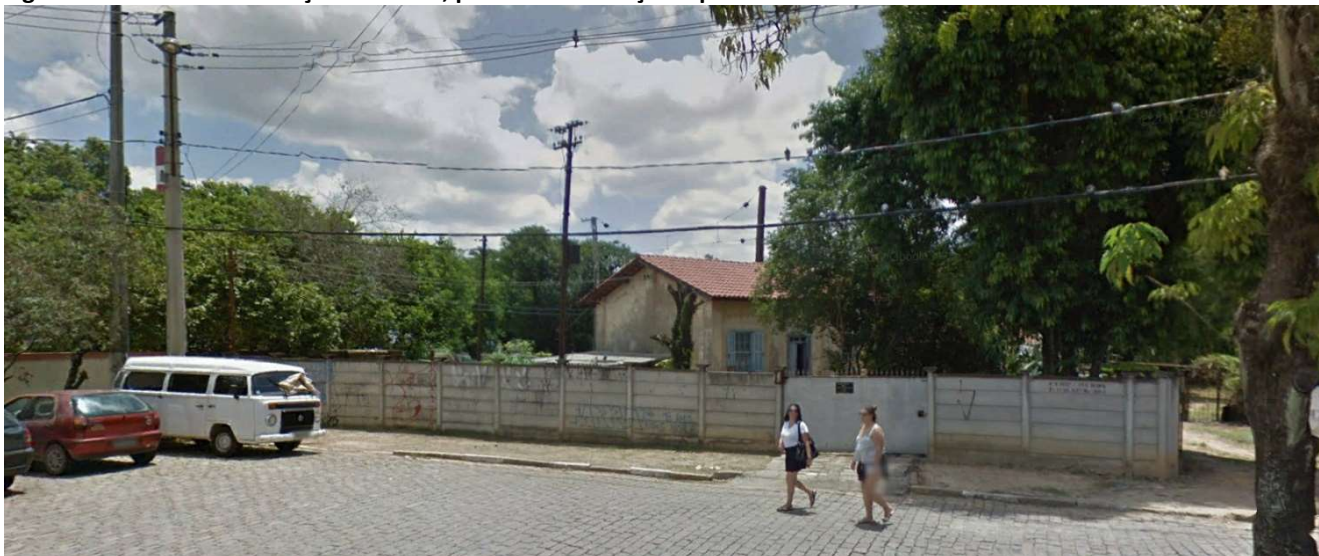
Para compor a potência total de 8 MW, recomenda-se a utilização de 2 transformadores e unidades retificadoras modulares e proteções de 4 MW cada uma, podendo inclusive permitir o desligamento de uma e mantendo-se as demais em funcionamento.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

A subestação deverá prever cubículos para alimentação controle de energização remoto e local e proteções das vias do SERVIÇO LINHA 7 e SERVIÇO EXPRESSO de forma independente. Para isso, deverá haver a inclusão de um novo circuito alimentador (disjuntor extra-rápido, chaves seccionadoras e cabos) para a catenária da via por onde circulará o SERVIÇO EXPRESSO,

**Figura 22: Local da Subestação Valinhos, próximo da estação e parcialmente na faixa de domínio**



Fonte: Google Earth

#### 7.2.1.6 EMPREENDIMENTO 45 Nova Subestação Campinas

**Figura 23: Local da Subestação de Campinas 8 MW (km106+460)**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 11: Vista do local da Subestação Campinas, com antigas instalações**

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**



Fonte: Google Earth

A área mínima prevista para a nova Subestação retificadora de Campinas é de 2100 m<sup>2</sup>, pois neste local será abrigada além da Subestação Retificadora, também a Subestação Primária 88/138 kVca/34,5 kVca de Campinas. Essa subestação primária, em conjunto com a subestação primária de Louveira (ou de Jundiaí), juntas alimentarão o anel de média tensão de 34,5 kVca que alimentam todas as Subestações Retificadoras do trecho Jundiaí Campinas. Igualmente, o anel de 13,8kVca, para suporte ao sistema de sinalização e telecomando de AMV's.

A Subestação Campinas está prevista para o mesmo local onde havia uma subestação de alimentação da antiga CPEF - Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Portanto, o solo deste local deverá ser investigado pela CONCESSIONÁRIA quanto a possível contaminação por Askarel e, se comprovada, efetuar o tratamento desta possível contaminação ou realocar para área próxima.

#### 7.2.1.7 EMPREENDIMENTO 46 Nova Cabine de Seccionamento e Paralelismo de Corrupira

A futura CONCESSIONÁRIA deverá prever a implantação de uma nova cabine de seccionamento e paralelismo no local denominado Corrupira, com área prevista é de 150 m<sup>2</sup>.

Estas 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, para temperatura ambiente de 50 °C. Estas chaves deverão ser monopolares para corrente nominal de 4.000 A e localizadas na saída para a rede aérea. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apenso 3.

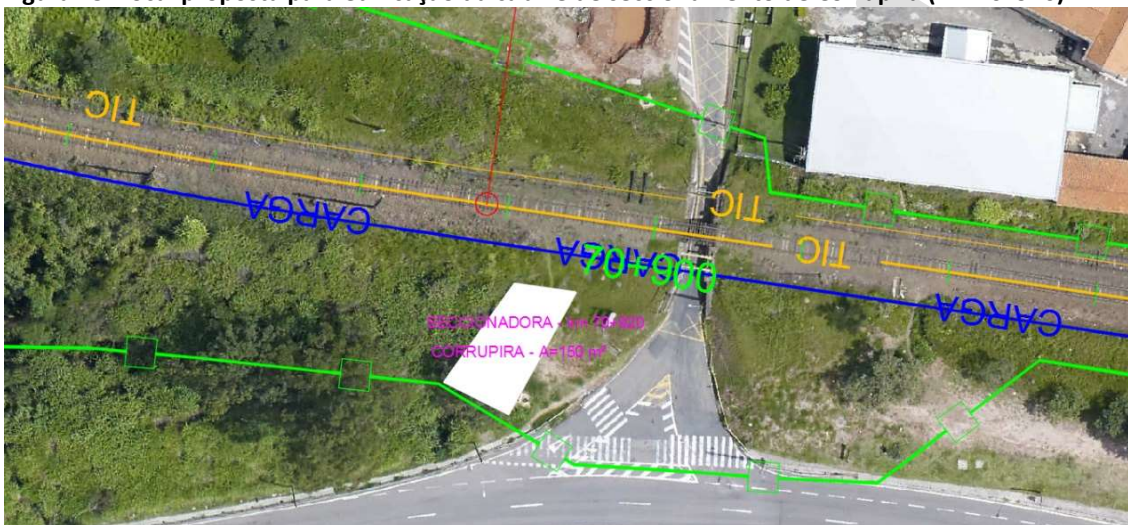


A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

Para comando e monitoração remota, deverão ser através de rede de dados de fibra ótica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional pelo novo CCO em Jundiaí.

**Figura 25: Local proposta para edificação da cabine de seccionamento de Corrupira (km 70+920)**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 26: Vista do local da antiga e da nova cabine de seccionamento de Corrupira**



Fonte: Google Earth

#### 7.2.1.8. EMPREENDIMENTO 47 Nova Cabine de Seccionamento e Paralelismo de Vinhedo

A futura CONCESSIONÁRIA deverá prever a implantação de uma nova cabine de seccionamento e paralelismo junto a nova estação de Vinhedo, com a área prevista é de 150 m².

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Estas 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, para temperatura ambiente de 50 °C.

Estas chaves deverão ser monopolares para corrente nominal de 4.000 A e localizadas na saída para a rede aérea. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apenso 3.

A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305. Para comando e monitoração remota, deverão ser através de rede de dados de fibra ótica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional pelo novo CCO em Jundiaí.

**Figura 27: Local para a futura cabine de seccionamento de Vinhedo (km 83+260)**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 28: Vista do local para edificação da cabine de seccionamento junto a nova Estação de Vinhedo**





Fonte: Google Earth

#### 7.2.1.9 EMPREENDIMENTO 48 Nova Cabine de Seccionamento e Paralelismo de Samambaia

A futura CONCESSIONÁRIA deverá prever uma nova cabine de seccionamento e paralelismo no local denominado Samambaia, cuja área prevista é de 150 m<sup>2</sup>.

Estas 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, para temperatura ambiente de 50 °C. Estas chaves deverão ser monopolares para corrente nominal de 4.000 A e localizadas na saída para a rede aérea. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apenso 3.

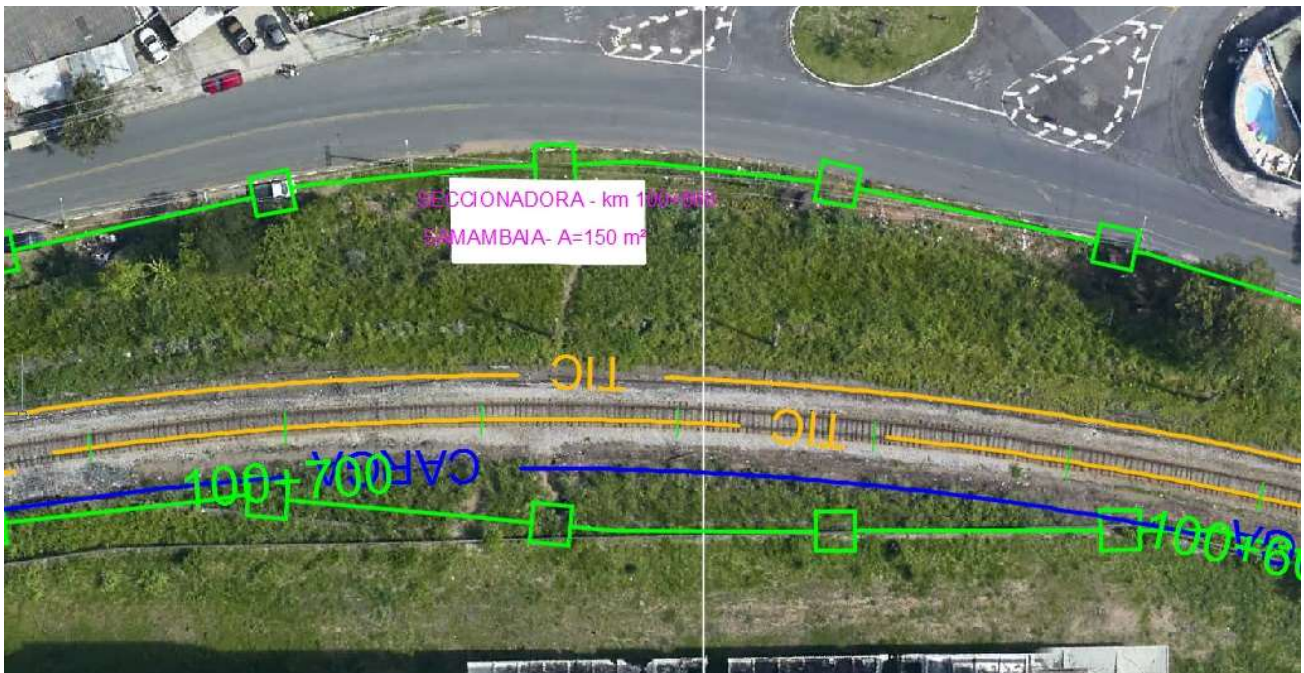
A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305. Para comando e monitoração remota, deverão ser através de rede de dados de fibra ótica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional pelo novo CCO em Jundiaí.

**Figura 29: Local proposto para a futura cabine de seccionamento de Samambaia (km 100+660)**

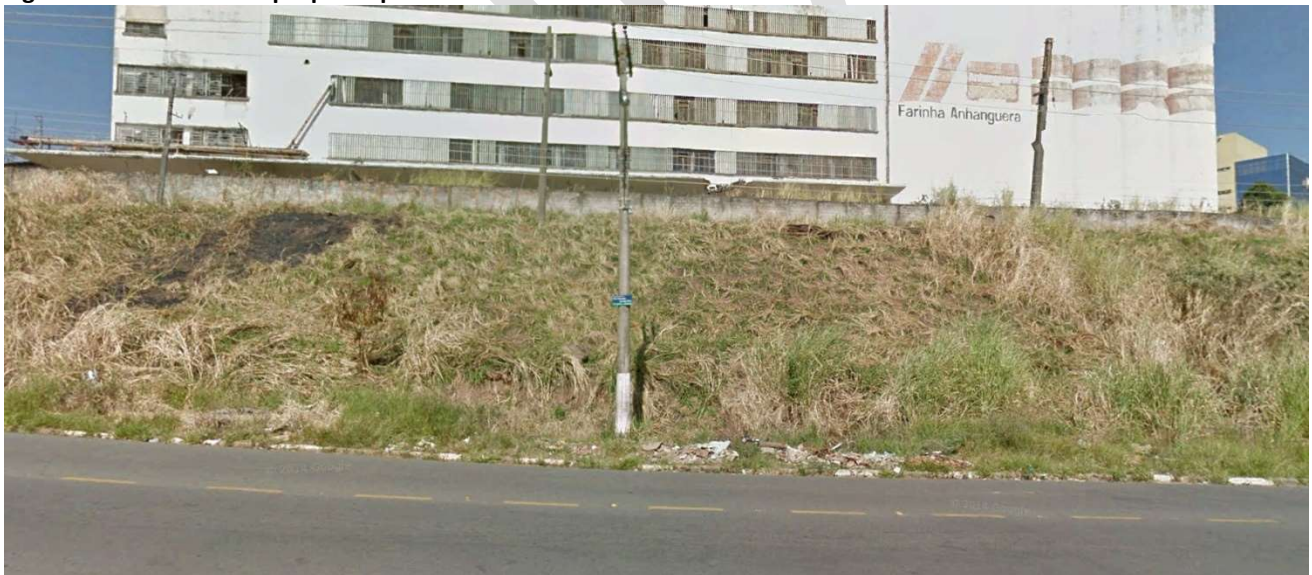


PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

**Figura 30: Vista do local proposto para a futura cabine de seccionamento de Samambaia**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen



## **7.2.2 Trecho Francisco Morato – Jundiaí**

### **7.2.2.1 EMPREENDIMENTO Nº 49 Cabine de Seccionamento e de Paralelismo de Botujuru**

A futura CONCESSIONÁRIA deverá providenciar as melhorias nesta cabine de Botujuru, onde está prevista a troca dos equipamentos (disjuntores e chaves) por equipamentos mais modernos e atualizados, devido ao estado de obsolescência ou fim de vida útil dos equipamentos atuais.

Estas chaves 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, para temperatura ambiente de 50 °C. Estas chaves deverão ser monopolares para corrente nominal de 4.000 A e localizadas na saída para a rede aérea. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apêndice 3.

A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305. Para comando e monitoração remota, deverão ser através de rede de dados de fibra ótica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional pelo novo CCO em Jundiaí.

## **7.2.3 Trecho Barra Funda – Francisco Morato**

### **7.2.3.1 EMPREENDIMENTO Nº 50 Nova Subestação Retificadora de Água Branca**

A nova Subestação Retificadora de Água Branca servirá para que o sistema de energia da CONCESSÃO, torne-se independente da alimentação fornecida pela Subestação Retificadora Pari da CPTM, e também servirá para reforçar a capacidade de alimentação da rede de 3 kVcc de alimentação dos trens do SERVIÇO LINHA 7 e o SERVIÇO DO EXPRESSO (TIC).

A subestação retificadora de Água Branca estará entre as estações Água Branca e Barra Funda e deverá ter 12 MW de potência. Ela deverá ficar pronta e operacional já ao final do terceiro ano da CONCESSÃO. Ela será alimentada pelo anel de média tensão de 34,5 kVca a partir da Subestação primária de Tietê.

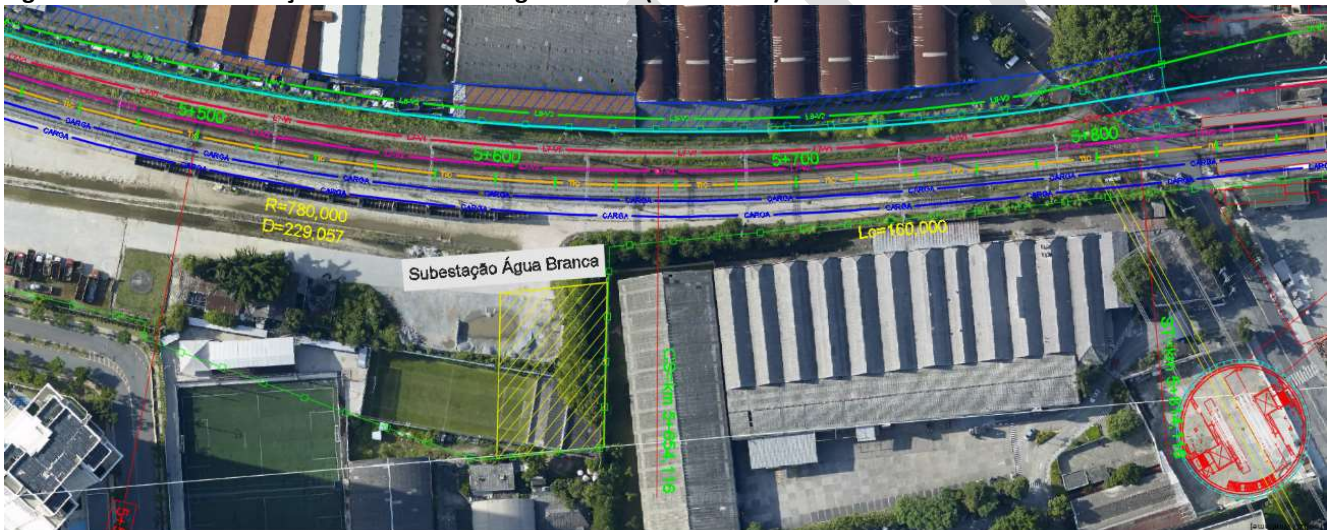
O terreno de aproximadamente 2.300 m<sup>2</sup> disponibilizado para a subestação de Água Branca, pertence atualmente ao patrimônio da CPTM e será liberado para uso da CONCESSIONÁRIA. Ele está indicado na figura a seguir:

**Figura 31: Provável localização da futura Subestação Retificadora de Água Branca**



Fonte: CPTM

**Figura 32: Futura Subestação retificadora de Água Branca (km 05+600)**



Fonte: Google Earth e elaboração Progen

A CONCESSIONÁRIA deverá construir as edificações e instalar a nova subestação retificadora conforme especificações descritas nos Apenso 3 e 4. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apenso 3.

A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

Para compor a potência total de 12 MW, recomenda-se a utilização de 3 transformadores e unidades retificadoras modulares e proteções de 4 MW cada uma, podendo inclusive permitir o desligamento de uma e mantendo-se as demais em funcionamento.

A subestação deverá prever cubículos para alimentação controle de energização remoto e local e proteções das vias do SERVIÇO LINHA 7 e SERVIÇO EXPRESSO de forma independente. Para isso, deverá haver a inclusão de um novo circuito alimentador (disjuntor extra-rápido, chaves seccionadoras e cabos) para a catenária da

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

via por onde circulará o SERVIÇO EXPRESSO, independente do circuito alimentador das vias do SERVIÇO LINHA 7. Também se recomenda um cubículo de alimentação e proteções reserva que pode ser colocado para alimentar quaisquer das vias mediante seleção de chaves em caso de intercorrências no sistema. Isso é necessário para que eventos ou intercorrências em uma via não afete a operacionalidade de outra via, além de prover redundância para contornar-se intercorrências ou mesmo desligamentos programados para manutenção.

Todos os sistemas de controle e monitoração da Subestação Retificadora deverão ser através de rede de dados de fibra ótica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO nas Instalações da CONCESSIONÁRIA em Jundiaí. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional de toda a Subestação Retificadora pelo novo CCO em Jundiaí.

**7.2.3.2 EMPREENDIMENTO Nº 51 Nova Subestação Retificadora de Tietê – enterramento do acesso de 88kVca**

Para a Subestação Tietê não está previsto aumento de potência além dos 12MW atuais. Entretanto, a CONCESSIONÁRIA deverá prever investimentos adicionais para atender à demanda do Meio Ambiente referente ao enterramento do acesso de 88kVca à Subestação, atualmente cruzando sobre uma sequência de residências.

**7.2.3.3 EMPREENDIMENTO Nº 52 Nova Subestação Retificadora de Tietê – separação do fornecimento de energia às residências**

Este investimento da CONCESSIONÁRIA engloba a solução de outra pendência que é a separação do fornecimento de energia e iluminação deste conjunto de residências de empregados da CPTM e que atualmente é provido pela subestação Tietê. Para isso, a futura CONCESSIONÁRIA deverá providenciar projeto e construção de rede interna de energia e iluminação independente, no padrão da CONCESSIONÁRIA de Energia local, e enterrar a conexão da subestação com a rede de alimentação, sob a via de acesso deste conjunto de residências. O PODER CONCEDENTE irá proceder a conversão do acesso viário, atualmente privativo às residências, em via pública, para que esta separação de áreas possa se efetivar e a CONCESSIONÁRIA de Energia local possa assumir os ativos correspondentes de energia destas residências. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão ser conforme o Apenso 3.

**7.2.3.4 EMPREENDIMENTO Nº 53 Repotencialização da Subestação Retificadora de Jaraguá**

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Devido à necessidade de se incrementar a potência instalada para suprir nova demanda do SERVIÇO LINHA 7 e SERVIÇO EXPRESSO, deverá ser incrementada a potência da Subestação retificadora de Jaraguá em + 4MW.

Para aumentar-se a capacidade de potência desta subestação, recomenda-se acrescentar um transformador e uma unidade modular retificadora e de proteção de 4 MW para obtenção do acréscimo necessário. 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.

Também se recomenda um cubículo de alimentação e proteções reserva que pode ser colocado para alimentar quaisquer das vias mediante seleção de chaves em caso de intercorrências no sistema. Isso é necessário para que eventos ou intercorrências em uma via não afete a operacionalidade de outra via, além de prover redundância para contornar-se intercorrências ou mesmo desligamentos programados para manutenção.

Na atualização de Subestação por repotencialização, também deverá ser verificado o estado das malhas de aterramento e se necessário reformar a malha atual ou efetuar nova malha de aterramento em adição à existente de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

De uma maneira geral a repotencialização desta subestação deverá prever a substituição de disjuntores existentes por disjuntores modernos de 34,5 kVca em razão de tecnologia defasada ou fim de vida útil. Para as cabines, algumas terão seus disjuntores extra-rápidos de 3 kVcc substituídos em razão de tecnologia defasada e/ou vida útil esgotada.

Nesta subestação retificadora haverá necessidade de se prever a inclusão de um novo circuito alimentador (disjuntor extra-rápido, chaves seccionadoras e cabos) para a catenária da via por onde circularão os serviços do TIC EIXO NORTE.

A rede de comandos e monitorações desta subestação deverá ser ajustada (ou instalados novos equipamentos) para utilizarem comunicação de rede de Fibra Ótica do novo sistema Telecomunicações para o novo CCO em Jundiaí. As redes de dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional desta subestação retificadora pelo novo CCO.

#### 7.2.3.4 EMPREENDIMENTO Nº 54 Repotencialização da Subestação Retificadora de Caieiras

Devido à necessidade de se incrementar a potência instalada para suprir nova demanda do SERVIÇO LINHA 7 e SERVIÇO EXPRESSO, deverá ser incrementada a potência das Subestações retificadoras de Caieiras em + 6MW.

Para aumentar-se a capacidade de potência desta subestação, recomenda-se acrescentar 2 transformadores e 2 unidades modulares retificadoras e de proteção de 3 MW para obtenção do acréscimo necessário. 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.

Também se recomenda um cubículo de alimentação e proteções reserva que pode ser colocado para alimentar quaisquer das vias mediante seleção de chaves em caso de intercorrências no sistema. Isso é necessário para que eventos ou intercorrências em uma via não afete a operacionalidade de outra via, além de prover redundância para contornar-se intercorrências ou mesmo desligamentos programados para manutenção.

Na atualização das Subestações para repotencialização, também deverá ser verificado o estado das malhas de aterramento e se necessário reformar a malha atual ou efetuar nova malha de aterramento em adição à existente de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

De uma maneira geral a reforma ou repotencialização desta subestação deverá prever a substituição de disjuntores existentes por disjuntores modernos de 34,5 kVca em razão de tecnologia defasada ou fim de vida útil.

Em cada subestação retificadora existente haverá necessidade de se prever a inclusão de um novo circuito alimentador (disjuntor extra-rápido, chaves seccionadoras e cabos) para a catenária da via por onde circularão os serviços do TIC EIXO NORTE.

A rede de comandos e monitorações desta subestação deverá ser ajustada (ou instalados novos equipamentos) para utilizarem comunicação de rede de Fibra Ótica do novo sistema Telecomunicações para o novo CCO em Jundiaí. As redes de dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional desta subestação retificadora pelo novo CCO.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

#### 7.2.3.5 EMPREENDIMENTO Nº 55 Repotencialização da Subestação Primária de Francisco Morato

De uma maneira geral, por melhorias entende-se a reforma ou repotencialização de subestações com a substituição por disjuntores modernos de 88/138 kVca e/ou 34,5 kVca. Está incluído nestas melhorias a instalação de um novo transformador de potência de 88/138 kVca - 34,5 kVca na Subestação Francisco Morato, oriundo de fornecimento Siemens já contratado pela CPTM, fato esse a ser confirmado junto ao PODER CONCEDENTE.

Como diretriz recomendada, o PODER CONCEDENTE deverá efetuar tratativas junto à futura CONCESSIONÁRIA, para que esta se incumba de efetuar somente o serviço de substituição dos equipamentos já comprados - no caso os disjuntores de 88/138 kVca e de 34,5 kVca, disjuntores extra-rápidos de 3 kVcc, transformador de potência 88/138 kVca - 34,5 kVca e equipamentos associados.

Em todos os serviços deverão ser observadas as normas descritas neste documento, bem como as recomendações descritas nos aqui Apenso listados, e em especial o Apenso 3.

Na atualização das Subestações, também deverá ser verificado o estado das malhas de aterramento e se necessário reformar a malha atual ou efetuar nova malha de aterramento em adição à existente de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305.

De uma maneira geral a reforma ou repotencialização de subestações deverá prever a substituição de disjuntores existentes por disjuntores modernos em razão de tecnologia defasada ou fim de vida útil.

Os comandos e monitorações remotos de todas as subestações deverão ser ajustados (ou instalados novos equipamentos) para utilizarem comunicação de rede de Fibra Ótica do novo sistema Telecomunicações para o novo CCO em Jundiaí. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisorio SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional de toda a Subestação Primária pelo novo CCO.

#### 7.2.3.6 EMPREENDIMENTO Nº 56 Melhorias na Cabine de Seccionamento e Paralelismo de Vila Clarice

A futura CONCESSIONÁRIA deverá providenciar as melhorias desta cabine de Vila Clarice, onde está prevista a troca dos equipamentos (disjuntores e chaves) por equipamentos mais modernos e atualizados, devido ao estado de obsolescência ou fim de vida útil dos equipamentos atuais.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Estas chaves 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, para temperatura ambiente de 50 °C. Estas chaves deverão ser monopolares para corrente nominal de 4.000 A e localizadas na saída para a rede aérea. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apenso 3.

A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305. Para comando e monitoração remota, deverão ser através de rede de dados de fibra ótica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado funcional pelo novo CCO em Jundiaí.

#### 7.2.3.6 EMPREENDIMENTO Nº 57 Melhorias na Cabine de Seccionamento e Paralelismo de Franco da Rocha

A futura CONCESSIONÁRIA deverá providenciar as melhorias desta cabine de Franco da Rocha, onde está prevista a troca dos equipamentos (disjuntores e chaves) por equipamentos mais modernos e atualizados, devido ao estado de obsolescência ou fim de vida útil dos equipamentos atuais.

Estas chaves 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, para temperatura ambiente de 50 °C. Estas chaves deverão ser monopolares para corrente nominal de 4.000 A e localizadas na saída para a rede aérea. Os equipamentos, proteções, comandos e configurações deverão estar em conformidade com o Apenso 3.

A malha de aterramentos deverá ser feita de acordo com as normas NBR 15751, NBR 15749 e IEC 62305. Para comando e monitoração remota, deverão ser através de rede de dados de fibra ótica do sistema de Telecomunicações para o novo CCO. Os dados e comandos deverão ser de acordo com a norma EN 61850.

Deverá possuir sistema supervisório SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition ligado à rede de dados em fibra ótica de forma a permitir comandos e monitorações de estado

## **8. ALIMENTAÇÃO DAS ESTAÇÕES E SISTEMAS**

Um importante subproduto, que poderá ser obtido com essa malha de alimentação para tração dos trens e loop de média tensão, é a retirada da alimentação das estações e demais sistemas das redes das concessionárias locais em 13,8 kVca e passar a alimentá-las também pelo anel de média tensão de 34,5kVac. Isso pode ser viabilizado, pois a energia consumida pelas estações e sistemas representam, somente cerca de 10% da energia elétrica consumida pelos trens. Essa estratégia deverá ser avaliada pela futura CONCESSIONÁRIA, pois pode trazer importante redução do custo de energia, porquanto esses sistemas também passariam a consumir energia elétrica mais barata comprada em mercado aberto, junto com a energia para a tração.

Para isso, a CONCESSIONÁRIA deverá desenvolver o projeto para alimentação das estações e sistemas ou utilizando-se da própria proprietária de 13,8 kVca e distribuindo pelas estações e sistemas existentes ou substituindo os transformadores de entrada para receber alimentação diretamente do loop de média tensão de 34,5 kVca.



## 9. EMPREENDIMENTOS DE SISTEMAS E TELECOM

### 9.1 EMPREENDIMENTO 58 CCO - Centro de Controle Centralizado

O CCO proposto do TIC EIXO NORTE será instalado pela CONCESSIONÁRIA no Pátio Jundiaí – Instalações da Concessionária, próximo à Estação Jundiaí – aproximadamente o ponto intermediário do traçado. Deverá controlar inicialmente o primeiro trecho selecionado para operação do Expresso e o TIM, que é Jundiaí a Campinas (44,4 km). Gradativamente passará controlar o TIM de até Francisco Morato, e finalmente o Projeto completo com a inclusão do trecho de Francisco Morato até Barra Funda.

Terá um espelho na CMCP e no CCO da CPTM localizado no Brás e executará opcionalmente e a pedido do PODER CONCEDENTE, apenas a função de monitoramento operacional, tendo os serviços do TIC EIXO NORTE apenas como espelhos.

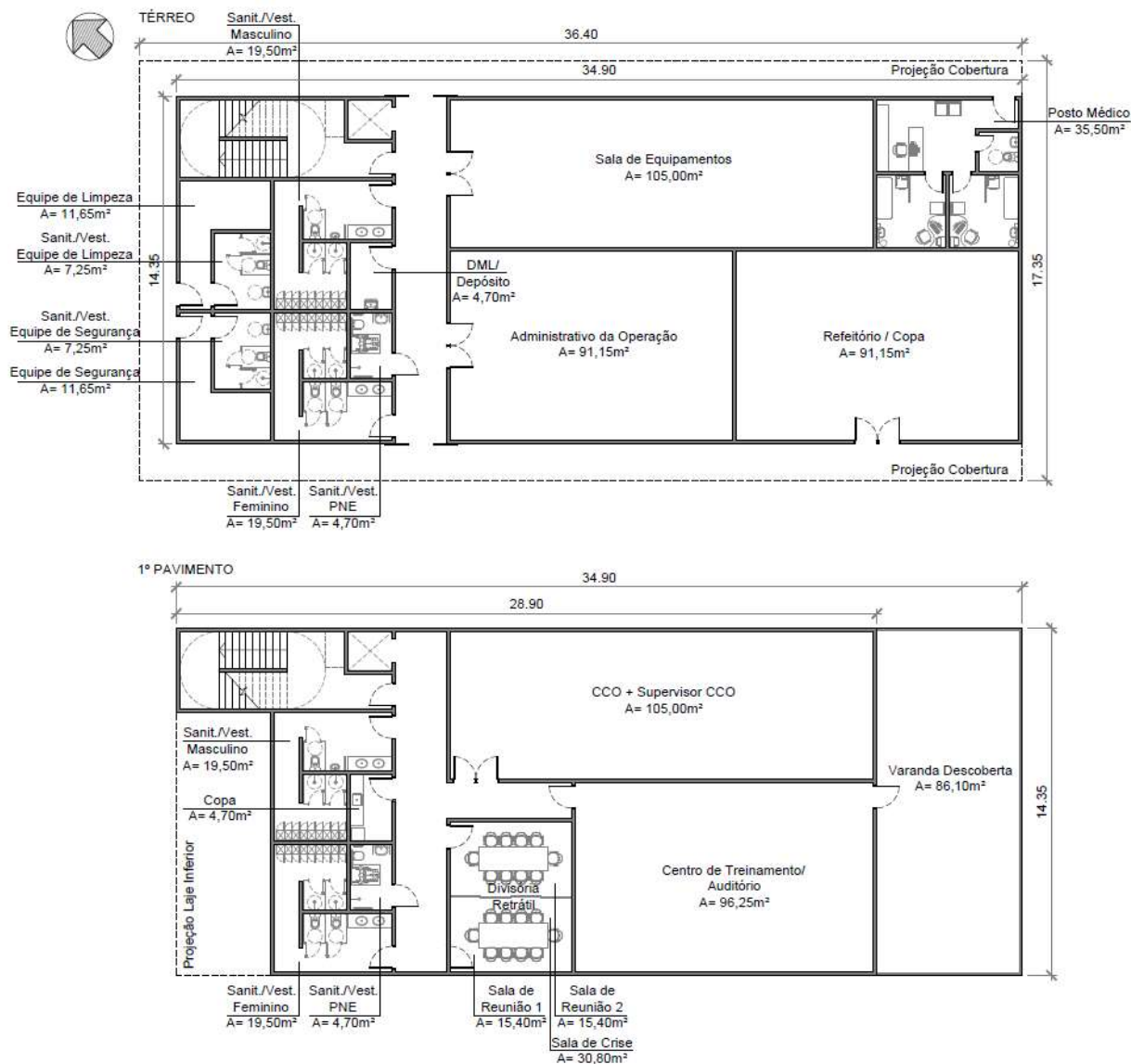
**Figura 32: Localização do CCO do TIC EIXO NORTE**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

**Figura 33: Leiaute proposto do CCO e Área de Treinamento**



Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

**Quadro de Áreas**

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

AMBIENTE	ESTIMATIVA DE POPULAÇÃO	ÁREA (m²)
<b>02 - ÁREA DE TREINAMENTO E CCO DA CONCESSIONÁRIA</b>		
<b>Térreo</b>		<b>500,80</b>
Sala de Equipamentos	-	105,00
Posto Médico	3	35,50
Refeitório / Copa	110	91,15
Administrativo da Operação	21	91,15
Sanitários / Vestiários	50	39,00
Sanitário / Vestiário PNE	-	4,70
Equipe de Segurança	5	11,65
Sanitários / Vestiários Equipe de Segurança	5	7,25
Equipe de Limpeza	5	11,65
Sanitários / Vestiários Equipe de Limpeza	5	7,25
DML / Depósito	-	4,70
<b>1º Pavimento</b>		<b>372,40</b>
CCO	3 turnos de 8	105,00
Supervisor CCO	6	idem
Centro de Treinamento / Auditório	até 100	96,25
Sanitários / Vestiários	50	39,00
Sanitário / Vestiário PNE	-	4,70
Sala de Reunião 1	até 10	15,40
Sala de Reunião 2	até 10	15,40
Sala de Crise	até 50	30,80
Copa	-	4,70
<b>Área Total Aproximada do Edifício = 873,20m²</b>		

Fonte: Projeto TIC e Linha 7 – Progen

O sistema CCO está concebido com uma arquitetura distribuída e redundante tipo *hot-standby*, abrangendo:

- Sala de Controle:
  - ✓ Local onde serão controladas todas as operações da Linha;
  - ✓ Painel *videowall* de visualização da movimentação e posição relativa dos trens operando nas vias;
  - ✓ Monitoração e Controle do Fluxo de Passageiros;
  - ✓ Telecomunicações;
  - ✓ Controle e monitoração de Equipamentos Auxiliares;
  - ✓ 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 primárias de Alta Tensão;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- ✓ Painel geral e monitores para monitoramento de imagens do CFTV com o objetivo de Vídeo-Vigilância para acompanhamento, supervisão e determinação de estratégias de segurança para atuação em possíveis intercorrências envolvendo passageiros dentro das instalações, acessos, estações e nos trens durante as viagens.
- Sala de Servidores:
  - ✓ Equipamentos Servidores do CCO em configuração redundante *Hot-Standby*;
  - ✓ Comunicações dos servidores do CCO com os equipamentos de Sinalização e Telecomunicações distribuídos nas linhas, pátios, trens e estações.
- Sala de Crises.

## 9.2 Sistema de Sinalização e Telecom do TIC EIXO NORTE

A referência do Projeto Conceitual para extensões do Sistema de Sinalização e Telecom é o Banco de Dutos. O sistema de dutos inicia-se no Estacionamento de Barra Funda (Estaca 2+237) e finaliza-se na Subestação de Campinas (106+700), resultando numa extensão de 104,5 km, que adicionados dos ramais resulta num total e 120,5km. Está previsto um único duto de concreto, contendo 20 tubos, por onde circularão os circuitos eletrônicos separados dos circuitos elétricos. Este duto atenderá tanto as vias simples quanto duplas, triplas ou quadruplas, havendo necessidades de várias derivações, as quais serão objeto de detalhamento nos projetos básico ou executivo. Nas extensões, conforme tabela a seguir, estão estimados os acessos aos Pátios; às Estações; aos Estacionamentos da Linha 7 – Barra Funda, Pirituba, Jaraguá, Perus, Caieiras, Francisco Morato (Norte e Sul); do TIM – Campo Limpo Paulista, Pátio Jundiaí, Estação Jundiaí, Vinhedo, Valinhos e Campinas; Subestações e Cabines Seccionadoras; incluídos os AMV's ao longo das vias e dos pátios, necessários aos telecomandos. O índice de variabilidade deste item é de 5%.

**Tabela 3: Extensões de Bancos de Dutos**

Banco de Dutos - Extensões (Fibra Óptica)	
Local	Extensão (m)
Duto Principal - EST. BFU Estaca 2+235 a SE CAM 106+700	104.465
Ramal - Pátio Lapa	1.635
Ramal - Pátio Piqueri	750
Ramal - Pátio Várzea Paulista	2.300
Ramal - Inst. Concessionária Jundiaí	850
Ramais de Conexão com Subestações e Seccionadoras	1.320
Ramais de Conexão com Estações	3.780
Ramais de Conexão com AMV's / Estacionamentos	5.400
<b>Total</b>	<b>120.500</b>

A Concessionária deverá avaliar os sistemas de telecomunicações das estações do trecho hoje operacional (Barra Funda – Jundiaí) visando não só adequá-los às necessidades operacionais dos novos SERVIÇOS LINHA

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

7. TIM e EXPRESSO, como buscar uma gradativa uniformização funcional e de tecnologias, objetivando facilitar sua manutenção e ampliar sua confiabilidade. Para as estações tem-se:

- Circuito Fechado de TV – CFTV;
- Telefonia;
- Radiocomunicação;
- Sonorização;
- Cronometria;
- Painéis de Mensagem Variáveis – PMV;
- Subsistema Controle Local – SCL;
- Wi-Fi de estação;
- Sistema de Controle de Acesso – SCA;
- Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros – SCAP
- Sistema de Monitoramento de Via – SMV

No caso do Subsistema de Transmissão Óptico - STO, este deverá estruturado sobre um sistema de fibras ópticas e proverá todos os canais de comunicações necessários para interligação do CCO aos sistemas das estações, ao sistema de sinalização e sistema de alimentação elétrica de tração ao longo da linha.

Devido à centralização da operação das Linhas da CPTM no Centro de Controle Operacional do Brás, alguns sistemas foram, por conseguinte, centralizados, com a construção de um novo Centro de Controle Operacional preferencialmente, previsto para Jundiaí, as funções destes sistemas precisarão ser migradas para sistemas novos implantados no novo CCO.

No caso específico do Sistema de Radiocomunicações, que atualmente opera de maneira centralizada, com toda sua estrutura de gerenciamento e controle instalada no CCO do Brás, e sendo este sistema vital para a operação dos serviços e a migração da sua estrutura de gerenciamento e controle do CCO do Brás para o novo CCO, implicaria em uma parada do sistema e, conseqüentemente, implicaria em impactos operacionais.

Desta forma, se faz necessário, primeiramente a implantação de um novo Sistema de Radiocomunicação para todos os três serviços do Projeto do TIC EIXO NORTE. O Sistema existente e em operação na Linha 7 – Rubi será utilizado até que o novo Sistema de Comunicação Móvel esteja implantado e em completa operação.

**9.2.1 EMPREENDIMENTO 59 Sinalização do Trecho Jundiaí – Campinas (44,4 km)**



PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

A Concessionária deverá implantar e comissionar neste trecho, aproximadamente 49,5 km da sinalização escolhida e para a qual exige-se a não objeção do PODER CONCEDENTE, conectando Estações: Jundiaí (Expresso), Jundiaí (TIM), Louveira, Vinhedo, Valinhos e Campinas; Pátio Jundiaí – Instalações da Concessionária (CCO), vias principais, estacionamentos: Pátio Jundiaí, Estação Jundiaí, Vinhedo, Valinhos e Campinas; Subestações Jundiaí, Louveira, Valinhos e Campinas; Cabines de Seccionamento de Curupira, Vinhedo e Samambaia.

**9.2.2 EMPREENDIMENTO 60 Sinalização do Trecho Francisco Morato – Jundiaí (21,6 km)**

A Concessionária deverá implantar e comissionar neste trecho aproximadamente 26 km da sinalização escolhida – e que já recebeu a não objeção do PODER CONCEDENTE, conectando as Estações: Várzea Paulista, Campo Limpo Paulista, Botujuru e Francisco Morato (TIM); Pátio Várzea Paulista, vias principais, *sidings* do Expresso e estacionamentos: Campo Limpo Paulista; Subestação Campo Limpo Paulista e Cabine de Seccionamento de Botujuru.

**9.2.3 EMPREENDIMENTO 61 Sinalização do Trecho Barra Funda – Francisco Morato (35,2 km)**

A Concessionária deverá Implantar e comissionar aproximadamente 45 km da sinalização escolhida – e que já recebeu a não objeção do PODER CONCEDENTE, conectando as Estações: Barra Funda, Água Branca, Lapa, Piqueri, Pirituba, Vila Clarice, Jaraguá, Vila Aurora, Perus, Caieiras, Franco da Rocha, Baltazar Fidélis, Francisco Morato; Pátio Lapa, Pátio Piqueri, vias principais, *sidings* do Expresso e estacionamentos: Barra Funda, Pirituba, Vila Clarice, Jaraguá, Perus, Caieiras, Francisco Morato Norte e Sul; Subestações Água Branca, Tietê, Caieiras, Francisco Morato e Cabines de Seccionamento de Vila Clarice e Franco da Rocha.

**9.2.4 EMPREENDIMENTO 62 Telecom do Trecho Jundiaí – Campinas (44,4 km)**

Para a Concessionária que será responsável por implementar os sistemas de telecomunicações mencionados anteriormente em 9.2, o trecho Jundiaí – Campinas inicia-se efetivamente no Pátio Jundiaí, onde estará localizado o CCO do TIC EIXO NORTE. A este CCO, deverão estar conectadas as novas estações: Jundiaí (TIM), Louveira, Vinhedo, Valinhos e Campinas (Expresso) ou readequadas: Jundiaí do Expresso e Campinas do TIM. Como a estação do TIM em Jundiaí é nova, e os trens que operam atualmente em Jundiaí seguirão até Campinas, estes deverão ser previamente adaptados aos novos sistemas, mas mantendo-se ainda os atuais embarcados, até a completa transição do comando do CCO do Brás para este novo de Jundiaí.

Reforçando que o Subsistema de Transmissão Óptico - STO, estruturado como um sistema de fibras ópticas deverá prover todos os canais de comunicações necessários para interligação do novo CCO aos sistemas das estações, relacionados anteriormente, ao sistema eleito de sinalização e ao sistema de alimentação elétrica de tração ao longo da linha: Subestações de Jundiaí, Louveira, Valinhos e Campinas; Cabines de Seccionamento de Curupira, Vinhedo e Samambaia.

#### **9.2.5 EMPREENDIMENTO 63 Telecom do Trecho Francisco Morato – Jundiaí (21,6 km)**

A Concessionária irá implementar os sistemas de telecomunicações ao longo do trecho e nas estações: Várzea Paulista, Campo Limpo Paulista, Botujuru e Francisco Morato (TIM), como já descritos anteriormente em 9.2. A Concessionária já deverá ter implementado o Pátio de Várzea Paulista: base de manutenção dos trens do TIM e do Expresso e o CCO de Jundiaí. Com isso, os Trens do TIM, desde Francisco Morato até Campinas já poderão estar sob comando único do novo CCO. Desta forma, se faz necessário, primeiramente a implantação do novo Sistema de Radiocomunicação neste trecho, para o TIM poder completar a migração para o novo CCO, pois o SERVIÇO TIM opera independente de Francisco Morato a Campinas.

O Subsistema de Transmissão Óptico - STO, em fibras ópticas proverá todos os canais de comunicações necessários para interligação do novo CCO aos sistemas das estações, ao sistema de sinalização e sistema de alimentação elétrica de tração ao longo da linha: Subestação Campo Limpo Paulista e Cabine de Seccionamento de Botujuru.

#### **9.2.6 EMPREENDIMENTO 64 Telecom do Trecho Barra Funda – Francisco Morato (35,2 km)**

A Concessionária irá implementar os sistemas de telecomunicações ao longo do trecho e nas estações: Barra Funda, Água Branca, Lapa, Piqueri, Pirituba, Vila Clarice, Jaraguá, Vila Aurora, Perus, Caieiras, Franco da Rocha, Baltazar Fidélis, Francisco Morato. É necessário, primeiramente a implantação de um novo Sistema de Radiocomunicação para todos os três serviços do Projeto do TIC EIXO NORTE. O Sistema existente e em operação na Linha 7 – Rubi será utilizado até que o novo Sistema de Comunicação Móvel esteja implantado e em completa operação.

O Subsistema de Transmissão Óptico - STO, em fibras ópticas proverá todos os canais de comunicações necessários para interligação do novo CCO aos sistemas das estações, ao sistema de sinalização e sistema de alimentação elétrica de tração ao longo da linha: Subestações Água Branca, Tietê, Caieiras, Francisco Morato e Cabines de Seccionamento de Vila Clarice e Franco da Rocha.