

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

**ANEXO II.B – DIRETRIZES REFERENCIAIS E MANDATÓRIAS PARA
INVESTIMENTOS EM SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO ENERGIA E
TELECOMUNICAÇÕES**

**PARTE I – EMPREENDIMENTOS NOS SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, ENERGIA E
TELECOMUNICAÇÕES**

**PARTE II - DIRETRIZES BÁSICAS MANDATÓRIAS DE PROJETOS DE SISTEMAS DE
SINALIZAÇÃO, ENERGIA E TELECOMUNICAÇÕES**

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

PARTE I – EMPREENDIMENTOS NOS SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, ENERGIA E TELECOMUNICAÇÕES

CONDIÇÕES GERAIS APLICÁVEIS

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.

AMV	Aparelho de Mudança de Via
APCO	Association of Public-Safety Communications Officials
ATO	Automatic Train Operation
CCO	Centro de Controle Operacional
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CMMS	Computerized Maintenance Management System
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
IHM	Interface Homem Máquina
PMV	Painel de Mensagens Variáveis
SCA	Sistema de Controle de Acesso
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SCAP	Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros
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
SMM	Sistema Multimídia
SMV	Sistema de Monitoramento de Via
SSC	Sistema de Sinalização e Controle
SSO	Sala de Supervisão Operacional
SSX	Sistema de Solicitação de Auxílio
STEL	Sistema de Telefonia Fixa
STO	Sistema de Transmissão Óptica
UPS	Uninterruptible Power Supply
VHF	Very High Frequency
VOIP	Voice Over Internet Protocol

Cumpre observar que:

Projetos dos EMPREENDIMENTOS, disponibilizados pelo PODER

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

CONCEDENTE, são de caráter orientativo. A CONCESSIONÁRIA poderá elaborar propostas alternativas que serão CERTIFICADAS pelo AUDITOR INDEPENDENTE, subsidiando a não objeção do PODER CONCEDENTE;

- (i) a não objeção do PODER CONCEDENTE aos projetos citados no item (i) é um ato vinculado à CERTIFICAÇÃO pelo AUDITOR INDEPENDENTE; e
- (ii) 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 à COMISSÃO, nos termos do CONTRATO e do Anexo VII, observado o previsto na Cláusula 20.1.3 do CONTRATO.

1. LINHA 8

1.1 EMPREENDIMENTO 54 – ATC LINHA 8: conclusão da implantação do sistema e sinalização – atualização do domínio 2 (Osasco/Presidente Altino/Imperatriz Leopoldina)

Descrição do Sistema Atual

- 1.1.1 O SSC da LINHA 8 opera em sistema ATC ao longo de toda a linha, com supervisão e controle centralizado no CCO do Brás e com intertravamentos em 5 domínios da seguinte forma:
- (i) domínio 1: Barra Funda: da Estação Júlio Prestes à Domingos de Moraes com sistema de intertravamento microprocessado Westrace;
 - (ii) domínio 2: da Estação Imperatriz Leopoldina à Osasco com intertravamento a relés. A região das vias do domínio 2 atualmente é controlada pelos intertravamentos a relés denominados Osasco e Presidente Altino, que controlam os equipamentos de via das LINHAS nessa região. Em virtude da impossibilidade da segregação dos equipamentos de intertravamento a relés em operação e uso compartilhado entre as LINHAS, a modernização do Domínio 2 deverá contemplar todos os equipamentos dos intertravamentos a relés existentes em Osasco e Presidente Altino. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 152);
 - (iii) domínio 3: Carapicuíba: formado pelas Estações Comandante Sampaio, Quitaúna, Gal. Miguel Costa, Carapicuíba, Santa Teresinha e Antônio João com sistema de intertravamento microprocessado Westrace;
 - (iv) domínio 4: Itapevi: compreendendo as Estações Barueri, Jd. Belval, Jd. Silveira,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Jandira, Sagrado Coração, Eng. Cardoso e Itapevi - com sistema de intertravamento microprocessado Westrace; e

- (v) domínio 5: Amador Bueno: compreendendo as Estações Santa Rita e Amador Bueno com sistema de intertravamento microprocessado Westrace.

1.1.2 Quanto ao sistema CBTC, também previsto para toda a LINHA 8, teve sua instalação interrompida, pois ocorreria após a implantação do intertravamento microprocessado no Domínio 2.

1.1.3 A respeito da implantação do intertravamento microprocessado Westrace e do sistema CBTC, inclusive para sua conclusão no projeto original da CPTM, temos a considerar que:

- (i) a infraestrutura, especificações e projetos referenciais constam na Parte II do Apenso 5;
- (ii) para a CONCESSIONÁRIA definir as especificações e níveis de qualidade para elaboração de PROJETO BÁSICO, EXECUTIVO e instalação de sistema de sinalização, a parte I do Apenso 5 apresenta referências e padrões orientativos.

Implantação do Sistema

1.1.4 Constitui obrigação da CONCESSIONÁRIA a substituição do sistema a relés existente no Domínio 2 por intertravamento microprocessado.

1.1.4.1 A CONCESSIONÁRIA poderá optar por concluir a substituição do sistema a relés pelo intertravamento microprocessado Westrace, podendo, neste caso, utilizar as condições e informações do Apenso 5 Partes I e II deste Anexo, que se junta como referenciais;

1.1.4.2 Fazendo a opção por outro sistema microprocessado de sua escolha, deverá ser demonstrado por projeto que o sistema escolhido apresenta rendimento compatível;

1.1.5 Caso a CONCESSIONÁRIA também decida utilizar a infraestrutura existente para o término de implantação de sistema CBTC, deverá:

- (i) adquirir e instalar equipamentos de bordo nos trens para a funcionalidade completa de tal sistema;
- (ii) valer-se das condições referenciais constantes do Apenso 5 – Partes I e II,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

observando-se o projeto original disponibilizado.

1.2 EMPREENDIMENTO 61 – Telecomunicações

1.2.1 Projeto e Implantação do SCADA

1.2.1.1 O SCADA é o sistema responsável pela supervisão e controle dos sistemas operacionais, energia, auxiliares, telecomunicações e de segurança.

1.2.1.2 Os sistemas e equipamentos que serão supervisionados e controlados pelo SCADA são, no mínimo:

- (i) Iluminação;
- (ii) ar-condicionado e climatização (HVAC);
- (iii) elevadores;
- (iv) escadas rolantes;
- (v) nobreaks (UPS);
- (vi) bombas de água;
- (vii) Sistema de Detecção e Alarme de Incêndios (SDAI);
- (viii) Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros (SCAP);
- (ix) Sistema de Telefonia fixa (STEL);
- (x) sistema de Controle de Acesso e Intrusão;
- (xi) sistema de CFTV;
- (xii) sistema de Monitoramento de Vias;
- (xiii) Sistemas de Sonorização, de Painéis de Mensagens Variadas e de Cronometria (SMM);
- (xiv) Sistema de Solicitação de Auxílio (SSX).

1.2.1.3 Atualmente não existe Sistema SCADA implantado nas estações desta Linha.

1.2.1.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, que será submetido a não objeção do PODER CONCEDENTE, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o SCADA, com todos os materiais e equipamentos necessários para supervisão e controle de equipamentos instalados em todas as estações, no Pátio de Presidente Altino e no novo CCO a ser implantado e nas subestações da Linha.

1.2.2 Projeto e Implantação do Sistema de Gestão Central

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

1.2.2.1 O Sistema de Gestão Central - SGC (ou do inglês, CMMS – *Computerized Maintenance Management Systems*) deverá ser implantado no novo CCO e será interligado ao SCADA das estações, do Pátio, das subestações e do próprio CCO, através do STO.

1.2.2.2 Os sistemas que utilizarão o CMMS são, no mínimo:

- (i) iluminação;
- (ii) ar-condicionado e climatização (HVAC);
- (iii) elevadores;
- (iv) escadas rolantes;
- (v) nobreaks (UPS);
- (vi) bombas de água;
- (vii) Sistema de Detecção e Alarme de Incêndios (SDAI);
- (viii) Sistema de Controle de Arrecadação e de Passageiros (SCAP);
- (ix) Sistema de Telefonia Fixa (STEL);
- (x) sistema de Controle de Acesso e Intrusão;
- (xi) sistema de CFTV;
- (xii) sistema de Monitoramento de Vias;
- (xiii) Sistemas de Sonorização, de Painéis de Mensagens Variadas e de Cronometria (SMM);
- (xiv) Sistema de Solicitação de Auxílio - SSX.

1.2.2.3 Atualmente, não existe CMMS implantado nesta linha.

1.2.2.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo para não objeção do PODER CONCEDENTE, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o CMMS, com todos os materiais e equipamentos necessários.

1.2.2.5 O CMMS fará a supervisão e controle em tempo real do estado de cada elemento dos sistemas supervisionados das estações, do Pátio, do novo CCO e das subestações através de consoles de supervisão no novo CCO, tendo suas informações disponibilizadas ao PODER CONCEDENTE, em

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

tempo real, conforme disposto no Anexo III.D.

1.2.3 Interface entre o Sistema de Gestão Central – CMMS, SCADA e o SCAP

- 1.2.3.1** O SCAP será de responsabilidade do PODER CONCEDENTE e irá controlar o acesso de passageiros portadores de títulos de viagem que considerar válidos, entre a área livre e a área paga das estações e pela contagem de PASSAGEIROS para as áreas de transferência. A CONCESSIONÁRIA será responsável pela implantação de link de internet dedicado síncrono com velocidade mínima de 1 Mbps, com endereço IP fixo e válido, que não prescindia de contratação de provedores ou serviços de terceiros, sem restrição de uso, operando 24 horas por dia, 7 dias por semana, sem limite de quantidade ou restrição de dados trafegados, porta lógica ou serviço. O local de destino será na Região Metropolitana de São Paulo e o endereço de origem deverá estar situado na ÁREA DA CONCESSÃO. O prazo para implantação e os locais específicos serão definidos de comum acordo entre as PARTES, na FASE PRÉ-OPERACIONAL. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 67)
- 1.2.3.2** O link de acesso à internet deve ser entregue operacional e conectado nos equipamentos (microcomputadores, switches ou access points), através de cabo de rede padrão Ethernet UTP com conectores RJ 45.
- 1.2.3.3** O sistema deverá ter uma garantia efetiva de disponibilidade (SLA) - 99.5% ao ano. Além disso, uma garantia efetiva da banda contratada 99.5%.
- 1.2.3.4** O PODER CONCEDENTE disponibilizará à CONCESSIONÁRIA uma senha de acesso somente para consulta ao Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros (SCAP).
- 1.2.3.5** O projeto de interface entre o CMMS, o SCADA e o SCAP deverá ser submetido ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e sua implantação será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.
- 1.2.3.6** Os contadores de fluxo de PASSAGEIROS da estação Barra Funda, deverão ser do tipo óptico, cuja especificação deverá ter a prévia não objeção pelo PODER CONCEDENTE, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

INDEPENDENTE, e serão fornecidos e disponibilizados pela CONCESSIONÁRIA.

1.2.3.7 Os dispositivos e equipamentos que permitem a automatização das medições de desempenho deverão ser implantados, mantidos e custeados pela CONCESSIONÁRIA, observado o disposto nos itens 1.2.2., 1.2.3 e seus subitens da Parte I deste Anexo. Tais equipamentos ficarão sujeitos à prévia aprovação pelo AUDITOR INDEPENDENTE e VERIFICADOR INDEPENDENTE, para não objeção do PODER CONCEDENTE, nos termos do item 1.2.2.4 deste Anexo. Precedentemente à aprovação, os equipamentos/sistemas receberão a homologação que consiste nas provas de confiabilidade. Superada a homologação, será aplicado o comissionamento formal que condiciona o marco de medições de INDICADORES DE DESEMPENHO, nos termos do item 3.5, alínea “a” do Anexo II.E; item 6.3 do Anexo III.A; e itens 3, 5, 6, 8 e 10, da Parte II do Anexo III.D. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 76).

1.2.4 Projeto e Implantação do Sistema de Cronometria.

1.2.4.1 O Sistema de Cronometria, parte do Sistema Multimídia (SMM), é o sistema responsável pela informação horária e sincronismo para os demais sistemas.

1.2.4.2 Atualmente, o Sistema de Cronometria está implantado em todas as estações da Linha, porém não é centralizado no CCO de Brás.

1.2.4.3 Em 14 estações (JPR, BFU, LAB, DMO, ILE, PAL, OSA, CSA, GMC, CPB, STE, AJO, JDI, SCO), os Sistemas de Cronometria têm equipamentos de modelos fora de linha, não permitindo manutenção adequada devido à inexistência de sobressalentes e devem ser substituídos.

1.2.4.4 Os sistemas das outras 07 estações (QTU, BRU, JBE, JSI, ECD, IPV, SRT, ABU) da Linha foram atualizados recentemente e estão em bom estado de conservação.

1.2.4.5 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submeter ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o Sistema de Cronometria, com todos os materiais e equipamentos necessários.

1.2.4.6 O Sistema de Cronometria deverá ser implantado, numa primeira etapa, nas estações a serem reformadas, no Pátio e no novo CCO, substituindo os

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

sistemas hoje em operação.

1.2.4.7 Posteriormente, as estações já reformadas deverão ter seus sistemas atualizados, padronizados com as demais estações e centralizados no novo CCO.

1.2.5 Projeto e Implantação do Sistema de Sonorização

1.2.5.1 O Sistema de Sonorização é responsável pelas emissões de mensagens de voz aos PASSAGEIROS e EMPREGADOS nas estações e no novo CCO.

1.2.5.2 Atualmente, o Sistema de Sonorização está implantado em todas as estações da Linha, porém não é centralizado no CCO de Brás.

1.2.5.3 Em 9 estações (JPR, BFU, LAB, ILE, CSA, GMC, CPB, STE, JDI), os Sistemas de Sonorização têm equipamentos fora de linha, não permitindo manutenção adequada devido à inexistência de sobressalentes, e por isso devem ser substituídos.

1.2.5.4 Os sistemas das demais estações têm equipamentos implantados recentemente e estão em bom estado de conservação.

1.2.5.5 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários.

1.2.5.6 O Sistema de Sonorização deverá, numa primeira etapa, ser implantado nas estações a serem reformadas e no novo CCO, substituindo os sistemas hoje em operação.

1.2.5.7 Posteriormente, as estações já reformadas deverão ter seus sistemas atualizados, padronizados com as demais estações e centralizados no novo CCO.

1.2.6 Projeto e Implantação do Sistema de Painéis de Mensagens Variáveis – PMV

1.2.6.1 O Sistema de Painéis de Mensagens Variáveis - PMV tem por objetivo a orientação no embarque e veiculação de mensagens de interesse público nas estações.

1.2.6.2 Atualmente o sistema PMV não está implantado em 9 estações (JPR, BFU,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

LAB, ILE, CSA, GMC, STE, AJO, SCO). Nas demais, um sistema PMV foi implantado recentemente.

- 1.2.6.3 O sistema não é centralizado no CCO de Brás.
- 1.2.6.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários.
- 1.2.6.5 Localizados em pontos estratégicos da estação, os PMVs, com interface com o sistema de sinalização, devem fornecer informações aos PASSAGEIROS, tais como: destino do trem, tempo necessário para a chegada do próximo trem à estação, indicação de hora e outras informações de caráter geral.
- 1.2.6.6 O Sistema de PMV deverá ser implantado em todas as estações, sendo novos ou substituindo os sistemas que estão hoje em operação. Numa primeira etapa, deverão ser implantados sistemas nas 11 estações ainda sem os PMVs e no novo CCO, posteriormente, as demais estações já reformadas deverão ter seus sistemas atualizados, padronizados com as demais estações e centralizados no novo CCO.
- 1.2.7 Projeto e Implantação do Sistema de Solicitação de Auxílio – SSX
 - 1.2.7.1 O Sistema de Solicitação de Auxílio (SSX) é composto por totens instalados na área das plataformas das estações, para comunicação entre o PASSAGEIRO com necessidades especiais e o agente da estação, que se encontra na SSO, tendo como objetivo a melhoria no serviço de acessibilidade das estações.
 - 1.2.7.2 Atualmente, o SSX está implantado nas estações Quitaúna, Jardim Silveira e Jardim Belval, que contam com totens de aço inox com painel em Braille, botoeira de solicitação de auxílio e intercomunicadores nas extremidades das plataformas.
 - 1.2.7.3 Nas outras estações, os sistemas estão inoperantes ou não foram instalados.
 - 1.2.7.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com inclusão de todos os materiais e equipamentos necessários.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- 1.2.7.5 O SSX, com intercomunicadores, deverá ser implantado nas demais estações.
- 1.2.7.6 Posteriormente, as 03 estações (Quitaúna, Jardim Silveira e Jardim Belval) serão atualizadas e padronizadas com as demais estações, substituindo os sistemas hoje em operação.
- 1.2.8 Projeto e Implantação do Sistema de Monitoramento de Via – SMV
- 1.2.8.1 O SMV é responsável pela supervisão e controle das imagens captadas nas câmeras dos trechos de via entre estações, a partir da sala da Central de Segurança do novo CCO e visa melhorar a segurança ao longo das vias férreas.
- 1.2.8.2 As imagens captadas pelas câmeras deverão dar ênfase aos seguintes aspectos de segurança:
- (i) vandalismos;
 - (ii) circulação de pessoas não autorizadas;
 - (iii) vias;
 - (iv) rede Aérea;
 - (v) passarelas;
 - (vi) entrada de subestações;
 - (vii) entrada de cabines seccionadoras;
 - (viii) circulação de veículos ferroviários.
- 1.2.8.3 Atualmente, o SMV é terceirizado, não sendo o sistema e seus equipamentos de propriedade da CPTM. O SMV atual supervisiona a via apenas nas extremidades das plataformas das estações.
- 1.2.8.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com inclusão de todos os materiais e equipamentos.
- 1.2.8.5 O SMV é composto de câmeras, hastes, postes de sustentação, suportes, caixas de proteção, cabos, para-raios, conversores, interligação da rede de dutos da via até as câmeras, central de monitoramento e outros acessórios necessários para o completo funcionamento do SMV.
- 1.2.8.6 O SMV e o Sistema de CFTV, descrito no item 1.2.13, deverão ser integrados,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

funcionando como um único Sistema de Segurança.

- 1.2.8.7 As imagens de todas as câmeras deverão ser disponibilizadas também para a Central de Monitoramento da Segurança - CMS no CCO Brás.

1.2.9 Projeto e Implantação do Sistema de Controle de Acesso – SCA

- 1.2.9.1 O SCA tem como objetivo o controle de acesso nas salas técnicas das estações, do Pátio e do novo CCO e das subestações.
- 1.2.9.2 Atualmente, não há um SCA implantado em nenhuma localidade da Linha, com exceção do Pátio de Presidente Altino, cujo sistema deverá ser substituído.
- 1.2.9.3 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos.
- 1.2.9.4 O SCA deverá ser um sistema de tempo real multiusuário, e com arquitetura distribuída, sendo que o controle deverá ser realizado por gerenciadoras/controladoras locais inteligentes, dotadas de memória contendo o banco de dados completo das identificações dos usuários com acesso à localidade em questão e todas as regras de acesso de cada um, interligadas a um servidor de aplicativo e de banco de dados.
- 1.2.9.5 Nas dependências das Estações, do Pátio e do novo CCO e das subestações, os controles devem ser implantados para evitar os possíveis acessos indevidos de pessoas em locais restritos aos colaboradores responsáveis pela operação e/ou manutenção.
- 1.2.9.6 Os respectivos programas e ferramentas necessárias para sua parametrização, instalação e operação deverão ter uma interface homem-máquina (IHM) gráfica, orientada a objetos, operando em ambiente padrão de mercado e deverão permitir que um número ilimitado de usuários os acesse simultaneamente de forma “online”, local ou remota.

O SCA deverá ser centralizado no novo CCO.

1.2.10 Projeto e Implantação de Sistema Wi-Fi

- 1.2.10.1 O Sistema Wi-Fi tem como objetivo oferecer aos usuários uma solução

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

gerenciada de acesso gratuito à internet, por meio da tecnologia de rede sem fio de provedores autorizados pela ANATEL, acessado por meio de qualquer equipamento, incluindo celulares, notebooks e qualquer dispositivo móvel.

1.2.10.2 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários ao Sistema Wi-Fi, destinado a oferecer um canal de informações por meio de conexão de internet Wi-Fi de alta qualidade e desempenho, sem custos para aquele público. A CONCESSIONÁRIA não contará com a infraestrutura existente de rede Wi-Fi nas LINHAS obrigando-se a projetar e a implantar sistema de rede Wi-Fi – Livre para as LINHAS .(Item ajustado em decorrência da Resposta STM 66)

1.2.10.3 A disponibilização do serviço de Wi-Fi deverá ocorrer durante toda OPERAÇÃO COMERCIAL das estações.

1.2.11 Projeto e Implantação do Sistema de Transmissão Óptico de 10 Gbps – STO

1.2.11.1 O STO tem como objetivo principal dar suporte aos serviços de sinalização, telefonia, 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, pátios, subestações, estações, vias e trens.

1.2.11.2 Atualmente, os cabos ópticos existentes na LINHA 8 são:

- (i) Cabo Embratel de 06 FO Monomodo, interligando diretamente a estação Amador Bueno à Cabine Seccionadora da estação Júlio Prestes. Este cabo é compartilhado entre o Sistema de Telecomunicações e o Sistema de Sinalização;
- (ii) Cabo de 36 FO, interligando as estações Amador Bueno e Júlio Prestes, atendendo a todas as estações e demais localidades da Linha. Este cabo é compartilhado entre o Sistema de Telecomunicações e o Sistema de Sinalização.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (iii) O cabo da Embratel está diretamente enterrado no solo e o cabo de 36 FO está lançado em duto, ao longo da via.

1.2.11.3 Os equipamentos ativos de rede do STO atualmente em operação, são de fabricação SAGEM, modelo - ADR 622, com 908 Canais, implantados nas salas técnicas de estações e no CCO de Brás.

1.2.11.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo à não objeção do PODER CONCEDENTE, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar um sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários para permitir a operação do Sistema de Transmissão Óptico (STO) Gigabit Ethernet de 10 Gbps, em toda a LINHA 8.

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

- (i) telefonia;
- (ii) SMV;
- (iii) multimídia (sonorização e cronometria);
- (iv) sistema de radiocomunicação móvel;
- (v) Sistema de Gestão Central (CMMS)
- (vi) Supervisão e aquisição de dados (SCADA);
- (vii) Controle de arrecadação e de passageiros (SCAP);
- (viii) Controle de acesso (SCA);
- (ix) comunicações móveis de voz e dados;
- (x) Sistema de sinalização e controle (SSC);
- (xi) Sistema de controle local (SCL);
- (xii) sistema de alimentação elétrica;
- (xiii) sistema auxiliares de estação;
- (xiv) sistema de controle local de estação;
- (xv) sistema de telecomando de energia;
- (xvi) rede corporativa.

1.2.11.6 O STO deverá atender todas as localidades operacionais e administrativas do sistema como estações, subestações, cabines seccionadoras, via permanente, estacionamentos de veículos, pátio de manutenção, CCO e todas as demais localidades que possuam ativos que necessitem de comunicação de dados.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

1.2.11.7 O STO deverá ser composto por duas redes de cabos ópticos, onde uma será a principal e a outra será a redundante. As duas redes de cabos ópticos deverão ser geograficamente distintas em seu encaminhamento, ou seja, cada qual deverá caminhar em um dos lados da via permanente, de forma a garantir uma redundância física mínima.

1.2.12 Projeto e Implantação de Sistema de Radiocomunicações

1.2.12.1 O Sistema de Radiocomunicações tem como objetivo a comunicação operacional entre os maquinistas nos trens e os controladores de circulação de trens, que se encontram no CCO de Brás. O sistema também tem como objetivo apoiar as atividades de manutenção na via e no pátio.

1.2.12.2 Atualmente, o Sistema de Radiocomunicações em operação é compartilhado entre todas as linhas da CPTM, inclusive as LINHAS. Um novo Sistema de Radiocomunicações, independente do atual, deverá ser implantado, e atenderá as LINHAS.

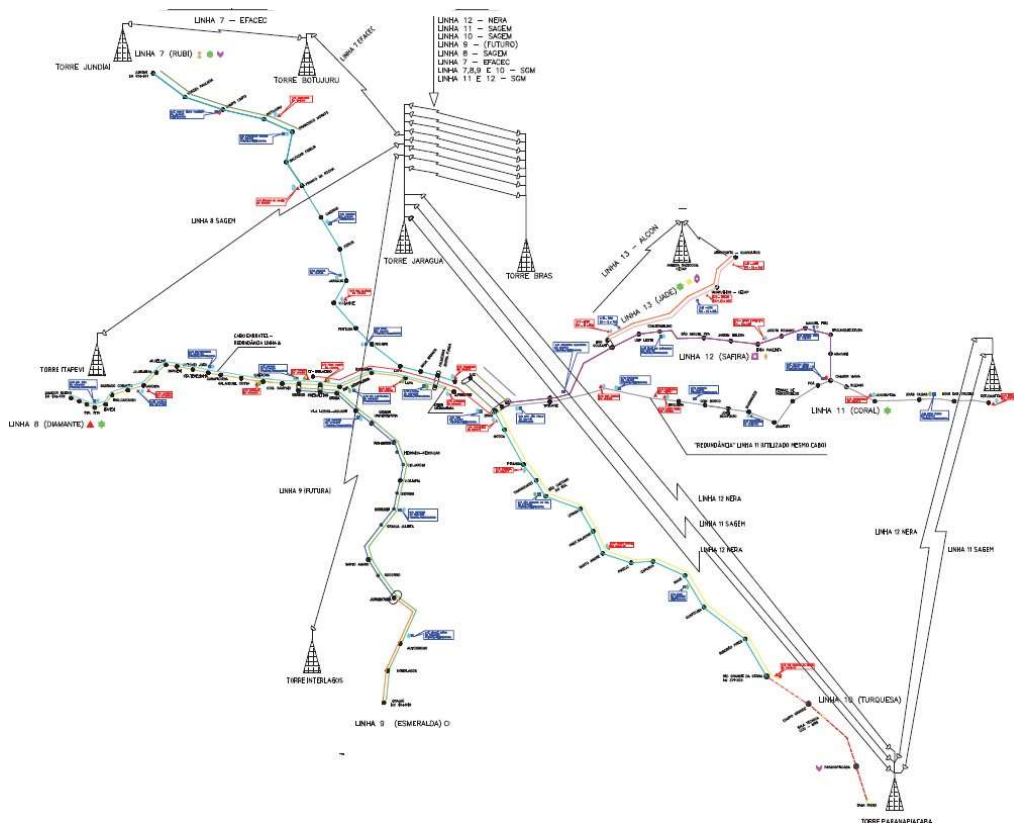
1.2.12.3 Os trens operam atualmente com transceptores móveis digitais VHF 50 Watts da tecnologia P25. Caso o sistema a ser implantado utilize esta tecnologia, os equipamentos dos trens não deverão necessariamente ser substituídos.

1.2.12.4 As principais características técnicas do Sistema são: tecnologia APCO 25, modulação C4FM, protocolo P25 operando em 48 canais com largura de banda de 12,5 kHz, comunicação com rádios portáteis de 3 canais, potência 5 Watts, com largura de banda de 20 kHz e suporta operações analógicas.

1.2.12.5 Atualmente o Sistema é centralizado no CCO de Brás com repetidoras em Jaraguá, Itapevi e Interlagos, no caso das LINHAS, como ilustrado na Figura abaixo.

Figura 1

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda



- 1.2.12.6 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários. Os rádios portáteis não serão cedidos à CONCESSIONÁRIA, e os demais equipamentos atualmente em uso deverão ser devolvidos ao PODER CONCEDENTE após a implantação completa do novo sistema no prazo estabelecido. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 136)
- 1.2.12.7 O Sistema de Radiocomunicações deverá prover as comunicações através de Terminais Portáteis, Terminais Móveis, Rádios Móveis instalados em viaturas e estações base e o novo CCO, através de repetidoras, estabelecendo-se as comunicações entre os pátios de manobra (operadores, manutenção e viaturas), bem como comunicação ponto a ponto (comunicação entre os agentes de operação).
- 1.2.12.8 A utilização das dependências da repetidora em Jaraguá deverá ser ajustada, em razão da área e da torre não pertencer ao PODER CONCEDENTE.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

1.2.12.9 Todos os serviços do sistema, assim como os serviços de comunicações de voz, serão implementados através de plataforma de comunicação móvel digital, utilizando-se de canais, com largura de banda de acordo com resoluções da ANATEL.

1.2.13 Projeto e Implantação de Sistema de Circuito Fechado de Televisão – CFTV

1.2.13.1 O Sistema de CFTV tem como objetivo a visualização de todas as dependências internas e externas da estação, áreas operacionais, bilheterias, elevadores, escadas, locais de circulação pública, áreas restritas e vias, de acordo com descrições relacionadas abaixo:

- (i) todos os acessos externos às estações, com pontos de câmeras nas entradas e saídas;
- (ii) todos os acessos externos de veículos e pedestres, sempre nas entradas e saídas;
- (iii) área interna e externa das bilheterias, internamente uma câmera para cada guichê e na sala de renda com os cofres;
- (iv) todas as linhas de bloqueios, nas entradas e saídas, contendo uma câmera para cada dez bloqueios e uma câmera móvel para visualização geral;
- (v) toda área do mezanino, com pelo menos um ponto de câmera visualizando a SSO e nas áreas de plataformas, permitindo a visualização do embarque/desembarque em todas as portas dos trens;
- (vi) nos acessos das escadas rolantes e fixas, deverá haver pontos para câmeras nas suas duas extremidades;
- (vii) nos elevadores, tanto interna como externamente;
- (viii) nas áreas de guarda de materiais, com pontos de câmera nos acessos e nas áreas internas, pelo menos um ponto por corredor de prateleiras;

1.2.13.2 Atualmente, o Sistema de Monitoramento de Vias (SMV), parte do sistema de CFTV, é terceirizado, sendo a empresa contratada pela CPTM a responsável pelo fornecimento, instalação e manutenção, cuja parte do contrato relativa às LINHAS será excluída na data de início da OPERAÇÃO COMERCIAL. A CONCESSIONÁRIA deverá manter um sistema equivalente em operação, até a conclusão dos serviços previstos no EMPREENDIMENTO 61.

1.2.13.3 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o próprio sistema, com todos os materiais e

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

equipamentos necessários.

1.2.13.4 O sistema deverá monitorar as seguintes localidades:

- (i) áreas internas de circulação e de entrada a ambientes restritos, com pontos de câmeras nos acessos a estas áreas;
- (ii) salas Técnicas, com pontos de câmera nos acessos;
- (iii) ao longo das plataformas das estações, de modo a ser possível a visualização integral dela nos postos de controle. Para tanto, deverão ser previstos pontos de câmera a cada 30 m localizados no teto, nas paredes ou pilares;
- (iv) nas regiões de AMVs, máquinas de chave e trechos de estacionamento de trens ao longo da via;
- (v) nas regiões de Pátio, para movimentação dos trens bem como toda visualização do estacionamento deste;

1.2.13.5 O Sistema de CFTV será composto de câmeras fixas e móveis, internas e externas, servidores, *storage* e Central de Controle.

1.2.13.6 O Sistema de CFTV deverá atender as LINHAS e ser centralizado na Sala de Segurança do novo CCO.

1.2.13.7 As imagens das câmeras deverão ser disponibilizadas também para o PODER CONCEDENTE.

1.2.14 Projeto e Implantação de Sistema de Telefonia e Rede Estruturada de Voz, Dados e Imagens

Sistema de Telefonia

1.2.14.1 O Sistema de Telefonia é responsável pelas comunicações de voz do CCO, do pátio, das estações e demais localidades, tais como subestações, edifícios administrativos e outros, das LINHAS.

1.2.14.2 Atualmente, o Sistema de Telefonia é composto de:

- (i) uma Central NORTEL MERIDIAN 1, composta de 120 ramais digitais e 400 ramais analógicos e;
- (ii) uma Central PHILIPS SOPHO 3050, provendo 15 ramais digitais e 288 ramais analógicos.

1.2.14.2.1. Nas estações da LINHA 8 estão instaladas as Centrais indicadas na tabela a seguir:

Tabela 1

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Linha	Fabricante	Modelo	Local Instalação	Ramais digitais	Ramais Analógicos	VoIP
8	INTELBRAS	CORP 1600	ESTAÇÃO CARAPICUÍBA	31	63	0
	INTELBRAS	CORP 1600	ESTAÇÃO JANDIRA	31	63	0
	INTELBRAS	CORP 1600	ESTAÇÃO ENGº CARDOSO	31	63	0
	INTELBRAS	CORP 1600	ESTAÇÃO ITAPEVI	31	63	0
	ALCATEL	PBXK1064	ESTAÇÃO SANTA RITA	12	60	0
	PHILIPS	SOPHO 3030	ESTAÇÃO BARRA FUNDA	15	48	0
	ALCATEL	PBXK1064	ESTAÇÃO AMADOR BUENO	12	60	0

1.2.14.3 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar, com todos os materiais e equipamentos necessários ao Sistema de Telefonia em substituição ao sistema atualmente em operação.

1.2.14.4 Uma nova Central Telefônica com tecnologia VoIP deverá ser projetada e implantada no novo CCO e interligada a Gateways – PABX-I nas estações, para atender às necessidades de comunicação das LINHAS. A central e os Gateways serão interligados pelo STO.

1.2.14.5 Com estas alterações, o Sistema de Telefonia será atualizado e padronizado para as LINHAS.

Rede Estruturada de Voz e Dados

1.2.14.6 A Rede Estruturada tem como objetivo permitir a comunicação interna, externa e interestações, o acesso à internet, dentre outras necessidades. A Rede deverá utilizar cabos UTP categoria 6.

1.2.14.7 Atualmente, 16 estações (JPR, BFU, LAB, DMO, ILE, PAL, OSA, CSA, QTU, GMC, CPB, STE, AJO, BRU, JDI, SCO) já tiveram sua rede atualizada, e utilizam cabos e demais componentes categoria 6. As redes das demais estações ainda não foram atualizadas.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- 1.2.14.8 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar, com todos os materiais e equipamentos necessários para a Rede Estruturada das Estações, Pátio, no novo CCO, subestações e demais localidades da LINHA 8.
- 1.2.14.9 O cabeamento estruturado das estações deverá atender os Postos de Operação e de Manutenção, plataformas e acessos, administração, SSO, salas técnicas, linhas de bloqueio, bilheterias, copas, Postos de Usuários, interfones dos elevadores, subestações e cabines seccionadoras e outros locais determinados durante o projeto.
- 1.2.14.10 Numa primeira etapa, deverão ser implantadas Redes de Voz e Dados (Categoria 6) nas 16 estações ainda não reformadas.
- 1.2.14.11 Posteriormente as 06 estações já reformadas deverão ter suas Redes atualizadas e padronizadas com as demais estações.
- 1.2.14.12 A Documentação de referência deste EMPREENDIMENTO 61 encontra-se detalhada no Apenso 1 deste ANEXO.

1.3 EMPREENDIMENTO 62 – Suprimento de energia, subestações e cabines

1.3.1 Situação Atual

- 1.3.1.1 Para atender o processo de modernização operacional da LINHA 8 e consequentemente a nova capacidade de carga, o suprimento de energia elétrica constitui principal foco de análise do sistema elétrico, inclusive a verificação e adequação do atual sistema de aterramento do retorno negativo, assim como a verificação do valor de isolamento do negativo. A CONCESSIONÁRIA será responsável pela verificação do nível e adequação do sistema nas eventuais ocorrências de correntes de fuga e corrosão devido à corrente de retorno.
- 1.3.1.2 A seguir é apresentado um resumo das adequações planejadas em subestações e cabines seccionadoras existentes bem como novas, da LINHA 8.

Subestação de Imperatriz Leopoldina

- (i) substituição de disjuntores 138 kV

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (ii) modernização da cabine 3 kV CC
- (iii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iv) contator de aterramento

Cabine Seccionadora Presidente Altino

- (i) substituição de disjuntores 3 kV CC
- (ii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iii) contator de aterramento

Cabine Seccionadora Osasco

- (i) substituição de equipamentos 3 kVCC
- (ii) substituição de carregadores de baterias, baterias e equipamentos 220 – 127 V

Subestação De Osasco

- (i) substituição de disjuntores 138 kV
- (ii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iii) contator de aterramento

Cabine Seccionadora Quitaúna

- (i) substituição de equipamentos 3 kV CC
- (ii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iii) contator de aterramento

Subestação Santa Terezinha

- (i) substituição de equipamentos 3 kV CC
- (ii) substituição de disjuntores 138 kV
- (ii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iii) contator de aterramento

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Implantação da Nova Cabine De Seccionamento E Paralelismo De Barueri

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Implantação Da Nova Cabine De Seccionamento E Paralelismo De Itapevi

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Subestação Santa Rita

- (i) substituição de disjuntores 138 kV
- (ii) substituição e implantação de 2 transformadores retificadores de 4MW
- (iii) substituição de equipamentos 3 kVCC
- (iv) contator de aterramento
- (v) substituição de carregadores de baterias e baterias

Implantação da Nova Cabine de Seccionamento e Paralelismo de Amador Bueno

A lista dos equipamentos incluídos nas reformas das subestações e cabines encontram-se no Apenso 2 deste ANEXO. As diretrizes básicas mandatórias encontram-se na Parte II deste ANEXO.

1.4 EMPREENDIMENTO 63 – Telecontrole de energia no CCO e nas estações

- 1.4.1 A atividade do EMPREENDIMENTO 63 compreende a modernização do Sistema de Telecontrole de Energia existente, para possibilitar a operação via CCO Brás pelo período necessário para a construção de novo Centro de Controle Operacional, a ser implementado pela CONCESSIONÁRIA das LINHAS.
- 1.4.2 O sistema deverá visualizar, operar e controlar todas as Subestações, Cabines e chaves de Rede Aérea da LINHA 8, melhorando a disponibilidade dos equipamentos instalados ao longo da via nos sistemas de energia existentes.

Premissas básicas da implantação:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (i) substituir os equipamentos do Sistema de Telecontrole instalados no CCO, provendo hardware que suporte as suas funcionalidades;
- (ii) realizar revisão geral do sistema instalado ao longo da linha, de todas as Subestações, Cabines Seccionadoras e Chaves de Rede Aérea integradas ao Sistema de Telecontrole em operação e operacionalizar os demais equipamentos dos sistemas citados que não estão disponíveis no Telecontrole, em especial a alimentação elétrica para as chaves seccionadoras já instaladas ao longo da rede aérea das LINHAS. Não há infraestrutura para os cabos de comando e controle das chaves seccionadoras da rede aérea, bem como não há fontes de energia para a alimentação das chaves seccionadoras não operacionais. A constituição do sistema de telecontrole será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA e deverá ser alinhado e diagramado diante dos elementos básicos dispostos para a sua implantação, constantes neste item 1.4. Sua configuração e tecnologia decorrerão dos respectivos projetos a serem desenvolvidos pela própria CONCESSIONÁRIA. Caberá a CONCESSIONÁRIA avaliar e decidir pela utilização ou não dos equipamentos que estão já instalados ao longo das LINHAS para a modernização. Quanto às subestações, seus equipamentos atuais já estão telecomandados. (Item ajustado em decorrência das Respostas STM 250, 402 e 403).
- (iii) Recapacitar os meios de comunicação do Sistema de Telecontrole, alinhado com diretrizes de aprimoramento dos Sistemas de Telecomunicações;
- (iv) Atualizar as licenças dos softwares instalados, tornando-as compatíveis com sistemas operacionais modernos e melhorar sua capacidade de integração com os demais sistemas da Linha. Atualizar softwares que possam funcionar com sistemas operacionais mais robustos e/ou sem custos de atualização (ex.: Linux);
- (v) Implantar sistemas e técnicas de segurança cibernética para proteção dos sistemas da Linha controlados pelo Sistema de Telecontrole;
- (vi) Implantar Sistema de Monitoramento de Vídeo e Sistema de Controle de Acesso e Intrusão nas instalações existentes de energia (Subestações, Cabines Seccionadoras, Centros de Distribuição), integrado ao Sistema de Monitoramento de Via (SMV) nos requisitos de telecomunicações;
- (vii) Preparar sistema para assumir uma ampliação e modernização do Sistema de Telecontrole de Energia.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Desempenho do sistema

- 1.4.3 O sistema deverá suportar a operação das LINHAS pelo tempo previsto para funcionar plenamente, pelo período que for necessário para construção do novo CCO. A documentação de referência consta do Apenso 3 deste ANEXO.

2. LINHA 9

2.1 Sistema de sinalização – SSC – Sistema de Sinalização e Controle

- 2.1.1 O SSC da LINHA 9 opera atualmente o trecho entre as estações Osasco e Grajaú e é baseado num sistema de sinalização convencional, dotado de intertravamento eletrônico nas “estações mestras” – CMT, associados a circuitos a relês ao longo das vias.
- 2.1.2 O ATO da LINHA 9 está em implantação nas vias, estações e trens com aproximadamente 85% do previsto no contrato nr. 819.009.001.100. O PODER CONCEDENTE será responsável pela conclusão da implantação do ATO da LINHA 9. O Apenso 7 do Anexo II.D contém as especificações técnicas referentes ao Contrato citado firmado entre a CPTM e o Consórcio Automação (Alstom / Ansaldo), para prestação de serviços de engenharia especializada para elaboração de projeto e implantação de equipamentos que desempenham função de “Operação Automática de Trens” – ATO na via e bordo nas Linhas 7,9 e 12 da CPTM.
- 2.1.3 A CONCESSIONÁRIA será responsável pelo pagamento, por conta e ordem do PODER CONCEDENTE, referente a obrigação da finalização da implantação do ATO da LINHA 9, limitado às condições estabelecidas no Anexo II.D e CONTRATO.
- 2.1.4 Não há, portanto, entre as obrigações da CONCESSIONÁRIA, escopo para implantação de sistemas de sinalização na LINHA 9, ficando restrito somente ao pagamento, até o limite do montante indicado no CONTRATO e no Anexo II.D.

2.2 EMPREENDIMENTO 64 – Telecomunicações

2.2.1 Projeto e Implantação do SCADA

- 2.2.1.1 O SCADA é o sistema responsável pela supervisão e controle dos sistemas

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

de iluminação, energia, auxiliares, telecomunicações e de segurança.

- 2.2.1.2 Atualmente não existem Sistemas SCADA implantados nas estações das LINHAS.
- 2.2.1.3 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, que será submetido a não objeção do PODER CONCEDENTE, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema SCADA, com todos os materiais e equipamentos necessários.
- 2.2.1.4 O SCADA deverá ser implantado em todas as estações, no Pátio, nas Subestações e no novo CCO da linha.
- 2.2.1.5 O sistema da LINHA 9 é similar ao descrito no item “Projeto e Implantação do SCADA” da LINHA 8.

2.2.2 Projeto e Implantação do Sistema de Gestão Central

- 2.2.2.1 O sistema de Gestão Central ou SGC (do inglês CMMS – *Computerized Maintenance Management Systems*) tem como objetivo a supervisão e controle em tempo real do estado de cada elemento dos sistemas supervisionados nas estações, subestações, pátio e novo CCO, através de Consoles de Supervisão no CCO. O prazo máximo para implantação do CMMS será de 12 meses, a contar da conclusão da implantação do novo STO (Intervenção 27) pelo PODER CONCEDENTE na LINHA 9, salvo se esta implantação ocorrer anteriormente à assinatura do CONTRATO, hipótese na qual o prazo será contado a partir da conclusão da etapa de Treinamento Técnico (Transferência de Conhecimento) disciplinada na Cláusula 12.7 do CONTRATO. (Parágrafo ajustado em decorrência da Resposta STM 325).

A CONCESSIONÁRIA não será punida e nem receberá ônus financeiros de qualquer natureza (p.ex. redução de remuneração) em razão do não atingimento da funcionalidade plena do CMMS em virtude da dependência das informações armazenadas em outros sistemas informatizados em fase de implantação pelos EMPREENDIMENTOS 61 e 64, dentro do prazo de 60 meses contido no cronograma indicativo constante no Anexo II.C, observadas as obrigações dispostas no Anexo III.D. Os requisitos do CMMS não precisam necessariamente ser entregues por um único sistema, podendo ser atingidos através de um conjunto de soluções e ferramentas que viabilizem as

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

funcionalidades esperadas e entreguem os dados solicitados, observando as disposições mandatórias dos itens 1.2.2 e 2.2.2 deste Anexo, ressaltando, ainda que os estudos, projetos e dimensionamentos são de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA. (Parágrafo inserido em decorrência da Resposta STM 647).

- 2.2.2.2 O SCADA deverá ser implantado no novo CCO e será interligado aos SCADA das estações, pátio, subestações e do próprio CCO através do STO.
 - 2.2.2.3 Atualmente não existe SCADA implantado no CCO de Brás. Deverá ser implantado um novo sistema no novo CCO.
 - 2.2.2.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo para não objeção do PODER CONCEDENTE, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o CMMS, com todos os materiais e equipamentos necessários.
 - 2.2.2.5 O sistema da LINHA 9 é similar ao descrito no item correspondente da LINHA 8.
- 2.2.3 Interface entre o SCADA, o Sistema de Gestão Central - CMMS e o SCAP
- 2.2.3.1 O SCAP será de responsabilidade do PODER CONCEDENTE e irá controlar o acesso de usuários portadores de títulos de viagem que considerar válidos, entre a área livre e a área paga das estações e contagem de PASSAGEIROS para áreas de transferência.
 - 2.2.3.2 A CONCESSIONÁRIA será responsável pela implantação de link de internet dedicado síncrono com velocidade mínima de 1 Mbps, com endereço IP fixo e válido, que não prescinda de contratação de provedores ou serviços de terceiros, sem restrição de uso, operando 24 horas por dia, 7 dias por semana, sem limite de quantidade ou restrição de dados trafegados, , porta lógica ou serviço. O local de destino será na Região Metropolitana de São Paulo e o endereço de origem deverá estar situado na ÁREA DA CONCESSÃO. O prazo para implantação e os locais específicos serão definidos de comum acordo entre as PARTES, na FASE PRÉ-OPERACIONAL. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 67).
 - 2.2.3.3 O link de acesso à internet deve ser entregue operacional e conectado nos

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

equipamentos (microcomputadores, switches ou Access Points), através de cabo de rede padrão Ethernet UTP com conectores RJ 45.

- 2.2.3.4 Garantia efetiva de disponibilidade (SLA) - 99.5% ao ano. Garantia efetiva da banda contratada 99.5%.
- 2.2.3.5 O PODER CONCEDENTE disponibilizará à CONCESSIONÁRIA uma senha de acesso somente para consulta ao Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros (SCAP).
- 2.2.3.6 O projeto de interface entre o CMMS, o SCADA e o SCAP deverá ser submetido ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e sua implantação será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.
- 2.2.3.7 Os contadores de fluxo de PASSAGEIROS da estação Morumbi, serão fornecidos pelo PODER CONCEDENTE.
- 2.2.3.8 Os contadores de fluxo de PASSAGEIROS da estação Pinheiros, já estão implantados e os contadores de PASSAGEIROS da estação Santo Amaro estão sendo adequados.

2.2.4 Projeto e Implantação do Sistema de Cronometria

- 2.2.4.1 O Sistema de Cronometria, parte do Sistema Multimídia (SMM), é o sistema responsável pela informação horária e sincronismo para os demais sistemas.
- 2.2.4.2 Atualmente, o Sistema de Cronometria está implantado em todas as estações da linha, porém não é centralizado no CCO de Brás.
- 2.2.4.3 Em duas estações da linha (PIN e SAM), os Sistemas de Cronometria não existem ou têm equipamentos de modelos fora de linha, não permitindo manutenção adequada devido à inexistência de sobressalentes e devem ser substituídos.
- 2.2.4.4 Os sistemas das demais estações da linha foram atualizados recentemente e estão em bom estado de conservação.
- 2.2.4.5 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submeter ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o Sistema de Cronometria, com todos os materiais e equipamentos necessários.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- 2.2.4.6 O Sistema de Cronometria deverá ser implantado, numa primeira etapa nas estações a serem reformadas substituindo os sistemas hoje em operação.
- 2.2.4.7 Posteriormente, as estações já reformadas deverão ter seus sistemas atualizados, padronizados com as demais estações e centralizados no novo CCO.

2.2.5 Projeto e Implantação do Sistema de Sonorização

- 2.2.5.1 O Sistema de Sonorização é responsável pelas emissões de mensagens de voz aos PASSAGEIROS e empregados nas estações, Pátio e no CCO.
- 2.2.5.2 Atualmente, o Sistema de Sonorização está implantado em todas as estações da linha, porém não é centralizado no CCO de Brás.
- 2.2.5.3 Em duas estações (SAM e PIN), os Sistemas de Sonorização devem ser substituídos, pois os equipamentos são de modelos fora de linha, não permitindo manutenção adequada devido à inexistência de sobressalentes.
- 2.2.5.4 Os sistemas das demais estações têm equipamentos implantados recentemente e estão em bom estado de conservação.
- 2.2.5.5 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários.
- 2.2.5.6 O Sistema de Sonorização deverá, numa primeira etapa, ser implantado nas estações a serem reformadas, substituindo os sistemas hoje em operação.
- 2.2.5.7 Posteriormente, as estações já reformadas deverão ter seus sistemas atualizados, padronizados com as demais estações e centralizados no novo CCO.

2.2.6 Projeto e Implantação do Sistema Painéis de Mensagens variáveis – PMV

- 2.2.6.1 O Sistema de Painéis de Mensagens Variáveis - PMV tem por objetivo a orientação no embarque e veiculação de mensagens de interesse público nas estações.
- 2.2.6.2 Atualmente, o sistema não está em operação em nenhuma estação da LINHA

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

9.

2.2.6.3 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o Sistema de PMV, com todos os materiais e equipamentos necessários.

2.2.6.4 Localizados em pontos estratégicos da estação, os PMVs, com interface com o sistema de sinalização, devem fornecer informações aos PASSAGEIROS, tais como: destino do trem, tempo necessário para a chegada do próximo trem à estação, indicação de hora e outras informações de caráter geral.

2.2.6.5 O Sistema de PMV deverá ser implantado em todas as estações da LINHA 9 e centralizado no novo CCO.

2.2.7 Projeto e Implantação do Sistema de Solicitação de Auxílio - SSX

2.2.7.1 O Sistema de Solicitação de Auxílio (SSX) é composto por Totens, instalados na área das plataformas das estações, para comunicação entre o PASSAGEIRO com necessidades especiais e o agente da estação que se encontra na SSO, tendo como objetivo a melhoria no serviço de acessibilidade das estações.

2.2.7.2 Atualmente, os equipamentos estão operacionais nas Estações Hebraica, Cidade Jardim e Vila Olímpia, onde contam com totens nas extremidades das plataformas semelhantes aos da LINHA 8, porém sem intercomunicadores.

2.2.7.3 Nas outras estações, os sistemas estão inoperantes ou não foram instalados.

2.2.7.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários.

2.2.7.5 O SSX com intercomunicadores deverá ser implantado em todas as estações da LINHA 9.

2.2.8 Projeto e Implantação do Sistema de Monitoração de Via – SMV

2.2.8.1 O SMV é responsável pela supervisão e controle das imagens captadas nas câmeras dos trechos de via entre estações, a partir da sala da Central de Segurança do novo CCO e visa melhorar a segurança ao longo das vias

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

férreas.

2.2.8.2 As imagens captadas pelas câmeras deverão dar ênfase aos seguintes aspectos de segurança:

- (i) vandalismos;
- (ii) circulação de pessoas não autorizadas;
- (iii) vias;
- (iv) rede Aérea;
- (v) passarelas;
- (vi) entrada de subestações;
- (vii) entrada de cabines seccionadoras;
- (viii) circulação de veículos ferroviários.

2.2.8.3 Atualmente, o SMV é terceirizado, não sendo o sistema e seus equipamentos de propriedade da CPTM. O SMV atual supervisiona a via apenas nas extremidades das plataformas das estações.

2.2.8.4 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com inclusão de todos os materiais e equipamentos.

2.2.8.5 O SMV é composto de câmeras, hastes, postes de sustentação, suportes, caixas de proteção, cabos, para-raios, conversores, interligação da rede de dutos da via até as câmeras, central de monitoramento e outros acessórios necessários para o completo funcionamento do SMV.

2.2.8.6 O SMV e o Sistema de CFTV descrito no item 2.2.13, deverão ser integrados, funcionando como um só Sistema de Segurança.

2.2.8.7 As imagens de todas as câmeras deverão ser disponibilizadas também para a Central de Monitoramento da Segurança - CMS no CCO Brás.

2.2.9 Projeto e Implantação do Sistema de Controle de Acesso – SCA

2.2.9.1 O SCA tem como objetivo o controle de acesso nas salas técnicas das estações, do Pátio, do novo CCO e das subestações.

2.2.9.2 Atualmente, não há SCA implantado em nenhuma localidade da LINHA 9.

2.2.9.3 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto e submetê-lo ao PODER

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos.

- 2.2.9.4 O SCA deverá ser um sistema de tempo real multiusuário, e com arquitetura distribuída, sendo que o controle deverá ser realizado por gerenciadoras / controladoras locais inteligentes, dotadas de memória contendo o banco de dados completo das identificações dos usuários com acesso à localidade em questão e todas as regras de acesso de cada um, interligadas a um servidor de aplicativo e de banco de dados.
- 2.2.9.5 Nas dependências das Estações, do Pátio, do novo CCO e das subestações, os controles devem ser implantados para evitar os possíveis acessos indevidos de pessoas em locais restritos aos colaboradores responsáveis pela operação/manutenção.
- 2.2.9.6 Os respectivos programas/ferramentas necessários para sua parametrização, instalação e operação deverão ter uma interface homem-máquina (IHM) gráfica, orientada a objetos, operando em ambiente padrão de mercado e deverão permitir que um número ilimitado de usuários os acesse simultaneamente de forma “online”, local ou remota.
- 2.2.9.7 O SCA deverá ser centralizado no novo CCO e deverá ter as mesmas características do SCA da LINHA 8.

2.2.10 Projeto e Implantação de Sistema Wi-Fi

- 2.2.10.1 O Sistema Wi-Fi tem como objetivo oferecer aos usuários uma solução gerenciada de acesso gratuito à internet, por meio da tecnologia de rede sem fio de provedores autorizados pela ANATEL, acessado por meio de qualquer equipamento, incluindo celulares, notebooks e qualquer dispositivo móvel.
- 2.2.10.2 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários ao 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. A CONCESSIONÁRIA não contará com a infraestrutura existente de rede Wi-

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Fi nas LINHAS obrigando-se a projetar e a implantar sistema de rede Wi-Fi – Livre para as LINHAS .(Item ajustado em decorrência da Resposta STM 66)

2.2.10.3 A disponibilização do serviço de Wi-Fi deverá ocorrer durante toda a OPERAÇÃO COMERCIAL das estações.

2.2.11 Sistema de Transmissão Óptico de 10 Gbps - STO

2.2.11.1 O STO tem como objetivo principal dar suporte aos serviços de sinalização, telefonia, 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, pátios, subestações, estações, vias e trens.

2.2.11.2 Atualmente, está sendo fornecido e Implantado novo STO na LINHA 9. A implantação e os custos do STO, são de responsabilidade do PODER CONCEDENTE – CONTRATO número 834316001100, entre a CPTM e o Consórcio SPAVIAS ENGENHARIA LTDA e TELAR ENGENHARIA E COMÉRCIO S.A., conforme previsto no Anexo II.D.

2.2.11.3 O sistema é uma Rede Gigabit Ethernet, similar ao solicitado para a LINHA 8.

2.2.12 Projeto e Implantação de Sistema de Radiocomunicações

2.2.12.1 O Sistema de Radiocomunicações tem como objetivo a comunicação operacional entre os maquinistas nos trens e os controladores de circulação de trens, que se encontram no CCO de Brás. O sistema também tem como objetivo apoiar as atividades de manutenção na via e no pátio.

2.2.12.2 Atualmente, o Sistema de Radiocomunicações em operação é compartilhado entre todas as linhas da CPTM, inclusive as LINHAS. Daí, um novo Sistema de Radiocomunicações, independente do atual, deverá ser implantado, e atenderá tanto à LINHA 8 como à LINHA 9.

2.2.12.3 O sistema da LINHA 9 é similar ao descrito no item referente ao “Projeto e

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Implantação de Sistema de Radiocomunicações da LINHA 8".

2.2.13 Projeto e Implantação de Sistema de Circuito Fechado de Televisão - CFTV

2.2.13.1 O Sistema de CFTV tem como objetivo a visualização de todas as dependências internas e externas da estação, áreas operacionais, bilheterias, elevadores, escadas, locais de circulação pública, áreas restritas e vias.

2.2.13.2 Atualmente, o Sistema de Monitoramento de Vias (SMV), parte do sistema de CFTV, é terceirizado, sendo a empresa contratada pela CPTM a responsável pelo fornecimento, instalação e manutenção, cuja parte do contrato relativa às LINHAS será excluída na data de início da OPERAÇÃO COMERCIAL. A CONCESSIONÁRIA deverá manter um sistema equivalente em operação, até a conclusão dos serviços previstos no EMPREENDIMENTO 64.

2.2.13.3 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar o sistema, com todos os materiais e equipamentos necessários.

2.2.13.4 O Sistema de CFTV deverá atender as LINHAS 8 e 9 e ser centralizado na Sala de Segurança do novo CCO, conforme descrito no item 1.2.13.

2.2.13.5 As imagens das câmeras também deverão ser disponibilizadas para o PODER CONCEDENTE.

2.2.14 Projeto e Implantação de Sistema de Telefonia e Rede Estruturada de Voz, Dados e Imagens

Sistema de Telefonia

2.2.14.1 O Sistema de Telefonia é responsável pelas comunicações de voz do CCO, do pátio, das estações e demais localidades, tais como subestações, edifícios administrativos e outros, das LINHAS.

2.2.14.2 Atualmente, o Sistema de Telefonia é composto de:

- (i) uma Central NORTEL MERIDIAN 1, composta de 120 ramais digitais e 400 ramais analógicos e;
- (ii) uma Central PHILIPS SOPHO 3050, provendo 15 ramais digitais e 288 ramais

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

analógicos.

2.2.14.3 Nas estações da LINHA 9 estão instaladas as Centrais indicadas na tabela a seguir:

Tabela 2

Linha	Fabricante	Modelo	Local instalação	Ramais digitais	Ramais Analógicos	VoIP
9	SIEMENS	HIPATH3800	ESTAÇÃO OSASCO	8	56	0
	SIEMENS	HIPATH3800	ESTAÇÃO PRESIDENTE ALTINO	8	56	0
	PHILIPS	SOPHO 3030	ESTAÇÃO HEBRAICA REBOUÇAS	7	32	0
	PHILIPS	SOPHO 3030	ESTAÇÃO CIDADE JARDIM	7	32	0
	PHILIPS	SOPHO 3030	ESTAÇÃO VILA OLÍMPIA	7	32	0
	PHILIPS	SOPHO 3030	ESTAÇÃO BERRINI	7	32	0
	PHILIPS	SOPHO IPS 2000	ESTAÇÃO MORUMBI	7	32	0
	PHILIPS	SOPHO IPS 2000	ESTAÇÃO GRANJA JULIETA	7	32	0
	PHILIPS	SOPHO IPS 2000	ESTAÇÃO SOCORRO	7	32	0
	SIEMENS	HIPATH3800	ESTAÇÃO JURUBATUBA	8	56	0
	PHILIPS	SOPHO IPS 2000	ESTAÇÃO AUTÓDROMO	12	32	0
	PHILIPS	SOPHO IPS 2000	ESTAÇÃO PRIMAVERA/INTERLAGOS	12	32	0
	PHILIPS	SOPHO IPS 2000	ESTAÇÃO GRAJAÚ	12	32	0

2.2.14.4 A nova Central Telefônica, descrita no item 1.2.14.5 (LINHA 8) deverá atender às necessidades de comunicações das duas linhas. Serão projetados e implantados Gateways em todas as estações da LINHA 9, que se interligarão à nova central a ser instalada no Pátio (ou no novo CCO) através do STO.

2.2.14.5 Com estas alterações, o Sistema de Telefonia será atualizado e padronizado para as duas linhas.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Rede Estruturada

- 2.2.14.6 A Rede Estruturada tem como objetivo permitir a comunicação interna, externa e interestações, o acesso à internet, dentre outras necessidades.
- 2.2.14.7 Atualmente, na LINHA 9, a rede de voz utiliza cabos de pares convencionais e a rede de dados utiliza cabos UTP categoria 5.
- 2.2.14.8 A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar o projeto, e submetê-lo ao PODER CONCEDENTE para não objeção, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE, e implantar, com todos os materiais e equipamentos necessários para a Rede Estruturada das Estações, Pátio, CCO, Subestações e demais localidades da LINHA 9.
- 2.2.14.9 Deverá ser implantada Rede de Voz e Dados para atendimento das diversas áreas da LINHA 9. A Rede de Dados deverá utilizar cabos UTP categoria 6, conforme descrito no item 1.2.14.7.
- 2.2.14.10 A documentação de referência deste EMPREENDIMENTO consta no Apenso 1 deste ANEXO.

2.3 EMPREENDIMENTO 65 – Suprimento de energia – Subestações e cabines

2.3.1 Situação atual

- 2.3.1.1 Para atender o processo de modernização operacional da LINHA 9 e consequentemente a nova capacidade de carga, o suprimento de energia elétrica constitui principal foco de análise do sistema elétrico, inclusive a verificação e adequação do atual sistema de aterramento do retorno negativo, assim como a verificação do valor de isolamento do negativo. A CONCESSIONÁRIA será responsável pela verificação do nível e adequação do sistema nas eventuais ocorrências de correntes de fuga e corrosão devido à corrente de retorno.
- 2.3.1.2 A seguir um resumo das adequações planejadas em subestações e cabines seccionadoras, existentes bem como novas, da LINHA 9.

Complementação da implantação da cabine seccionadora e paralelismo Ceasa

A situação atual desta nova cabine encontra-se indicada no Apenso 2 Sistemas de Energia.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Subestação 88-138 kV/34,5 kV – Jaguaré

- (i) implantação de Transformadores 88-138/34,5kV
- (ii) substituição de disjuntores 3 kV CC
- (iii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iv) contator de aterramento

Implantação da linha de distribuição aérea 34,5 kV (rede protegida compacta)

trecho S/E Jaguaré – S/E Cidade Jardim – S/E Socorro

A situação atual desta nova linha encontra-se indicada no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Implantação da cabine de seccionamento e paralelismo de Pinheiros

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Implantação da subestação Cidade Jardim de 34,5 kV e cabine seccionadora

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Subestação 88-138 kV Morumbi

- (i) substituição de disjuntores 3 kVCC
- (ii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iii) contator de aterramento

Implantação da cabine de seccionamento e paralelismo Berrini

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Implantação de cabine de seccionamento e paralelismo de Santo Amaro

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Implantação da nova subestação de 34,5 kV Socorro

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Linha de distribuição aérea 34,5 kV (rede protegida compacta trecho S/E Cidade Dutra – S/E Socorro)

O status atual desta nova linha encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Implantação de cabine de seccionamento e paralelismo Jurubatuba

O status atual desta nova cabine encontra-se indicado no Apenso 2 Sistemas de Energia.

Subestação 88-138 kV/34,5 kV Cidade Dutra

- (i) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (ii) contator de aterramento
- (iii) substituição disjuntores 3 kV CC

Cabine seccionadora de Grajaú

- (i) substituição disjuntores 3 kV CC
- (ii) substituição de carregadores de baterias e baterias
- (iii) contator de aterramento

2.3.1.3 A lista dos equipamentos incluídos nas reformas bem como as novas implantações das subestações e cabines encontram-se no Apenso 2 deste ANEXO. As diretrizes básicas mandatórias estão descritas na Parte II deste ANEXO.

2.4 EMPREENDIMENTO 66 – Telecontrole de energia no CCO e estações

2.4.1 A primeira fase das atividades do EMPREENDIMENTO 66 compreende a modernização do Sistema de Telecontrole de Energia existente, para possibilitar a operação via CCO Brás, pelo período necessário para a construção de novo Centro de Controle Operacional, a ser implementado pela CONCESSIONÁRIA das LINHAS.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- 2.4.2 O sistema deverá visualizar, operar e controlar todas as Subestações, Cabines e chaves de Rede Aérea da LINHA 9, melhorando a disponibilidade dos equipamentos instalados ao longo da via nos sistemas de energia existentes.

Premissas básicas da implantação:

- (i) substituir os equipamentos do Sistema de Telecontrole instalado no CCO, provendo hardware que suporte as suas funcionalidades;
- (ii) realizar revisão geral do sistema instalado ao longo da ferrovia de todas as Subestações, Cabines Seccionadoras e chaves de Rede Aéreas integradas ao Sistema de Telecontrole em operação e operacionalizar os demais equipamentos dos sistemas citados que não estão disponíveis ao Telecontrole, em especial a alimentação elétrica para as chaves seccionadoras já instaladas ao longo da rede aérea das LINHAS. Não há infraestrutura para os cabos de comando e controle das chaves seccionadoras da rede aérea, bem como não há fontes de energia para a alimentação das chaves seccionadoras não operacionais. A constituição do sistema de telecontrole será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA e deverá ser alinhado e diagramado diante dos elementos básicos dispostos para a sua implantação, constantes neste item 2.4. Sua configuração e tecnologia decorrerão dos respectivos projetos a serem desenvolvidos pela própria CONCESSIONÁRIA. Caberá a CONCESSIONÁRIA avaliar e decidir pela utilização ou não dos equipamentos que estão já instalados ao longo das LINHAS para a modernização. Quanto às subestações, seus equipamentos atuais já estão telecomandados. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 251, 402 e 403)
- (iii) recapacitar os meios de comunicação do Sistema de Telecontrole, alinhada com diretrizes de aprimoramento dos sistemas de telecomunicações;
- (iv) atualizar as licenças dos softwares instalados, tornando-as compatíveis com sistemas operacionais modernos e melhorar sua capacidade de integração com os demais sistemas de ferrovia. Atualizar softwares que possam funcionar com sistemas operacionais mais robustos e/ou sem custos de atualização (ex.: Linux);
- (v) implantar sistemas e técnicas de segurança cibernética para proteção dos sistemas da ferrovia controlados pelo Telecontrole;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (vi) implantar Sistema de Monitoramento de Vídeo e Sistemas de Detecção de Acesso e de intrusão nas instalações existentes de energia (Subestações, Cabines Seccionadoras, Centros de Distribuição), integrado ao Sistema de Monitoramento de Via (SMV) nos requisitos de telecomunicações;
- (vii) preparar sistema para assumir uma ampliação e modernização do Sistema de Telecontrole de Energia.

Desempenho do sistema

O sistema deverá suportar a operação das LINHAS pelo tempo previsto para funcionar plenamente, pelo período que for necessário para construção do novo CCO. A documentação de referência consta do Apenso 3 deste ANEXO.

2.5 EMPREENDIMENTO 67 – Implantação de novo CCO

2.5.1 Situação Atual

- 2.5.1.1 Atualmente a operação do sistema ferroviário é realizada a partir do CCO Brás, onde estão concentradas as operações de todas as Linhas da CPTM.

2.5.2 Implantação do Novo CCO

- 2.5.2.1 Deverá ser construído e implantado um novo Centro de Controle Operacional (CCO) de forma a permitir a operação das LINHAS, em local a ser definido futuramente e ter a prévia CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE para posterior não objeção pelo PODER CONCEDENTE.
- 2.5.2.2 O novo CCO deverá ser projetado considerando requisitos de confiabilidade, ergonomia e conforto, e deverá possuir todos os elementos e sistemas necessários para a operação do sistema ferroviário contando minimamente com os mesmos recursos do CCO atual da CPTM, tais como:
 - (i) local adequado e especialmente projetado com todos os recursos e infraestrutura necessários, contando com sala operacional, salas técnicas, sala de apoio e reuniões, sanitários, copa e cozinha e etc.;
 - (ii) painéis Sinópticos e equipamentos de projeção para visualização dos Sistemas de Controle de Tráfego, Energia e Monitoramento Eletrônico;
 - (iii) postos de Controle (IHMs) considerando as condições de redundância para

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- operação dos sistemas de Controle, Sistemas Auxiliares e Monitoramento;
- (iv) mobiliário adequado projetado especialmente para esse fim considerando todas as questões pertinentes a ergonomia no espaço de trabalho, incluindo toda influência do meio ambiente – iluminação, ruídos etc.;
 - (v) mesmo trabalhando em estreita comunicação, o CCO das LINHAS da CONCESSIONÁRIA não terá nenhuma relação de dependência operacional (não haverá back-up) com o CCO de Brás. O novo CCO da CONCESSIONARIA espelhará na CMCP todas as informações da parte operacional LINHAS, em tempo real, sem possibilidade de.
 - (vi) durante a fase inicial da operação das LINHAS e durante toda fase de implantação do novo CCO, a CONCESSIONARIA operará as LINHAS a partir do CCO de Brás da CPTM.
 - (vii) os servidores das LINHAS que se encontram atualmente no Brás, serão migrados para o novo CCO (no Pátio Presidente Altino ou outro local de escolha da CONCESSIONÁRIA). Como as LINHAS atualmente possuem servidores redundantes (*hot standby*) o processo de migração fará a mudança de um servidor por vez. As linhas também dispõem de PCL's (postos de controle local) que poderão, em caso de contingência durante o processo de migração, serem utilizados em ambas as linhas (ao mesmo tempo), observando que eventual comprometimento nos serviços impactará nos Indicadores dispostos no Anexo III.D.(Item ajustado em decorrência da Resposta STM 551). Em caso de falhas nos equipamentos durante a migração física dos servidores do Brás para Presidente Altino, a responsabilidade de fornecer novos servidores será da CONCESSIONÁRIA que, também, se responsabilizará por quaisquer prejuízos em decorrência de falhas no processo de migração de equipamentos. Esclarece-se, entretanto, que diante da repercussão de falhas na operação, em razão de qualquer problema que possa advir devido à migração física dos servidores do Brás para o local do novo CCO, a CONCESSIONÁRIA poderá a seu exclusivo critério, migrar os equipamentos de Brás, ou efetuar a implantação do novo CCO com fornecimento de novos servidores e demais equipamentos necessários. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 653).

2.5.2.3 Uma descrição geral das funcionalidades e logística do CCO está incluída na documentação de referência consta do Apenso 4 deste ANEXO.

PARTE II – DIRETRIZES BÁSICAS MANDATÓRIAS DE PROJETOS DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO, ENERGIA E TELECOMUNICAÇÕES

Normas, funções operacionais, requisitos e demais diretrizes mínimas que deverão ser obrigatoriamente atendidas pela CONCESSIONÁRIA relacionadas aos Sistemas de Sinalização, Energia e Telecomunicações.

APRESENTAÇÃO

Esta PARTE II deste ANEXO traz as características técnicas, funções operacionais, requisitos e demais diretrizes que deverão ser minimamente atendidas pela CONCESSIONÁRIA no projeto e implantação dos Sistemas de Sinalização, Energia e Telecomunicações de sua responsabilidade.

Neste contexto, as DIRETRIZES contidas nesta PARTE II apresentam as normas, funções operacionais e requisitos mínimos que deverão ser obrigatoriamente atendidos pela CONCESSIONÁRIA, do mesmo modo as condições constantes dos Apenso 1 e 2. Os requisitos deverão ser atendidos na íntegra, pois são necessários ao perfeito funcionamento dos subsistemas propostos.

As demais DIRETRIZES, que se apresentam como referências e padrões orientativos para que a CONCESSIONÁRIA possa encontrar especificações mais detalhadas visando a elaboração dos PROJETOS BÁSICO e EXECUTIVO, bem como para instalação dos referidos sistemas, encontram-se descritas nos Apenso 3, 4, 5, 6 e 7 deste ANEXO.

1. SINALIZAÇÃO E CCO

Esta seção tem por objetivo estabelecer as condições gerais para o desenvolvimento de projeto, bem como as especificações técnicas do Sistema de Controle de Tráfego de Estações e Vias - SCT e do Sistema de Controle Centralizado – SCC.

Trata-se de documento complementar às diretrizes estabelecidas para o SCT e SCC na Parte I deste ANEXO, descrevendo-se os requisitos para os serviços, equipamentos e materiais que fazem parte do escopo da CONCESSIONÁRIA.

Caso a CONCESSIONÁRIA deseje alterar ou puder atender aos requisitos especificados neste ANEXO de outra maneira, deverá submeter sua proposta de alteração para a não objeção do PODER CONCEDENTE, após a CERTIFICAÇÃO do AUDITOR INDEPENDENTE.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

1.1 Glossário

- (i) ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- (ii) ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações
- (iii) ATC – “Automatic Train Control”
- (iv) ATO – “Automatic Train Operation”
- (v) ATP – “Automatic Train Protection”
- (vi) CCO – Centro de Controle Operacional
- (vii) CEN – CENELEC – “Comité Européen de Normalisation Électrotechnique”
- (viii) CCIR - Comitê Consultivo Internacional de Rádio
- (ix) DIN – “Deutsches Institut Für Normung”
- (x) EIA – “Electronic Industries Association”
- (xi) EMC - Compatibilidade Eletromagnética (Eletromagnetic Compatibility)
- (xii) FMECA - Failure Mode Effect Criticality Analysis
- (xiii) IEC – “International Electrotechnical Commission”
- (xiv) IEEE – “Institute of Electrical and Electronic Engineers”
- (xv) IHM – Interface Homem Máquina
- (xvi) ISO – “International Standard Organization”
- (xvii) ITU – “International Telecommunication Union”
- (xviii) LOBJ - Lista de Objetivos
- (xix) MIL Std – “Military Standards”
- (xx) MPGD - Mensagens Pré Gravadas Digitalizadas
- (xxi) NEMA – “National Electrical Manufacturers Association”
- (xxii) TMEF/MTBF –Tempo Médio entre Falhas - “Mean Time Between Failures”
- (xxiii) MTTR – “Mean Time To Restore” - Tempo Médio para Restauo do Sistema, disponibilizando-o para funcionamento, excluindo-se o tempo necessário para acessar o equipamento em falha.
- (xxiv) OSI – “Open System Interconnection” - Interconexão entre Sistemas Abertos.
- (xxv) PCL - Painel de Controle Local (Sinalização)
- (xxvi) SBT - Sala de Baixa Tensão
- (xxvii) PEAD –Polietileno de Alta Densidade
- (xxviii) SCC - Sistema de Controle Centralizado
- (xxix) SCL - Sistema de Controle Local (Telecomunicações e Auxiliares)
- (xxx) SMD – “Surface Mounted Device”
- (xxxi) SCT – Sistema de Controle de Tráfego
- (xxxii) SSO - Sala de Supervisão Operacional

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (xxxiii) STO – Sistema de Transmissão Óptica
- (xxxiv) TCP/IP – “Transmission Control Protocol/ Internet Protocol”
- (xxxv) UIC – “Union Internationale de Chemins de Fer”
- (xxxvi) USB – “Universal Serial Bus”
- (xxxvii) VLSI – “Very Large-Scale Integration”.

1.2 Normas Aplicáveis

As especificações para as etapas de projeto, fabricação, montagem, instalação, ensaios e 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 e onde for aplicável.

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

Durante o desenvolvimento do projeto, a CONCESSIONÁRIA deverá indicar qual a norma que está sendo aplicada.

Quando essas normas forem omissas ou não houver menções específicas, poderão ser utilizadas normas equivalentes, desde que existentes.

Quanto à eventuais conflitos entre regramentos, deve-se sempre prevalecer as normas mais restritivas e as condições estabelecidas neste documento.

Poderão ser aceitos equipamentos que atendam às normas com equivalência que tenham sido emitidas por outros órgãos normativos, desde que sejam comprovadas as equivalências e devidamente aceitas pelo PODER CONCEDENTE.

Os projetos, estudos e dimensionamentos são de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA que deverá aproveitar ou não, a seu critério, os materiais e equipamentos que estão sendo disponibilizados para a consecução dos EMPREENDIMENTOS. Caberá à CONCESSIONÁRIA avaliar os equipamentos para sua eventual utilização face à normatização vigente. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 248)

As normas de referência são listadas abaixo:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (i) Norma AAR – “Association of American Railroads”.
 - a. AAR – "Signal Manual of Recommended Practices".
- (ii) Normas ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - a. ABNT NBR 5096 – “Laminado Epóxico à base de Tecido de Fibra de Vidro, Estampável a Frio, resistente à Chama e Revestido de Cobre, Tipo FR-4”.
 - b. ABNT NBR 5116 – “Máquinas de Corrente Contínua – Especificações”.
 - c. ABNT NBR 5165 – “Máquinas de Corrente Contínua - Ensaios Gerais”.
 - d. ABNT NBR 5390 – “Generalidades sobre os ensaios climáticos e mecânicos”.
 - e. ABNT NBR 5410 – “Instalações Elétricas de Baixa Tensão”.
 - f. ABNT NBR 5419 – “Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas”.
 - g. ABNT NBR 5462 – “Confiabilidade e Manutenibilidade”.
 - h. ABNT NBR 5471 - Condutores elétricos;
 - i. ABNT NBR 6239 – “Fios e Cabos Elétricos – Deformação a Quente”.
 - j. ABNT NBR 6243 – “Choque Térmico para Fios e Cabos Elétricos”.
 - k. ABNT NBR 6245 – “Fios e Cabos Elétricos – Determinação do Índice de Oxigênio”.
 - l. ABNT NBR 6251 – “Cabos de Potência com Isolação Extrudada para Tensões de 1kV a 35kV – Requisitos Construtivos”.
 - m. ABNT NBR 6792 – “Ensaios Básicos Climáticos e Mecânicos – Ensaio A: Generalidades sobre os Ensaios de Frio”.
 - n. ABNT NBR 6795 – “Ensaios Básicos Climáticos e Mecânicos – Ensaio Ad: Ensaio de Frio com Variação Gradual de Temperatura para Espécimes que Dissipam Calor”.
 - o. ABNT NBR 6798 – “Ensaios Básicos Climáticos e Mecânicos – Ensaio de Calor Seco com Variação Gradual da Temperatura para Espécimes que Dissipam Calor”.
 - p. ABNT NBR 6813 – “Fios e Cabos Elétricos – Ensaio de Resistência de

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Isolamento”.

- q. ABNT NBR 6814 – “Fios e Cabos Elétricos – Ensaio de Resistência Elétrica”.
- r. ABNT NBR 6881 - Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação - Ensaio de tensão elétrica;
- s. ABNT NBR 7288 – “Cabos de Potência com Isolação Sólida Extrudada de Cloreto de Polivinila (PVC) ou Polietileno (PE) para Tensões de 1kV a 6kV”.
- t. ABNT NBR 7290 – “Cabos de Controle com Isolação Extrudada de XLPE ou EPR para Tensões até 1kV – Requisitos de Desempenho”.
- u. ABNT NBR 7312 - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais;
- v. ABNT NBR 7635 – “Sinalização Ferroviária - Terminologia”.
- w. ABNT NBR 8662 – “Identificação por Cores de Condutores Elétricos Nus e Isolados”.
- x. ABNT NBR 9511 - Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento;
- y. ABNT NBR 10495 – “Fios e Cabos Elétricos – Determinação da Quantidade de Gás Ácido Halogenado Emitido Durante a Combustão de Materiais Poliméricos”.
- z. ABNT NBR 11300 – “Fios e Cabos Elétricos – Determinação da Densidade de Fumaça Emitida em Condições Definidas de Queima”.
- aa. ABNT NBR 11633 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do grau de acidez de gases desenvolvidos durante a combustão de componentes - Método de ensaio;
- bb. ABNT NBR 11764 – “Aparelhos de Mudança de Via - Máquinas de Chave”.
- cc. ABNT NBR 11882 – “Sinalização Ferroviária – Equipamento – Invólucro Metálico”.
- dd. ABNT NBR 12139 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do índice de toxidez dos gases desenvolvidos durante a combustão dos materiais poliméricos - Método de ensaio;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- ee. ABNT NBR 12732 – “Sinalização Ferroviária – Bonde de Impedância”.
- ff. ABNT NBR 12762 – “Cabo de Controle não Blindado para Sinalização Ferroviária”.
- gg. ABNT NBR 12925 – “Sinalização Ferroviária – Cabo de Controle – Emenda – Conector”.
- hh. ABNT NBR 13184 - "Sinalização Ferroviária – Emprego de Elementos de Proteção Elétrica de Equipamento contra Descargas Atmosféricas".
- ii. ABNT NBR 13248 – “Cabos de Potência e Controle e Condutores Isoladossem Cobertura, com Isolação Extrudada e Baixa Emissão de Fumaça para Tensões até 1kV – Requisitos de Desempenho”.
- jj. ABNT NBR 13728 – "Sinalização Metroferroviária – Confiabilidade".
- kk. ABNT NBR 13897 – “Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário”.
- ll. ABNT NBR 13898 – “Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário”.
- mm. ABNT NBR 14306 – "Proteção Elétrica e Compatibilidade Eletromagnética em Redes Internas de Telecomunicações em Edificações – Projeto".
- nn. ABNT NBR 15715 - Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações – Requisitos.
- oo. ABNT NBR 15928 – "Ensaio não destrutivo – Análise de vibrações – Terminologia".
- pp. ABNT NBR 16109 - Acumulador chumbo-ácido estacionário regulado por válvula para aplicação em sistemas ininterruptos de energia (UPS) — Especificação
- qq. ABNT NBR 16110 - Acumulador chumbo-ácido estacionário regulado por válvula para aplicação em sistemas ininterruptos de energia (UPS) — Método de Ensaio
- rr. ABNT NBR 16442 - Cabos de controle não halogenados e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- ss. ABNT NBR 17094 – “Máquinas elétricas girantes - Motores de indução”.
- tt. ABNT NBR IEC 60529 – “Graus de proteção para invólucros de

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

equipamentos elétricos (código IP)".

- uu. ABNT NBR ISO 9000 – "Sistema de Gestão da Qualidade - Fundamentos e Vocabulário".
- vv. ABNT NBR ISO 9000-1 – "Normas de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade – Parte 1: Diretrizes para Seleção e Uso".
- ww. ABNT NBR ISO 9000-3 – "Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade Parte 3: Diretrizes para aplicação da NBR 19001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de "Software".
- xx. ABNT NBR ISO 9001 – "Sistemas da Qualidade - Modelo para Garantia da Qualidade em Projeto / Desenvolvimento, Produção, Instalação e Serviços Associados".
- yy. ABNT NBR ISO 9001 – "Sistemas de Gestão de Qualidade – Requisitos".
- zz. ABNT NBR ISO 9002 – "Sistemas da Qualidade - Modelo para Garantia de Qualidade em Produção, Instalação e Serviços Associados".
- aaa. ABNT NBR ISO 9003 – "Sistemas da Qualidade - Modelo para Garantia da Qualidade, em Inspeção e Ensaios Finais".
- bbb. ABNT NBR ISO 9004-2 – "Gestão de Qualidade e Elementos do Sistema de Qualidade - Partes 2 – Diretrizes para Serviços".
- ccc. ABNT NBR ISO 10007 – "Gestão da qualidade – Diretrizes para a gestão de configuração".
- ddd. ABNT NBR NM 244- Condutores e cabos isolados – Ensaio de centelhamento;
- eee. ABNT NBR NM 280 – "Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)".
- fff. ABNT NBR NM IEC 60332 – Métodos de ensaios em cabos elétricos sob condições de fogo.
- ggg. ABNT NBR NM IEC 60332-1 – Métodos de ensaios em cabos elétricos sob condições de fogo Parte 1: Ensaio em um único condutor ou cabo isolado na posição vertical.
- hhh. ABNT 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

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

externas - Ensaaios para a determinação das propriedades mecânicas”.

iii. ABNT 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.

jjj. ABNT NBR NM IEC 60811-1-3 - "Métodos de Ensaaios 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 – Ensaaios de Absorção de Água – Ensaio de Retração”.

kkk. ABNT NBR NM IEC 60811-1-4 – “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: Ensaaios a baixas temperaturas”.

III. ABNT 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: Ensaaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral;

mmm. ABNT NBR NM IEC 60811-3-1 - Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 3: Métodos específicos para os compostos de PVC - Capítulo 1: Ensaio de pressão a altas temperaturas - Ensaaios de resistência à fissuração.

nnn. MB-787 - "Execução de Ensaio de Resistência à Névoa Salina de Superfícies Pintadas ou com revestimentos Similares”.

(iii) Normas ANSI / IEEE / EIA/TIA – “American National Standards Institution” / “Institute of Electrical and Electronic Engineering” / “Electronic Industries Association”/ “Telecommunications Industry Association”.

a. ANSI-C2 – "National Electrical Safety Code" (NESC).

b. ANSI-C80.1 – "Rigid Steel Conduit – Zinc Coated”.

c. ANSI Y32.16 – "Electrical Reference Designations”.

d. EIA/IS-648 – "Measurement of Electromagnetic Interference Characteristics of Equipment Intended to Operate in Severe Electromagnetic Environments”.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- e. IEEE std C62.41 – "Guide for Surge Voltages in Low-Voltages AC Power Circuits".
- f. IEEE 610.12 – "Standard Glossary of Software Engineering Terminology".
- g. IEEE std 730 – "Software Quality Assurance Plans".
- h. 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".
- i. IEEE std 828 – "Software Configuration Management Plans".
- j. IEEE std 829 – "Software Test Documentation".
- k. IEEE std 830 – "Guide to Software Requirement Specification".
- l. IEEE std 1008 – "Software Unit Testing".
- m. IEEE std 1012 – "Software Verification and Validation Plans".
- n. IEEE 1042 – "Guide to Software Configuration Management".
- o. IEEE 1044 – "Classification for Software Anomalies".
- p. IEEE 1059 – "Guide for Software Verification and Validation Plans".
- q. IEEE std 1061 – "Software Quality Metrics Methodology".
- r. IEEE std 1062 – "Recommended Practice for Software Acquisition".
- s. IEEE 1063 – "Software User Documentation".
- t. IEEE 1074/1074.1 – "Standard for Developing Software Life Cycle Processes".
- u. IEEE 1219 – "Software Maintenance".
- v. IEEE 1228 – "Software Safety Plans".
- w. IEEE 1298 – "Standard Software Quality Management System, Part 1: Requirements".
- x. IEEE 1394 – "High Performance Serial Bus".
- y. IEEE 1483 – "IEEE Standard for Verification of Vital Functions in Processor-Based Systems Used in Rail Transit Control".
- z. TIA/EIA-232 – "Interface Between Data Terminal Equipment and Data

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Communication Equipment Employing Serial Binary Data Interchange".

aa. TIA/EIA-422 – "Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuits".

bb. TIA/EIA-423 – "Electrical Characteristics of Unbalanced Voltage Digital Interface Circuits".

cc. TIA/EIA-485 – "Standard for Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems".

dd. TIA/EIA 568-A – "Commercial Building Telecommunications Cabling Standard".

ee. EIA IS-648 – "Measurement of Electromagnetic Interference Characteristics of equipment's Intended to Operate in Severe Electromagnetic Environments".

(iv) Norma APTA

a. APTA – "Glossary of Reliability, Maintainability and Availability Terminology for Rail Rapid Transit".

(v) Norma ASME – "American Society of Mechanical Engineers"

a. ASME NQA-1-1989 – "Supplementary Requirements for the Qualification of Inspection and Test Personnel (Including Supplement 25-1)".

(vi) Normas ASTM – "American Standards Testing Materials"

a. ASTM A123/A123M-00 – "Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products".

b. ASTM A153/A153M-00 – "Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware".

c. ASTM B3-95 – "Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire".

d. ASTM B8-99 – "Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft".

e. ASTM B33-00 – "Standard Specification for Tinned Soft or Annealed Copper Wire for Electrical Purposes".

f. ASTM B172-95 – "Standard Specification for Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Bunch-Stranded Members, for Electrical Conductors".

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- g. ASTM B173-95 – "Standard Specification for Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Concentric-Stranded Members, for Electrical Conductors".
- h. ASTM B187-00 – "Standard Specification for Copper Bar, Bus Bar, Rod, and Shapes".
- i. ASTM B189-95 – "Standard Specification for Lead-Coated and Lead-Alloy-Coated Soft Copper Wire for Electrical Purposes".
- j. ASTM D149-97a – "Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies".
- k. ASTM D522 - "Standard Test Methods for Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings".
- l. ASTM D570-98 – "Standard Test Method for Water Absorption of Plastics".
- m. ASTM D638-00 – "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics".
- n. ASTM D695-96 – "Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics".
- o. ASTM D790-00 – "Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials".
- p. ASTM D1000-99 – "Standard Test Method for Pressure-Sensitive Adhesive Coated Tapes Used for Electrical and Electronic Applications".
- q. ASTM D1518-85(1998) e1 – "Standard Test Method for Thermal Transmittance of Textile Materials".
- r. ASTM D2240-00 – "Standard Test Method for Rubber-Property Durometer Hardness".
- s. ASTM D2671-00 – "Standard Test Methods for Heat-Shrinkable Tubing for Electrical Use".
- t. ASTM D2794-69 - "Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)".
- u. ASTM D3005-99 – "Standard Specification for Low-Temperature Resistant Vinyl Chloride Plastic Pressure-Sensitive Electrical Insulating Tape".

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- v. ASTM E662-97 – "Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials".
- (vii) Normas BSI – "British Standards Institution"
 - a. BS 5760 – "Reliability of Systems, equipment and Components – Parts 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13 and 14".
- (viii) Normas CENELEC – "European Committee for Electrotechnical Standardization"
 - a. EN 50121-2 – "Railway Applications - Electromagnetic Compatibility – Part 2: Emission of the Whole Railway Systems with the Outside World".
 - b. EN 50121-3 – "Railway Applications - Electromagnetic Compatibility – Part 3: Rolling Stock".
 - c. EN 50121-4 – "Railway Applications - Electromagnetic Compatibility – Part 4: Emission and Immunity of Signaling and Telecommunications Apparatus".
 - d. EN 50122 – "Railway Applications - Fixed Installations - Electrical Safety, Earthing and The Return Circuit".
 - e. EN 50125-1 – "Railway Applications - Environmental Conditions for Equipment – Part 1: equipment on Board Rolling Stock".
 - f. EN 50125-3 – "Railway Applications - Environmental Conditions for equipment – Part 3: Equipment for Signaling and Telecommunications".
 - g. EN 50126 – "Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)".
 - h. EN 50128 – "Railway Applications - Communications, Signaling and Processing Systems - Software for Railway Control and Protection Systems".
 - i. EN 50129 – "Railway Applications - Safety Related Electronic Systems for Signaling".
 - j. EN 50159-1 – "Railway Applications - Communications, Signaling and Processing Systems - Part 1: Safety-Related Communication in Closed Transmission Systems".
 - k. EN 50159-2 – "Railway Applications - Communications, Signaling and Processing Systems - Part 2: Safety Related Communications in Open

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Transmission Systems".

- I. EN 61078 – "Analysis Techniques for Dependability – Reliability Block Diagram Method".
- (ix) Documentos CMU/SEI – "Carnegie Mellon University / Software Engineering Institute"
 - a. CMMI-SE/SW – Capability Maturity Model Integration (CMMI), Version 1.1 – CMMI for Systems Engineering and Software Engineering, Staged Representation, CMU/SEI-2002-TR-002.
 - b. SCAMPI – Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement Version 1.1: Method Definition Document, CMU/SEI-2001-HB-001.
- (x) Normas DIN - "Deutsches Institut Fuer Normung"
 - a. DIN 40050-9 - Road Vehicles; degrees of Protection (IP – Code); Protection Against Foreign Objects; Water and Contact; Electrical Equipment.
 - b. DIN 40050 – "Protection of Electrical Equipment Against Contact and Foreign Bodies".
 - c. DIN 41612 – "Connectors".
 - d. DIN 41617 - "Connectors"
- (xi) Normas IEC - "International Electrotechnical Commission"
 - a. IEC 60060 – "High Voltage Test Techniques".
 - b. IEC 60068 – "Environmental Testing – Parts 1, 2, 3, 4 and 5".
 - c. IEC 60077 – "Railway Applications - Electric Equipment for Rolling Stock".
 - d. IEC 60317-8 – "Specifications for particular types of winding wires – Part 8: Polyetherimide enameled round copper wire, class 180".
 - e. IEC 60364 – "Electrical Installations of Buildings".
 - f. IEC 60563 – "Permissible Limiting Temperatures in Service for Components of Electrical Equipment of Traction Vehicles".
 - g. IEC 60571 – "Electronic Equipment Used on Rail Vehicles".
 - h. IEC 60605 – "Equipment Reliability Testing".
 - i. IEC 60706-1 – "Guide on Maintainability of Equipment. Part 1 – Section

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

One, Two and Three. Introduction, Requirements and Maintainability Program".

- j. IEC 60812 – "Analysis Techniques for System Reliability – Procedure for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)".
- k. IEC 61000 – "Electromagnetic Compatibility".
- l. IEC 61024 – "Protection of Structures Against Lightning".
- m. IEC 61025 – "Fault Tree Analysis (FTA)".
- n. IEC 61312 – "Protection Against Lightning Electromagnetic Impulse".
- o. IEC 61508 – "Functional safety of electrical / electronic / programmable electronic safety-related systems".
- p. IEC 61643 – "Surge Protective Devices Connected to Low-voltage Power Distribution Systems".
- q. IEC 61643-21 – "Low Voltage Surge Protective Devices Connected to Telecommunications and Signaling Networks".
- (xii) Norma IPC – "Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits"
 - a. IPC 2222 - "Sectional Standard on Rigid PWB Design".
 - b. IPC-2221 – "Generic Standard on Printed Board Design".
- (xiii) Normas ISO - "International Standard Organization"
 - a. ISO 31 – "Quantities and Units".
 - b. ISO 1520 – "Paints and Varnishes - Cupping Test".
 - c. DIN EN ISO 2409 – "Paints and Varnishes - Cross-Cut Test".
 - d. ISO 9241-1 – "Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals – VTD: Part 1 – General".
 - e. ISO 10011-1 – "Guidelines for Auditing Quality Systems – Part 1: Auditing".
 - f. ISO 10011-2 – "Guidelines for Auditing Quality Systems – Part 2: Qualification Criteria for Quality Systems Auditors".
 - g. ISO 10011-3 – "Guidelines for Auditing Quality Systems – Part 3: Management of Audit Programs".
 - h. ISO/IEC 3309 – "Information Technology - Telecommunications and

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Information Exchange Between Systems – High-Level Data Link Control (HDLC) Procedures – Frame Structure".

- i. ISO/IEC 4335 – "Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems – High-Level Data Link Control (HDLC) Procedures – Elements of Procedures".
- j. ISO/IEC 7809 – "Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems – High-Level Data Link Control (HDLC) Procedures – Classes of Procedures".
- k. 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".
- l. ISO/IEC 9126 – "Information Technology – Software Product Evaluation Quality Characteristics and Guidelines for Their Use".
- m. ISO/IEC 12207 – "Information Technology - Software Life Cycle Processes".
- n. ISO/IEC 15504 – "Information Technology - Software Process Assessment".

(xiv) Normas ITU – "International Telecommunication Union"

- a. ITU V.10 – "Electrical Characteristics for Unbalanced Double-Current Interchange Circuits Operating at Data Signaling Rates Nominally up to 100 Kbit/s".
- b. ITU V.11 – "Electrical Characteristics for Balanced Double-Current Interchange Circuits Operating at Data Signaling Rates up to 10 Mbit/s".
- c. ITU V.24 – "List of Definitions for Interchange Circuits Between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-Terminating Equipment (DCE)".
- d. ITU X.21 – "Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment for Synchronous Operation on Public Data Networks".
- e. ITU X.25 – "Interface Between Data Terminal Equipment (DTE) and Data

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Circuit Terminating Equipment (DCE) for Terminals Operating in the Packet Mode and Connected to Public Data Networks by Dedicated Circuit".

- (xv) Normas MIL – “Military Standards”
- a. MIL-HDBK-217 – "Reliability Prediction of Electronic Equipment".
 - b. MIL-HDBK-237 – "Electromagnetic Compatibility Management Guide for Platforms, Systems and Equipment".
 - c. MIL-HDBK-241 – "Design Guide for EMI Reduction".
 - d. MIL-HDBK-472 – "Maintainability Prediction".
 - e. MIL-HDBK-781 – "Reliability Test Methods, Plans and Environments for Engineering Development, Qualification and Production".
 - f. MIL-HDBK-810 – "Environmental Test Methods".
 - g. MIL-STD-461 – "Electromagnetic Emission and Susceptibility Requirements for the Control of Electromagnetic Interference".
 - h. MIL-STD-462 – "Measurement of Electromagnetic Interference Characteristics".
 - i. MIL-STD-470 – "Maintainability Program".
 - j. MIL-STD-498 – "Software Development and Documentation".
 - k. MIL-STD-721 – "Definition of Terms for Reliability and Maintainability".
 - l. MIL - STD - 756 – "Reliability Prediction Procedure".
 - m. MIL-STD-781 – "Reliability Design Qualification and Production Acceptance Tests: Exponential Distribution".
 - n. MIL-STD-785 – "Reliability Program".
 - o. MIL-STD-810E – "Environmental Test Methods".
 - p. MIL-STD-882 – "System Safety Program Requirements".
 - q. MIL-STD-883 – "Test Methods and Procedures for Microelectronics".
 - r. MIL-STD-1472 – "Human Engineering Design Criteria".
 - s. MIL-STD-2074 – "Failure Classification for Reliability Testing".
 - t. MIL-STD-45662A – “Calibration Systems Requirements “.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (xvi) Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho – Ministério do Trabalho - Portaria n.º 3214, de 08 de junho de 1978:
 - a. NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade;
 - b. NR-17 – Ergonomia;
 - c. NR-35 – Trabalho em altura.
- (xvii) Normas NEMA
 - a. NEMA KS 1 – "Enclosed and Miscellaneous Distribution Equipment Switches (600 Volts Maximum)".
 - b. NEMA PB 1 – "Panelboards".
 - c. NEMA ST 20 – "Dry-type Transformers for General Applications".
 - d. NEMA TC 2 – "Electrical Polyvinyl Chloride (PVC) Tubing and Conduit".
 - e. NEMA TC 3 – "PVC Fittings for Use with Rigid PVC Conduit and Tubing".
 - f. NEMA VE 1 – "Metal Cable Tray Systems".
 - g. NEMA WC 7 – "Nonshielded Power Cables Rated 2000 Volts or Less for the Distribution of Electrical Energy".
 - h. NEMA WD 1 – "General Color Requirements for Wiring Devices".
- (xviii) Normas NFPA – "National Fluid Power Association"
 - a. NFPA 70 – "National Electrical Safety Code – Section 90-2b3 notwithstanding".
 - b. NFPA 72 – "Installation, Maintenance, and Use of Protective Signaling Devices".
 - c. NFPA 90 – "Installation of Air Conditioning and Ventilation Systems".
 - d. NFPA 130 – "Fixed Guideway Transit Systems".
 - e. NFPA 258 – "Research Test Method for Determining Smoke Generation of Solid Materials".
- (xix) Práticas e Recomendações Telebrás - Telecomunicações Brasileiras
- (xx) Normas UIC – "Union Internationale des Chemins de Fer"
 - a. UIC 738 - R – "Processing and Transmission of Safety Information".
- (xxi) Normas UL – "Underwriters Laboratories Inc. "

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- a. UL 5 – "Standard for Safety for Surface Metal Raceways and Fittings".
- b. UL 6 – "Electrical Rigid Metal Conduit - Steel".
- c. UL 20 – "General-Use Snap Switches".
- d. UL 50 – "Enclosures for Electrical Equipment".
- e. UL 67 – "Panelboards".
- f. UL 94 – "Standard for Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances".
- g. UL 486A – "Wire Connectors and Soldering Lugs for Use with Copper Conductors".
- h. UL 489 – "Molded Case Circuit Breakers, Molded Case Switches and Circuit Breaker Enclosures".
- i. UL 498 – "Attachment Plugs and Receptacles".
- j. UL 514A – "Metallic Outlet Boxes".
- k. UL 514B – "Fittings for Conduit and Outlet Boxes".
- l. UL 719 – "Non-Metallic Sheathed Cables".
- m. UL 797 – "Electric Metallic Tubing".
- n. UL 1449 – "Transient Voltage Surge Suppressors".
- o. UL 1581 – "Reference Standard for Electrical Wires, Cables, and Flexible Cords".
- (xxii) Norma VDE – "Verband Deutscher Elektrotechniker"
 - a. VDE-0675 – "Surge Arresters for Use in AC Supply Systems with Rated Voltages Ranging from 100 to 1000V".
- (xxiii) Outros
 - a. SI – Sistema Internacional de Unidades de Medidas.

1.3 Condições de Climatização

Todos os equipamentos abrigados operarão em ambiente não climatizado. Por esta razão, deve ser prevista toda a proteção necessária contra os elementos que possam afetar o

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

desempenho destes equipamentos.

Os equipamentos sujeitos a contato com o público ou instalados à margem de via devem ser protegidos contra choques, vibração, desgastes e quaisquer tentativas de vandalismo, inclusive pichação.

Caberá à CONCESSIONÁRIA verificar, sob sua única e exclusiva responsabilidade, as condições de climatização e de trabalho à que serão submetidos os equipamentos sob sua responsabilidade. Além disso, caberá à mesma incorporar nos projetos executivos finais, os meios e processos necessários ao atendimento das medidas de proteção destes equipamentos, observando, de forma não limitativa, à(s):

- (i) Condições ambientais, de temperatura e de umidade;
- (ii) Vibrações e choques mecânicos;
- (iii) Interferências do sistema eletrificado de tração dos trens, do sistema de distribuição de energia operacional e dos sistemas das concessionárias de energia elétrica, gás, saneamento, combustíveis, dentre outros ao longo da linha;
- (iv) Interferências decorrentes de descargas atmosféricas;
- (v) Interferências provenientes do material rodante;
- (vi) Interferências do sistema de telecomunicações e dos sistemas de proteção catódica de gasodutos, estruturas metálicas, etc.;
- (vii) Quaisquer tipos de interferências elétricas ou eletromagnéticas que possam afetar o funcionamento ou desempenho dos subsistemas.

Tendo em vista a instalação dos equipamentos à margem de via, as condições desfavoráveis existentes ou eventualmente introduzidas devem ser levadas em conta no projeto. Em hipótese alguma, a CONCESSIONÁRIA poderá alegar desconhecer estas condições.

Caso exista a necessidade de instalação de equipamentos de controle ambiental ou proteções adicionais (elétrica e/ou mecânica), a CONCESSIONÁRIA deve providenciar estes equipamentos, realizar todas as modificações necessárias, adequar e elaborar os projetos civis dos locais técnicos.

Todos os equipamentos devem ser capazes de operar durante toda sua vida útil nas condições ambientais citadas.

1.3.1 Condições de Trabalho para os Equipamentos Abrigados

São as condições encontradas habitualmente nos equipamentos instalados e nos ambientes de salas técnicas, caixas de locação e houses.

- (i) Temperatura ambiente: + 05 °C a +50 °C;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (ii) Umidade relativa do ambiente: 40% a 90%.

1.3.2 Condições de Trabalho para Equipamentos Não Abrigados

São as condições encontradas habitualmente nos equipamentos instalados ao longo da via, em céu aberto e pátios.

- (i) Temperatura ambiente: -5 °C a +70 °C;
- (ii) Umidade relativa ambiente: de 30% até 95% sem condensação.

1.4 Requisitos do Sistema de Controle de Tráfego de Estações e Vias – SCT.

1.4.1 Introdução

Nesta seção são definidos os critérios a serem observados pela CONCESSIONÁRIA no desenvolvimento do projeto executivo do Sistema de Controle de Tráfego de Estações e Vias – SCT, para atendimento aos requisitos técnicos mínimos estabelecidos neste ANEXO.

Como requisitos técnicos mínimos, deverão ser observados e atendidos alguns aspectos e parâmetros em relação aos seguintes itens:

- (iii) requisitos Básicos;
- (iv) requisitos de Operação de Falha Segura;
- (v) requisitos Gerais de Segurança - RGSS;
- (vi) requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade
- (vii) requisitos de Interface e Interoperabilidade
- (viii) requisitos de Segurança
- (ix) análise de Segurança;
- (x) sistemas críticos
- (xi) requisitos de Headway, Desempenho

1.4.2 Requisitos Básicos

Neste item são abordados os requisitos básicos que deverão ser atendidos pelos equipamentos do SCT, de forma a cumprir os requisitos operacionais e funcionais para atendimento aos níveis de desempenho previstos para as LINHAS.

Os equipamentos do Sistema em questão deverão executar as funções de Controle de Tráfego, para atendimento ao headway previsto, rastreamento e regulação da oferta de trens e serão responsáveis pela movimentação automática e segura das composições e veículos

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

auxiliares ao longo do trecho sob seu domínio.

1.4.3 Requisitos de Operação de Falha Segura

O SCT deverá ser concebido usando-se o princípio básico de *“uma operação em total obediência ao princípio de Falha Segura”* para todos os equipamentos nos quais existam métodos, princípios e processos de funcionamento que atuam diretamente nas condições de segurança do sistema, seja em módulos de “Hardware”, “Software” ou ainda na combinação de ambos.

Dentro da arquitetura funcional do SCT, as funções de segurança que são exercidas de acordo com o princípio de “operação em total obediência ao princípio de Falha Segura” são atribuídas aos módulos que desempenham funções de Proteção Automática do Trem - ATP, por meio de seus equipamentos distribuídos nas salas técnicas das estações, ao longo da via e a bordo dos trens.

O princípio de operação de Falha Segura tem por objetivo evitar que, na operação do sistema, possam ocorrer riscos potenciais à vida dos passageiros, aos técnicos de operação e manutenção, bem como danos aos equipamentos e ao 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 equipamento deverá redundar na imposição de uma condição restritiva, ou seja, deverá acarretar na parada ou redução de velocidade de um trem ou impedir a movimentação de um aparelho de mudança de via (AMV), 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.

1.4.4 Requisitos Gerais de Segurança (RGSs)

O SCT, em conjunto com os equipamentos a bordo do trem, deverá permitir a operação plena e automática dos trens e veículos auxiliares em toda a extensão da via principal sob seu domínio, com plena segurança, garantindo desta forma o cumprimento de, no mínimo, os seguintes requisitos gerais de segurança:

- (i) RGS Nº 1: somente poderá haver concessão de rota (tanto na região da via principal como nas vias de estacionamento), em condições normais do Sistema, se não houver tráfego estabelecido no sentido oposto ao bloqueio de saída desta

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

rota;

- (ii) RGS Nº 2: se houver proibição de um bloqueio como saída de uma determinada rota, por quaisquer IHMs operantes (em modo central ou local), não poderá haver alinhamento de rota que utilize este bloqueio como saída;
- (iii) RGS Nº 3: se houver proibição de um bloqueio como entrada de uma determinada rota, por quaisquer IHMs operantes (em modo Central ou local), não poderá haver alinhamento de rota que utilize este bloqueio como entrada;
- (iv) RGS Nº 4: somente poderá haver alinhamento de rota no interior de uma determinada região de AMVs 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;
- (v) RGS Nº 5: somente poderá haver alinhamento de rota se não existir outra rota conflitante com a primeira. Rotas conflitantes são aquelas que implicam em colisão frontal ou lateral com a rota solicitada;
- (vi) RGS Nº 6: um bloqueio somente poderá ser aberto se todas as máquinas de chaves envolvidas na rota pertencentes a este bloqueio estiverem eletricamente e mecanicamente travadas (com o percurso do AMV totalmente completado), ou seja, a(s) ponta(s) de agulha(s) encostada(s) no trilho de encosto e a alimentação do(s) motor(es) removida(s), em estados que definam claramente uma rota prevista no intertravamento;
- (vii) RGS Nº 7: somente poderá haver cancelamento de uma rota alinhada por desocupação sequencial dos trechos de via pertencente à rota (cancelamento automático pela passagem do trem), ou por cancelamento pelo operador da IHM (em modo central ou local);
- (viii) RGS Nº 8: o cancelamento de rota pelo operador não deverá ser efetivado se o trecho de via pertencente (bloqueio de entrada) à rota alinhada já estiver ocupado pelo trem;
- (ix) RGS Nº 9: o cancelamento de uma determinada rota pelo operador somente 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. Este tempo deverá ser dimensionado pelo projeto, entretanto, deverá ter, no mínimo, 60 segundos para as rotas de despacho das vias principais. 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 8 deverá ser garantido;
- (x) RGS Nº 10: no cancelamento de uma rota por desocupação sequencial, cada

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

trecho de via só deverá deixar de fazer parte da rota após ter sido desocupado pelo trem;

- (xi) RGS Nº 11: somente poderá haver destravamento de uma máquina de chave, se esta não pertencer a nenhuma rota e o trecho 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 AMVs;
- (xii) RGS Nº 12: a lógica do intertravamento vital microprocessado deve garantir um perfil de velocidade que propicie uma distância de parada segura, no trecho de via que antecede à uma ocupação;
- (xiii) RGS Nº 13: a lógica do intertravamento vital microprocessado deve garantir um perfil de velocidade que propicie uma distância de parada segura, no trecho de via que antecede a um bloqueio fechado;
- (xiv) RGS Nº 14: no alinhamento de rota, o estabelecimento do perfil de velocidade deverá obedecer ao sentido de tráfego estabelecido e as condições da via;
- (xv) RGS Nº 15: no trecho correspondente ao fim de via, deverá haver sinalização adequada e sempre deverá ser imposto pelo intertravamento vital microprocessado, a velocidade de 0 km/h aos trens;
- (xvi) RGS Nº 16: somente poderá haver geração de perfil de velocidade superior a 0 km/h para um trem que percorrer uma rota em condições normais do sistema já alinhada;
- (xvii) RGS Nº 17: quando o intertravamento vital microprocessado receber comando de restrição de velocidade por quaisquer das IHMs (central ou local), ele deverá impor o limite de velocidade requerido pela IHM, em todo o trecho envolvido;
- (xviii) RGS Nº 18: somente poderá haver abertura de bloqueio como entrada de uma rota de chamada contra sentido de tráfego oposto, após um intervalo de tempo de 60 segundos, a partir da imposição de perfil de velocidade de 0 km/h no trecho de via da rota. A finalidade deste tempo é permitir ao trem, que eventualmente esteja trafegando em sentido oposto, parar completamente antes da abertura do bloqueio para a rota de chamada;
- (xix) RGS Nº 19: na ocorrência de violação de bloqueio, deverá ser imposto perfil de velocidade de 0 km/h no trecho de via pertencente à região de AMV invadida, com o fechamento imediato de todos os bloqueios abertos nesta região;
- (xx) RGS Nº 20: somente 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;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (xxi) RGS Nº 21: a efetivação de modo de manutenção em uma região de AMVs somente 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.
- (xxii) RGS Nº 22: uma vez efetivado o modo de manutenção, nenhuma rota poderá ser alinhada ou máquina de chave ser movimentada na respectiva região de Intertravamento;
- (xxiii) RGS Nº 23: a permanência de pessoas e a movimentação de trens e veículos dentro de uma região de AMVs em manutenção deverão estar regulamentadas por procedimentos operacionais;
- (xxiv) RGS Nº 24: quando o trem estiver em operação manual, a distância segura de parada entre dois trens deve ser garantida por procedimentos operacionais;
- (xxv) RGS Nº 25: somente poderá haver alinhamento de rota em regiões contíguas de AMVs, em condições normais do sistema, se o trecho de via desocupado imediatamente posterior ao bloqueio de saída da rota possuir extensão suficiente para permitir a parada segura do trem antes do próximo bloqueio;
- (xxvi) RGS Nº 26: somente poderá haver alinhamento de rota de chamada se não existir qualquer outra rota de chamada em sentido oposto já alinhada ou a existência de proibição de bloqueio de saída;
- (xxvii) RGS Nº 27: a simulação de ocupações na via, seja pela IHM do Intertravamento Vital Microprocessado ou por dispositivos simuladores agregados ao mesmo, não poderá de forma alguma gerar condições que levem o Sistema a condições potenciais de “Insegurança”;
- (xxviii) RGS Nº 28: um sinal referente ao bloqueio de entrada de uma rota somente poderá apresentar o aspecto amarelo se esta rota estiver alinhada e liberada em condições normais de operação do sistema;
- (xxix) RGS Nº 29: um sinal referente ao bloqueio de entrada de uma rota de chamada só pode apresentar o aspecto vermelho piscante se esta rota estiver alinhada e liberada como chamada;
- (xxx) RGS Nº 30: um bloqueio deve permanecer fechado (entrada ou saída) quando houver pelo menos uma requisição de proibição para o mesmo em quaisquer IHM do sistema;
- (xxxi) RGS Nº 31: uma imposição de proibição de saída ou fechamento de entrada de um bloqueio só deverá ser retirada pela IHM que a originou;
- (xxxii) RGS Nº 32: quando um bloqueio é colocado em modo “fechado”, a rota que estiver sido alinhada pela abertura deste bloqueio deve entrar em processo de

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

cancelamento por tempo, caso haja ocupação no trecho de aproximação do mesmo;

(xxxiii) RGS Nº 33: o intertravamento vital microprocessado 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;

(xxxiv) RGS Nº 34: toda a comunicação dos sinais vitais dos módulos integrantes do intertravamento vital microprocessado dentro de um determinado domínio e nas interfaces deste com os intertravamentos vitais adjacentes deverá ser concebida de forma segura.

1.4.5 Requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade

A CONCESSIONÁRIA deverá desenvolver o memorial de cálculos da predição de confiabilidade e disponibilidade do SCT. Este memorial deverá ser apresentado de uma forma objetiva para fácil compreensão, detalhando todos os critérios adotados nos cálculos de desenvolvimento dos parâmetros de confiabilidade e disponibilidade de cada módulo integrante do Sistema.

O SCT deverá apresentar uma disponibilidade funcional global de seus módulos de 99,998%, ou seja, não deverá apresentar a perda de suas funções por um período superior a duas (2) horas em 100.000 horas de operação do Sistema.

Para atender os parâmetros especificados de disponibilidade requeridos para o SCT, a CONCESSIONÁRIA poderá utilizar-se de recursos de redundância em todos os módulos que se fizerem necessários, tanto de *Hardware* como de *Software*.

O Tempo Médio Entre Falhas Inseguras (MTBUF) do SCT deverá ser de cento e cinquenta mil (150.000) anos, considerando-se um tempo médio para reparo (MTTR) de 30 minutos.

Nos cálculos 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 Diretrizes

Nos cálculos de disponibilidade intrínseca, deverão ser destacadas as falhas críticas e mais relevantes e, no cálculo da confiabilidade, todas as falhas críticas, maiores, menores e não interferentes, considerando-se as condições de operação normal e de degradação.

Na determinação do MTBF e da disponibilidade intrínseca dos módulos constituintes do

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Sistema, a CONCESSIONÁRIA deverá efetuar e apresentar os cálculos, conforme a norma Mil-Std-756 em sua última revisão, utilizando o método de contagem das partes ("Parts Count Reliability Prediction Method") e, análise por *stress* de componentes ("Part Stress Analysis Method"), descritos no documento Mil-Std-HdbK 217 em sua última revisão e, atendendo aos parâmetros especificados neste documento.

Na tabela a seguir são definidos os valores mínimos aceitáveis de MTBF e MTTR desejados para os módulos do SCT:

Tabela 3 - Valores mínimos de MTBF e máximo de MTTR aceitáveis para os módulos do SCT

MÓDULO	MTBF MÍNIMO (horas)	MTTR MÁXIMO (minutos)
1. Subsistema de Controle de Tráfego - Funções de Proteção Automática Módulo completo de equipamento de intertravamento vital microprocessado e respectivos controladores de objetos (COs), para cada domínio representado no PVS. Estes valores devem ser aplicados também para cada conjunto de equipamentos de: geração de códigos de velocidade e interfaces com a via e outros equipamentos (de um domínio).	100.000	30
2. Dispositivo Detector de Ocupação de Trecho de Via Módulo representativo de cada circuito de via, considerando-se como parte integrante do dispositivo: caixas acondicionadoras, antenas, cabos de ligação, dispositivos de transmissão e recepção, circuitos acopladores, transformadores, capacitores e indutores de sintonia e ajustes, isoladores e protetores.	60.000	30
3. Máquina de Chave Máquina de Chave (por máquina de Chave). Módulo representativo de cada conjunto máquina de chave e leiaute.	60.000	60
4. Sinal Módulo representativo de cada sinal envolvendo todo o seu conjunto óptico, cabos, conversor, etc. Incluem-se neste item os sinais ao longo da via, os sinais de liberação de plataforma e os sinais de TMs e TFs.	10.000	30
5. Conexões de Impedância	100.000	60

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

MÓDULO	MTBF MÍNIMO (horas)	MTTR MÁXIMO (minutos)
Módulo representativo de cada conjunto responsável pela conexão na via envolvendo: Conexões Indutivas tipo bobinas, ligações, cabos e conectores.		
6. Estações de Trabalho do PCL Interface - Homem - Máquina para o PCL (por IHM, exceto mouse ou teclado).	15.000	30
7. Equipamentos de Fonte de Alimentação Módulo completo de fonte de alimentação considerando-se o caso de um conjunto de equipamentos necessários para alimentar uma estação Mestra do SCT.	40.000	30
8. Equipamentos de Energia Ininterrupta Módulo completo de sistema de energia considerando-se o caso de um conjunto de equipamentos necessários para alimentar uma estação Mestra do SCT.	40.000	30

Com relação aos enlaces de comunicação envolvendo os vários módulos do Sistema (transmissão e recepção) pelos quais trafegam informações vitais e de elevada disponibilidade, estes deverão prever recursos mínimos tais que garantam a segurança do Sistema como um todo. Estes recursos mínimos são os seguintes:

- (i) Detecção de erros;
- (ii) Correção de erros;
- (iii) Técnicas de reconhecimento de mensagem recebida e transmitida sem erro;
- (iv) Proteção contra entradas impróprias;
- (v) Técnicas adicionais para assegurar que não ocorram erros não detectáveis que poderiam causar interpretação errônea de dados vitais;
- (vi) Retransmissão de mensagem para comparação com a mensagem transmitida;
- (vii) Endereçamento discreto de todas as comunicações através de um número de identificação único;
- (viii) As informações transmitidas/recebidas pelos módulos de comunicação nos enlaces de equipamentos internos ao CCO, CCO/estação, estação/via e em interfaces entre equipamentos afins e adjacentes, deverão ser garantidas por protocolos de comunicação de alta confiabilidade, com a aplicação de técnicas de verificações que utilizem polinômios de elevada hierarquia no processo de manipulação, verificação e validação das mensagens.

De maneira a garantir a confiabilidade e disponibilidade requeridas neste ANEXO, o SCT admite recursos de redundância na execução de funções vitais e funções não vitais onde se fizer

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

necessário, tanto de hardware como de software.

1.4.6 Requisitos de Interface e Interoperabilidade

O projeto, a respectiva implantação dos equipamentos e do software para os Sistemas SCT e SCC, devem permitir também, onde e sempre que aplicável, uma total interoperabilidade com os sistemas de interface (telecomunicações, energia, ATC de bordo e via permanente).

Requisitos Gerais de interface:

- (i) as interfaces devem ser concebidas de acordo com os padrões e normas definidas neste ANEXO;
- (ii) todas as mensagens trocadas entre os módulos do ATP devem ser suportadas por protocolos que assegurem a sua integridade vital;
- (iii) as interfaces de comunicação devem ser concebidas visando atender os requisitos funcionais, de segurança, de disponibilidade, de confiabilidade, conectividade e demais requisitos especificados neste ANEXO;
- (iv) as interfaces devem possuir isolamento elétrica, proteção contra transitórios, ruídos, interferência eletromagnética e proteção contra operação indevida, atendendo os requisitos especificados neste capítulo;
- (v) as interfaces de Hardware e Software devem ser padronizadas e possuir arquitetura aberta e compatibilidade entre as suas partes constituintes, para possibilitar alterações ou expansões no Sistema;
- (vi) as taxas de erros de comunicação devem ser iguais ou melhores a 10⁻⁹.

Interfaces de Comunicação

As interfaces de comunicação entre equipamentos e Sistemas devem ser concebidas de acordo com as normas estabelecidas pelos institutos de normatização definidos neste ANEXO, e utilizando-se um dos padrões definidos abaixo:

- (i) fast-Ethernet de acordo com a norma IEEE-802.3;
- (ii) padrão serial USB ou conforme a norma IEEE-1394 (firewire);
- (iii) ópticas – conforme recomendações da ITU e práticas da Telebrás;
- (iv) padrão serial EIA-RS, de acordo com suas respectivas Normas:
 - a. RS-232 – Norma TIA/EIA-232 F;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- b. RS-422 – Norma TIA/EIA-422 B;
 - c. RS-423 – Norma TIA/EIA-423 F;
 - d. RS-485 – Norma TIA/EIA-485 A.
- (v) as interfaces de comunicação devem possuir isolamento elétrica, proteção contra transitórios, ruídos, interferências por harmônicas, interferência eletromagnética e contra conexão indevida, atendendo os requisitos especificados neste ANEXO;
- (vi) as interfaces de comunicação devem ser concebidas visando atender os requisitos funcionais, de segurança, de disponibilidade, de confiabilidade e de conectividade conforme especificado neste ANEXO;
- (vii) os protocolos devem ser abertos, não proprietários e largamente utilizados no mercado e devem permitir a total interoperabilidade entre equipamentos do SCT e com Sistemas de Interface;
- (viii) os protocolos de comunicação devem ser concebidos utilizando-se dos seguintes padrões:
- a. modelo ISO/OSI e ou TCP/IP em sua última revisão para comunicação em rede;
 - b. modelo ISO/OSI para comunicação ponto a ponto.

1.4.7 Requisitos de Segurança

Os equipamentos, componentes, circuitos elétricos e eletrônicos, que são projetados em estrita obediência ao conceito de Falha Segura, devem subordinar-se às diretrizes dispostas a seguir:

- (i) estes itens devem basear-se nos princípios de circuito fechado, isto é, não deve ser possível a ocorrência de condição de insegurança no sistema como resultado de condutores rompidos, defeito em componente ou grupo de componentes ou equipamentos que não operem quando energizados;
- (ii) qualquer falha, autodetectável ou não, nos equipamentos ou em componentes do respectivo circuito, não deve causar condição de insegurança quando essa falha ocorrer simultaneamente ou combinada com a ocorrência de outras falhas;
- (iii) qualquer defeito autodetectável, em equipamento ou componentes do respectivo circuito, deve gerar a seleção de um perfil de velocidade inferior ou mais restritivo que o existente quando da ocorrência da falha ou deve causar a seleção da condição que determina a parada total do trem;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (iv) qualquer quantidade de falhas simultâneas em equipamentos distintos, atribuídas a uma causa ou causas relacionadas entre si, não deve causar condição de insegurança.

O princípio de operação vital ou de falha segura impõe que, em presença de uma falha do equipamento ou de uma falha humana, o sistema deva continuar operando em um estado previsto de segurança, salvo em caso de sabotagem, vandalismo ou uso impróprio, ações sobre as quais não se tem controle.

Para o projeto de circuitos que envolvam funções vitais, deve-se considerar a possibilidade de ocorrência de falhas; portanto, o projeto deverá considerar proteção para os seguintes tipos de falhas:

- (i) dispositivos de dois terminais: aberto, em curto, parcialmente aberto e parcialmente em curto;
- (ii) Dispositivo com mais de um terminal: qualquer combinação de abertura ou curto total ou parcial entre os seus terminais;
- (iii) Efeitos de interferência eletromagnética ou elétrica;
- (iv) Efeitos de vibração e choques mecânicos;
- (v) Instabilidade de amplificadores, receptores, transmissores, osciladores, circuitos de comutação e fontes de energia;
- (vi) Sinais: níveis anormais, desvios de frequência nominais, retardos e formas de onda anormais, ausência ou redução do nível do sinal ou qualquer combinação dos itens acima.
- (vii) Deterioração de contatos, conectores, terminais, soldas de conexão, circuitos impressos, componentes eletroeletrônicos e dispositivos mecânicos.

Mesmo que uma falha, por mais simples que seja, não afete a segurança de tráfego e, portanto, não acarrete consequências restritivas à operação, deverá ser considerada em combinações com todas as outras falhas possíveis.

Não deve haver a possibilidade de prevalência de uma condição não restritiva em presença de qualquer uma das falhas acima apontadas ou quaisquer outros fatores que comprometam a integridade física e dos equipamentos móveis e fixos.

O projeto dos circuitos vitais e as características construtivas dos equipamentos que desempenham funções vitais não devem subordinar a segurança à execução de operações de manutenção preventiva, isto é, a segurança não deve ser afetada quando não forem executadas as tarefas de manutenção preventiva recomendadas pelo projetista ou pelo fornecedor do Sistema. Este requisito deve ser atendido, qualquer que seja a norma seguida pelo projetista ou

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

fabricante de Sistema ou equipamento vital.

A utilização de equipamentos não-vitais deve ficar limitada ao desempenho de funções não-vitais, ou deve ser controlada por circuitos e equipamentos vitais que bloqueiam a execução da função controlada em caso de falha que possa efetuar o cumprimento dos objetivos estabelecidos neste ANEXO.

Todos os métodos, princípios de funcionamento de equipamentos e procedimentos operacionais utilizados nos projetos devem atender obrigatoriamente aos requisitos de segurança das normas CENELEC (listadas na seção 1.2 Normas Aplicáveis, destas Diretrizes).

O projeto, montagem e instalação dos equipamentos deve evitar a possibilidade de provocar ferimentos ou risco de vida aos passageiros, aos técnicos de operação e de manutenção, bem como danos aos equipamentos e ao Material Rodante.

1.4.8 Análise de Segurança

Considerando-se que o SCT desempenha funções de segurança para todos os equipamentos que comprovadamente executam funções vitais, tais como: intertravamento vital microprocessado, controladores de objeto, dispositivos detectores de ocupação, gerenciadores de comunicação entre dispositivos vitais, etc. Após a efetiva instalação do Sistema de Controle de Tráfego de Estações e Vias, deverão ser apresentados pela CONCESSIONÁRIA os laudos e atestados que homologam o sistema através de um processo de “Análise de Segurança” realizada por uma entidade idônea, autônoma, independente à empresa fornecedora/fabricante dos equipamentos, especializada no assunto, acreditada em ISO9000 e CENELEC na área de Segurança (Safety), com o objetivo de certificar o atendimento aos requisitos de segurança (SIL-4), confiabilidade, disponibilidade e de comprovar um valor de MTBUF - “Mean Time Between Unsafe Failures, liberando-o para os testes finais e o início da OPERAÇÃO COMERCIAL. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 36).

Estes atestados deverão comprovar que os sistemas fornecidos atendem plenamente aos requisitos de confiabilidade, disponibilidade e segurança exigidos por esse ANEXO. Esta análise resulta em um certificado que libere formalmente o sistema para fase de testes finais e início da OPERAÇÃO COMERCIAL.

A CONCESSIONÁRIA deverá realizar também análise de segurança para SIL-4 de todas as partes vitais (hardware em componentes, circuitos eletroeletrônicos e módulos, e software), específica para o projeto, elaborada por entidade externa independente à CONCESSIONÁRIA.

A análise de segurança para Sistema a ser implantado deverá comprovar que o mesmo

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

atende plenamente aos requisitos técnicos de operação, segurança, confiabilidade e disponibilidade descritas neste ANEXO. Uma vez alterado o SCT, mesmo que de forma parcial, a Análise de Segurança SIL-4 deverá abranger o sistema impactado como um todo, nos termos deste item. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 606).

1.4.9 Sistemas Críticos

Todos os sistemas críticos de segurança devem atender ao nível de segurança SIL-4, devendo ser certificados por instituição com notória especialização e acreditada, conforme norma CENELEC EN50126. Nessa classe de sistemas encontram-se:

- (i) Sistema de Sinalização e Controle Automático dos Trens;
- (ii) Sistema de Portas Automáticas dos Trens e Plataformas.

1.4.10 Requisitos de Headway e Desempenho

A CONCESSIONÁRIA deverá apresentar os estudos de *Headway*, desempenho, segurança e os cenários operacionais, comprovando os requisitos especificados, utilizando-se para tanto os seguintes dados de entrada como base para estes estudos: o Plano de Via Sinalizada (PVS), o Plano de Via Geométrico (PVG), desempenho dinâmico do material rodante, carta de códigos do ATP, cenários operacionais, estudo de demanda de energia da tração elétrica, etc.

Durante a fase de transição entre os sistemas de sinalização atual e aquele em implantação, deverá ser comprovado o cumprimento dos requisitos de Headway de projeto, bem como os requisitos de desempenho e segurança do sistema.

Para se determinar o Headway, deverão ser considerados:

- (i) velocidade comercial de 40km/h;
- (ii) parada nas plataformas de 30s;
- (iii) parada nas plataformas de estações terminais de 2 min;
- (iv) velocidades máximas de transposição de AMV

As velocidades máximas para a transposição de AMV é de 50 km/h em vias desviadas, e se dará conforme o raio de instalação do AMV. A aceleração lateral não compensada em jacaré fixo é de 0,5 m/s², e em jacaré móvel com Jerk de 0,3 m/s².

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2. SISTEMA DE SUPRIMENTO DE ENERGIA

Esta seção apresenta as normas, funções operacionais, requisitos e demais diretrizes mínimas que deverão ser obrigatoriamente atendidas pela CONCESSIONÁRIA tais como descritas neste ANEXO.

2.1 Glossário

- (i) BB: Baterias – 125 Vcc;
- (ii) ca: Corrente Alternada;
- (iii) cc: Corrente Contínua;
- (iv) CB: Carregador de Baterias – 220 Vca/125 Vcc;
- (v) CCO: Centro de Controle Operacional;
- (vi) COE: Console de Operações de Energia;
- (vii) CD: Caixa de Distribuição de Telefonia;
- (viii) CLP: Controlador Lógico Programável;
- (ix) CMC: Cubículo de Manobra e Controle – Média Tensão;
- (x) CPF: Caixa Porta-Fusível – 125 Vcc;
- (xi) DPS: Dispositivo de Proteção Contra Surtos;
- (xii) DR: Dispositivos Diferencial Residual;
- (xiii) ET: Especificação Técnica;
- (xiv) FO: Fibra óptica;
- (xv) IED: Dispositivo Eletrônico Inteligente;
- (xvi) IHM: Interface Homem Máquina;
- (xvii) PCC: Posto de Controle Centralizado da Subestação ou Cabine;
- (xviii) PCCP: Painel de Comando, Controle e Proteção;
- (xix) PDCC: Painel de Distribuição de Corrente Contínua – 125 Vcc;
- (xx) PDCA: Painel de Distribuição de Corrente Alternada – 220/127 Vca;
- (xxi) PE: Condutor de Proteção;
- (xxii) PL: Painel de Luz – 220/127 V;
- (xxiii) PLE: Painel de Luz de Emergência – 125 Vcc;
- (xxiv) RAC: Ramal de Alimentação ao Consumidor;
- (xxv) SCCS: Sistema de Comando, Controle e Supervisão;
- (xxvi) SE: Subestação;
- (xxvii) SPDA: Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- (xxviii) SSDI: Sistema de Supervisão e Detecção de Incêndio;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (xxix) SSO: Sala de Supervisão Operacional;
- (xxx) STE: Sistema de Transmissão de Energia;
- (xxxi) STO: Sistema de Transmissão Óptico;
- (xxxii) TC: Transformador de Corrente;
- (xxxiii) TF: Transformador de Potência;
- (xxxiv) TP: Transformador de Potencial;
- (xxxv) UCD: Unidade Concentradora de Dados (rede aérea e circuitos auxiliares)
- (xxxvi) UDQ: Unidade de Diodos de Queda;
- (xxxvii) USCC: Unidade de Supervisão de Corrente Contínua;
- (xxxviii) UTR: Unidade de Transmissão Remota;
- (xxxix) UPC: Unidades de Processamento Central.

2.2 Normas Aplicáveis

Deverão ser observadas as normas citadas quando da especificação técnica de cada equipamento/sistema constante do projeto, na sua edição mais recente, na ausência da citação dessas normas, deverão ser atendidas preferencialmente as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT em suas versões mais atualizadas. Nos tópicos onde as normas supracitadas forem omissas, poderão ser utilizadas normas internacionais, de reconhecida competência.

- (i) Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT
 - a. NBR 5052 - Máquina síncrona - Ensaio;
 - b. NBR 5032 - Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1.000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada;
 - c. NBR 5034 - Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;
 - d. NBR 5101 – Iluminação pública;
 - e. NBR 5111 - Fios de cobre nu, de seção circular, para fins elétricos - Especificação;
 - f. NBR 5114 - Reatores para lâmpadas fluorescentes tubulares – Especificação;
 - g. NBR 5117 - Máquina elétrica girante - Máquina síncrona - Especificação;
 - h. NBR 5123 - Relé fotoelétrico e tomada para iluminação - Especificação e método de ensaio;
 - i. NBR 5172 – Reatores para lâmpadas fluorescentes – ensaios;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- j. NBR 5180 - Instrumentos elétricos indicadores;
- k. NBR 5287 – Para-raios de resistor não-linear a carboneto de silício (SiC) para circuitos de potência de corrente alternada;
- l. NBR 5356-1 - Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades;
- m. NBR 5356-2 - Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento;
- n. NBR 5356-3 - Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
- o. NBR 5356-4 - Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- p. NBR 5356-5 - Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;
- q. NBR 5368 - Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos - Especificação;
- r. NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- s. NBR 5413 - Iluminância de interiores;
- t. NBR 5416 - Aplicação de cargas em transformadores de potência – Procedimento;
- u. NBR 5417 - Tolerâncias para peças de porcelana para equipamentos elétricos;
- v. NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- w. NBR 5424 – Guia de aplicação de para-raios de resistor não-linear em sistemas de potência;
- x. NBR 5426: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- y. NBR 5598: Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos;
- z. NBR 5624: Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca ABNT NBR 8133;
- aa. NBR 5626 – Instalação predial de água fria;
- bb. NBR 5680: Dimensões de tubos de PVC rígido;
- cc. NBR 5683: Tubos de PVC - Verificação da resistência à pressão hidrostática interna;
- dd. NBR 5687: Tubos de PVC - Verificação da estabilidade dimensional;
- ee. NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações;
- ff. NBR 6233: Eletroduto de PVC rígido e respectiva junta - Verificação da estanqueidade à pressão interna;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- gg. NBR 6251 - Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos Construtivos;
- hh. NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
- ii. NBR 6502: Rochas e solos;
- jj. NBR 6813 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento;
- kk. NBR 6814 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica;
- ll. NBR 6815: Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos;
- mm. NBR 6821 - Transformador de corrente;
- nn. NBR 6855 - Transformador de potencial indutivo;
- oo. NBR 6856 - Transformador de corrente;
- pp. NBR 6881 - Fios e cabos elétricos de potência ou controle - Ensaio de tensão elétrica;
- qq. NBR 6882 - Isolador suporte pedestal de porcelana - Unidades e colunas - Padronização de dimensões e características;
- rr. NBR 6939 – Coordenação do isolamento – Procedimento;
- ss. NBR 6940: Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Medição de descargas parciais;
- tt. NBR 7000 - Alumínio e suas ligas - produtos extrudados – propriedades mecânicas;
- uu. NBR 7008 - Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou com liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente – Especificação;
- vv. NBR 7013: Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente - Requisitos gerais;
- ww. NBR 7098 - Desempenho dos contatos dos relés elétricos;
- xx. NBR 7110: Isolador de pino de porcelana ou vidro - Padronização de dimensões e características;
- yy. NBR 7116 - Relés elétricos - Ensaio de isolamento;
- zz. NBR 7195 – Cores para segurança;
- aaa. NBR 7271 – Cabos de alumínio para linhas aéreas;
- bbb. NBR 7277 - Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído;
- ccc. NBR 7286 - Cabos de potência com isolação extrudada de borracha etilenopropileno (EPR) para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos de desempenho;
- ddd. NBR 7289 - Cabos de controle com isolação extrudada de PE ou PVC para

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- eee. NBR 7290 - Cabos de controle com isolamento extrudada de XLPE ou EPR para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- fff. NBR 7294 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de descargas parciais;
- ggg. NBR 7295 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de capacitância e fator de dissipação;
- hhh. NBR 7296 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de impulso atmosférico;
- iii. NBR 7300 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistividade volumétrica;
- jjj. NBR 7307 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de fragilização;
- kkk. NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio;
- lll. NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão quente - Verificação da aderência do revestimento;
- mmm. NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo;
- nnn. NBR 7400 - Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento;
- ooo. NBR 7571 - Seccionadores - Características técnicas e dimensionais; ppp. NBR 8133: Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca – Designação, dimensões e tolerâncias;
- qqq. NBR 8036: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento;
- rrr. NBR 8158: Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas, urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica – Especificação;
- sss. NBR 8160- Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução; ttt. NBR 8451 – Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica – Especificação;
- uuu. NBR 8452 – Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica – Padronização;
- vvv. NBR 9312 - Receptáculo para lâmpadas fluorescentes e starters;
- www. NBR 9314 - Emendas e terminais para cabos de potência com isolamento para tensões de 3,6/6 kV a 27/35 kV;
- xxx. NBR 9368 - Transformadores de potência de tensões máximas até 145 kV - Características elétricas e mecânicas;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- yyy. NBR 9511 - Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalaçãoe diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento;
- zzz. NBR 10295 - Transformadores de potência secos;
- aaaa. NBR 10299 - Análise estatística da rigidez dielétrica de cabos elétricos em corrente alternada e a impulso;
- bbbb. NBR 10495 - Fios e cabos elétricos - Determinação da quantidade de gás ácido halogenado emitida durante a combustão de materiais poliméricos;
- cccc. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento;
- dddd. NBR 10898 - Sistema de iluminação de emergência;
- eeee. NBR 11300 - Fios e cabos elétricos - Determinação da densidade de fumaça emitida em condições definidas de queima;
- ffff. NBR 11468 - Conversor a semicondutores - conversor auto comutado; gggg. NBR 11788 – Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistema de potência;
- hhhh. NBR 11836 – Detectores automáticos de fumaça para proteção contra incêndio;
- iiii. NBR 12139 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do índice de toxidez dos gases desenvolvidos durante a combustão dos materiais poliméricos;
- jjjj. NBR 12460: Buchas de tensões nominais 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV para transformadores e reatores de potência – Padronização;
- kkkk. NBR 12523 - Símbolos gráficos de equipamentos de manobra e controle e de dispositivos de proteção;
- llll. NBR 13231 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição;
- mmmm. 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;
- nnnn. NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos Específicos;
- oooo. NBR 13571 - Haste de aterramento aço-cobreado e acessórios;
- pppp. NBR 13593 - Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão - Especificação e ensaios;
- qqqq. NBR 13859 – Proteção contra incêndio em subestações elétricas de distribuição;
- rrrr. NBR 13897: Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- densidade, para uso metroferroviário;
- ssss. NBR 13898: Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário;
- tttt. NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1 kV a 36,2 kV;
- uuuu. NBR 14136 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização;
- vvvv. NBR 14197 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado - Especificação;
- www. NBR 14198 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado - Terminologia;
- xxxx. NBR 14199 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado – Ensaio;
- yyyy. NBR 14201 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário – Especificação;
- zzzz. NBR 14202 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário - Ensaio
- aaaa. NBR 14203 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário – Terminologia;
- bbbb. NBR 14306 - Proteção elétrica e compatibilidade eletromagnética em redes internas de telecomunicações em edificações – Projeto;
- cccc. NBR 14334 Alumínio na liga 6101 — Tubos estruturais para fins elétricos – Requisitos;
- dddd. NBR 14417 - Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares - Prescrições gerais e de segurança;
- eeee. NBR 14418 - Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares - Prescrições de desempenho;
- ffff. NBR 14744 - Poste de aço para iluminação;
- gggg. NBR 15124: Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1 000 V - Ensaio de perfuração sob impulso;
- hhhh. NBR 15129 - Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares;
- iiii. NBR 15465: Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho;
- jjjj. NBR 15626 - Máquinas elétricas girantes - Motores de indução – Especificação;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

kkkkk.NBR 17240 – Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos;

IIII. NBR IEC 60050-446 - Vocabulário eletrotécnico internacional - Parte 446: Relés elétricos;

mmmmm. NBR IEC 60079: Atmosferas explosivas;

nnnnn. NBR IEC 60081 - Lâmpadas fluorescentes tubulares para iluminação geral;

ooooo. 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);

ppppp. 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);

qqqqq. 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;

rrrrr. NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos;

sssss.NBR IEC 60598-1 - Luminárias - Parte 1: Requisitos gerais e ensaios; tttt.

NBR IEC 60598-2-1 - Luminárias - Parte 2 - Requisitos particulares -

Capítulo 1 - Luminárias fixas para uso em iluminação geral;

uuuuu. NBR IEC 60662 - Lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão;

vvvvv.NBR IEC 60670: Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas;

wwwww. NBR IEC 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2 - Disjuntores;

xxxxx.NBR IEC 60947-3: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão – Parte 3 – Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e unidades combinadas de dispositivo fusível;

yyyyy.NBR IEC/TR 61467 – Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1000 V – Ensaio de arco de potência em cadeias de isoladores;

zzzzz.NBR IEC 62271-100 - Equipamentos de alta tensão - Parte 100: Disjuntores de alta-tensão de corrente alternada;

aaaaa. NBR IEC 62271-102 - Equipamentos de alta tensão - Parte 102:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Seccionadores e Chaves de Aterramento;

bbbbbb. 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;

cccccc. NBR ISO 2107: Alumínio e suas ligas - Produtos trabalháveis - Designações das têmperas;

dddddd. NBR ISO 6892: Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente;

eeeeee. NBR ISO 7240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio;

ffffff. NBR ISO 9000 - Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário;

gggggg. 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);

hhhhhh. NBR NM 280 - Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);

iiiiii. 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;

jjjjjj. 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;

kkkkkk. 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;

llllll. 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;

mmmmmm. 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;

nnnnnn. 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;

oooooo. 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

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas
- Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas;
pppppp. NBR NM IEC 60811-1-2 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de
isolação e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para
aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico;
qqqqqq. NBR NM IEC 60811-1-3 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de
isolação 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;
rrrrrr. NBR NM IEC 60811-2-1 Métodos de ensaio comuns para materiais de
isolação 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;

- (ii) IEEE Std. 80 – Guide to safety in A.C. substation grounding;
- (iii) IEC Std 99.1 – Non-linear resistor type gapped surge arrester for A.C. systems;
- (iv) Committee Draft TC37WG – Non-linear metal oxide resistor polymeric housed surge arresters without spark gaps.
- (v) Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB
 - a. L11.033 - Determinação do cálculo do nível de ruído equivalente contínuo;
 - b. L11.034 - Determinação de critérios de nível de ruído para recintos internos de edificações.
- (vi) Corpo de bombeiros da Polícia Militar de São Paulo
 - a. IT N° 18 - Iluminação de emergência;
 - b. IT N° 19 - Sistemas de detecção e alarme de incêndio;
 - c. IT N° 21 - Sistema de proteção por extintores de incêndio;
 - d. IT N° 27 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis;
 - e. IT N° 37 - Subestações elétricas.
- (vii) Ministério do Trabalho
 - a. NR 06 – Equipamentos de proteção individual – EPI;
 - b. NR 07 – Programas de controle médico de saúde ocupacional;
 - c. NR 08 – Edificações;
 - d. NR 09 – Programa de prevenção de riscos ambientais;
 - e. NR 10 - Norma Regulamentadora nº 10 - Segurança em Instalações e

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Serviços em Eletricidade (Portaria nº 598, de 07/12/04 - seção 1, Emendas: Portaria nº126, de 06/06/05 - seção 1);

- f. NR 11 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais;
- g. NR 12 – Máquinas e equipamentos;
- h. NR 16 – Atividades e operações perigosas;
- i. NR 17 – Ergonomia;
- j. NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;
- k. NR 23 – Proteção contra incêndios;
- l. NR 24 – Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho;
- m. NR 26 – Sinalização de segurança.

(viii) Leis Municipais

Decreto Lei Nº11.804, de 19 de junho de 1995 – Dispõe sobre avaliação de aceitabilidade de ruídos na Cidade de São Paulo, visando o conforto da comunidade. Revoga a Lei Nº 8.106, de 30 agosto de 1974 e seu Decreto Regulamentar 11.467, de 30 de outubro de 1974, da Prefeitura do Município de São Paulo, que fixa níveis e horários para a emissão de sons urbanos nas diferentes zonas de uso.

Para municípios outros que não o de São Paulo, aplicam-se os respectivos decretos Leis.

(ix) Organismos normativos

Para fins de projeto, matéria-prima, fabricação, ensaios e serviços, deverão ser obedecidas as normas e recomendações estabelecidas pelas seguintes entidades normativas:

- a. ANSI - American National Standards Institute;
- b. AIEE – American Institute of Electrical Engineers;
- c. ASTM - American Society for Testing and Materials;
- d. AWS - American Welding Society;
- e. CENELEC - European Committee for Electrotechnical Standardization;
- f. DIN - Deutsches Institut für Normung;
- g. IEC - International Electrotechnical Commission;
- h. IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers;
- i. ISO - International Standard Organization;
- j. NEC - National Electrical Code;
- k. NEMA - National Electrical Manufacturers Association;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- l. BS - British Standard;
- m. VDE - Verband Deutscher Elektrotechniker;
- n. SI - Sistema Internacional de Unidades;
- o. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- p. IES – Illumination Engineering Society;
- q. ISA – Instrument Society of America;
- r. MTE – Ministério do Trabalho e do Emprego;
- s. NFPA – National Fire Protection Association;
- t. NOSA – National Occupation Safety Association;
- u. NR – Norma Regulamentadora do MT;
- v. ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico;
- w. UL – Underwriters Laboratories, Inc. St.

Sempre que os requisitos abaixo forem mais restritivos que os estipulados pelas normas mencionadas, deverão prevalecer os deste documento.

2.3 Características Técnicas dos Equipamentos e Materiais

Os detalhes funcionais, operacionais, de intertravamento, segurança (obediência às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, em especial à NR 10) e interface entre equipamentos/sistemas serão considerados quando do desenvolvimento do projeto executivo.

2.4 Equipamentos do Sistema de Alta Tensão – 88/138 Kv

2.4.1 Para-raios – 84/120 kV

Os para-raios deverão ser de resistor não linear em Óxido de Zinco (ZnO), tipo estação, classe 2, serviço pesado, para uso externo, limitadores de sobretensões em circuitos de corrente alternada, autossuportados, anel de equalização de campo elétrico e com isolador na base e permitirão conexão de contador de descarga. Deverão ser instalados na posição vertical, entre fase e terra.

Os para-raios deverão ser da mais moderna tecnologia, incluindo resistores de graduação não lineares, para garantir a função de descarga disruptiva correta, mesmo sob condições contaminadas.

O sistema irá operar inicialmente na tensão nominal de 84 kV e futura de 120 kV. Para atender a condição inicial de operação, os para-raios terão 3 "stacks" curto-circuito.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.4.1.1 Características Elétricas

Tabela 4

Uso	Externo	
	Atual	Futura
Tensão de linha máxima do sistema	92 kV	145 kV
Tensão Nominal Eficaz	84 kV	120 kV
Ligação	Fase-terra	Fase-terra
Frequência	60 Hz	60 Hz
Corrente nominal de descarga (8/20 µs)	10 kA	10 kA
Classe de descarga da linha	2	2
Tensão suportável a impulso atmosférico (1,2/50 µs) (invólucro)		650 kV
Tensão disruptiva à frequência industrial (valor eficaz) (invólucro)		275 kV
Tensões residuais referentes as correntes de descarga (8/20 µs)		
10 kA	236 kV	350 kV
20 kA	263 kV	390 kV

2.4.1.2 Normas Técnicas e Ensaios

Os para-raios terão projeto, características e ensaios de acordo com o Projeto de Norma Internacional IEC 60099-4 Surge Arresters - Part 4: Metal-Oxide Surge Arresters without Gaps for A.C. Systems e demais normas pertinentes.

2.4.1.3 Características Construtivas

As descrições das características construtivas são para referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.2 Transformador de Potencial - 88/138 kV

Os transformadores de potencial deverão ser unipolares, destinados aos serviços de medição e proteção, próprios para instalação externa, adequados para operarem com tensão máxima inicial de 92 kV e futura de 145 kV.

2.4.2.1 Características Técnicas Elétricas

Tabela 5

Uso	Externo
Tensão máxima operativa	145 kV/√3
Frequência nominal	60 Hz
Tensão primária	88/√3-138/√3 kV
Tensão secundária com 2 núcleos para proteção e medição	2x115/√3 V
Grupo de ligação (conforme NBR 6855)	2
Carga e classe de exatidão para cada derivação	0,3P75
Tensões suportáveis no primário:	

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- Impulso atmosférico, onda plena 1,2 x 50 µs	650 kV
- Frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 minuto	275 kV
Tensão suportável no enrolamento secundário, com frequência industrial, durante 1 minuto	2,5 kV
Potência térmica nominal	100 VA
Tensão máxima de rádio interferência, quando o transformador de potencial estiver energizado a $1,1/\sqrt{3}$ Un (referidos a 150 Ω)	250 µV

Observações:

O enrolamento secundário com 2 núcleos deverá dispor de uma derivação que quando ligada ao sistema com tensão primária nominal de 88/3 kV ou com 138/3 kV, as características técnicas deverão ser as mesmas.

Os transformadores de potencial deverão ser capazes de suportar, durante 1 segundo os esforços térmicos e mecânicos resultantes de um curto-circuito entre os terminais dos seus enrolamentos secundários, sendo mantida a tensão nominal entre os terminais do enrolamento primário.

2.4.2.2 Normas Técnicas e Ensaios

Os transformadores de potencial deverão ter projeto, características e ensaios de acordo com as normas ABNT NBR 6855 e IEC 60044-2 - "Transformador de Potencial".

2.4.2.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.3 Chave Seccionadora Tripolar Motorizada - 138 kV

As chaves seccionadoras de uso externo deverão ser acionadas por mecanismo motorizado (125 Vcc). O mecanismo deverá possuir dispositivo que permita o travamento com cadeado na posição aberta, de maneira a evitar manobras indevidas. Estas chaves deverão ter chifres, para abertura rápida.

2.4.3.1 Características Técnicas Elétricas

Tabela 6

Número de polos	03
Tipo de instalação	Externa
Comando	Manual e elétrico
Tensão nominal	138 kV
Tensão máxima de serviço	145 kV
Frequência nominal	60 Hz

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Corrente nominal (*)	800 A 1250 A
Corrente momentânea	40 kA
Nível básico de isolamento, para onda plena de 1,2/50 µs: à terra e entre polos	650 kV
Nível básico de isolamento, para onda plena de 1,2/50 µs entre contatos abertos	750 kV
Tensão Sup. Nom. a freq. ind. durante 1 min (eficaz): à terra e entre polos	275 kV
Tensão Sup. Nom. a freq. Ind. durante 1min (eficaz): entre contatos abertos	315 kV
Iluminação, resistores de aquecimento e tomada	220 V, 60 Hz
Contatos auxiliares	12 NAF

2.4.3.2 Normas Técnicas e Ensaio

As chaves seccionadoras devem ser projetadas, construídas e ensaiadas segundo em conformidade com as prescrições contidas nas Normas IEC-129, ANSI C37.30 até C-37.35, NBR IEC 62271-102, NBR 7571 e NEMA SG2-1960, nas suas edições mais recentes.

2.4.3.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.4 Transformadores de Corrente - 88/138 kV

Os transformadores de corrente deverão ser unipolares, destinados aos serviços de medição e proteção, próprios para instalação externa, adequados para operarem com tensão máxima inicial de 92 kV e futura de 145 kV; nominal 88 kV e futura 138 kV, a serem instalados na SE.

Deverá ser previsto dispositivo de proteção contra surto de tensão conectado entre o terminal de alta e a base do TC.

2.4.4.1 Características Técnicas Elétricas

Tabela 7

Uso	Externo
Tensão de Linha Máxima	145 kV
Frequência nominal	60 Hz
Relação	800/400/200-5-5 A
Transformador com 2 núcleos para proteção e medição	5-5 A
Número de enrolamentos	2
Classe de exatidão para proteção (ou superior)	10B400
Classe de exatidão para medição	0,3C100
Fator térmico nominal	1,2
Corrente suportável nominal de curta duração (1 segundo)	33 kA
Valor de crista nominal da corrente suportável	82,5 kA

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tensões suportáveis no primário:	
- Impulso atmosférico, onda plena 1,2x50 µs	650 kV
- Frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 minuto	275 kV
Tensão suportável nos terminais do secundário à frequência industrial, durante 1 min.	2,5 kV
Tensão máxima de rádio interferência, quando o transformador de corrente estiver energizado a 1,1 Un/√3 (referidos a 150 Ω)	250 µV

Nota: As indicações das correntes primárias são orientativas. Os valores de relações de correntes primárias nominais acima deverão ser objetos de dimensionamento e confirmação na fase do projeto executivo, objetivando perfeita coordenação e confiabilidade do sistema de proteção.

2.4.4.2 Normas Técnicas e Ensaio

Os transformadores de corrente deverão ter projeto, características e ensaios de acordo com as normas ABNT NBR 6856, NBR 6821 - "Transformador de Corrente" e IEC 60044-1, exceto quando aqui especificado de outra forma, prevalecendo sempre os termos deste documento. Para os itens não abrangidos pela Norma ABNT, devem ser adotadas as normas das entidades relacionadas neste documento.

2.4.4.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.5 Disjuntor Tripolar SF6 – 138 kV

Os disjuntores deverão ser projetados e construídos para instalação ao tempo e adequados para o funcionamento com religamento automático. Cada polo deverá ser idêntico e capaz de permitir Intercambialidade, com modificações somente no circuito de controle. O disjuntor deverá trabalhar nas tensões de 88 kV e futuramente em 138 kV.

Os contatos principais deverão ser projetados com a adequada capacidade térmica e de condução de corrente nominal, de modo a não exceder a elevação de temperatura prevista na Norma NBR IEC 62271-100.

2.4.5.1 Características Técnicas Elétricas

Tabela 8

Disjuntores	
Uso	Externo
Tensão nominal máxima	145 kV
Frequência nominal	60 Hz
Corrente nominal	1.250 A

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tempo de interrupção nominal para correntes de curto-circuito variando de 10 % a 100 % da capacidade de interrupção nominal em curto-circuito e para todas as aberturas da sequência nominal de operações	50 ms
Valor eficaz da componente alternada	33 kA
Porcentagem da componente contínua	49 %
Corrente suportável curta duração (1 s)	
Sob tensão nominal de 138 kV	31,5 kA (eficaz)
Sob tensão nominal de 88 kV	33 kA (eficaz)
Sequência nominal de operações	O-0,3 s-CO-3 min-CO
Sistema de acionamento	Motor
Tensão de comando	125 Vcc (+10 % a -20 %)
Tensão do motor	125 Vcc (+10 % a -20 %)
Tensões suportáveis nominais:	
- Impulso atmosférico, fase-terra, onda plena 1,2 x 50 µs	650 kV (crista)
- Frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 min., - fase-terra	275 kV (eficaz)
- Tensão máxima de rádio interferência, quando o disjuntor estiver energizado a $1,1 U_n/\sqrt{3}$ (referidos a 150 Ω)	500 µV
Tensões de Alimentação dos Serviços Auxiliares	
circuitos do motor e comando	125 Vcc (+8 % a -15 %);
iluminação, resistores de aquecimento e tomada	220 Vca (±10 %), 60 Hz.

2.4.5.2 Normas Técnicas e Ensaios

Os disjuntores devem ser projetados, construídos e ensaiados em conformidade com as prescrições contidas nas Normas ABNT NBR IEC 62271-100 – Equipamentos de alta-tensão – Parte 100: Disjuntores de alta-tensão de corrente alternada na sua edição mais recente.

2.4.5.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.6 Transformador de Potência -88/138-34,5 kV

O enrolamento primário do transformador de potência (TF) deverá ser conectado em delta na tensão de 88 kV e o enrolamento secundário ligado em estrela aterrada na tensão de 34,5 kV, com uma defasagem angular de 30 graus entre a tensão primária e secundária.

Quando da operação em 138 kV, o enrolamento primário do transformador deverá ser conectado em estrela sem neutro acessível na tensão de 138 kV e o enrolamento secundário ligado em estrela na tensão de 34,5 kV (neutro acessível). Com esta conexão, a defasagem angular será de 0 graus entre a tensão primária e a secundária.

O centro estrela do enrolamento secundário será aterrado através de uma resistência de aterramento limitadora de curto-circuito. Suas características e parâmetros deverão ser definidos durante o projeto executivo. Deverá ser prevista a implantação de um transformador de corrente,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

tipo bucha para o neutro do secundário do transformador conforme normas NBR 6856 e NBR 6821, para alimentação do relé de sobrecorrente 51G do painel de proteção do transformador, conforme item referente ao sistema de controle e proteção. A resistência de aterramento deverá ser prevista em cubículo metálico para instalação ao tempo.

2.4.6.1 Características Técnicas Elétricas

Os transformadores deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as prescrições de Normas ABNT, exceto quando especificado de outra forma.

Tabela 9

Tipo do transformador	Atual	Futura
	Transformador abaixador em óleo isolante	
Uso	Externo	
Potência: (aproximada)	25.000 kVA	
Resfriamento:	Natural (ONAN)	
Grupo de ligação:	Dyn1	Yyn0
Ligações Primário:	Triângulo	Estrela
Ligações Secundário:	Estrela	Estrela
Classe tensão de isolamento nominal		
Enrolamento primário (isolamento total)	92 kV	145 kV
Enrolamentos secundários (isolamento total)	36,2 kV	36,2 kV
Tensões nominais:		
Enrolamento primário:	88 kV ±2x2,5 %	138 kV ±2x2,5 %
Enrolamentos secundários	34.500 V	
Frequência nominal	60 Hz	60 Hz
Potência nominal contínua, sob tensão e Freq. nominais, sem ultrapassar os limites de temperatura	25 MVA	
tensões suportáveis no primário:		
Nível Básico de Isolamento ao Impulso (onda cortada – crista)	495 kV	715 kV
Tensão aplicada à freq. industrial durante 1 min. (v. eficaz) e tensão induzida (eficaz)	185 kV	275 kV
Ensaio de impulso - Tempo mínimo de corte:	3 µs	3 µs
Ensaio de impulso - com onda plena (crista)	450 kV	650 kV
Tensões suportáveis no secundário:		
Nível Básico de Isolamento ao Impulso, onda cortada (crista)	220 kV	
Ensaio de impulso - com onda plena (crista)	200 kV	
Tensão aplicada à freq. industrial durante 1 min. (v. eficaz) e tensão induzida (eficaz)	70 kV	
Tensões suportáveis no neutro (secundário):		
Nível Básico de Isolamento ao Impulso (crista)	150 kV	
Tensão aplicada à freq. industrial durante 1 min. (v. eficaz) e tensão induzida (eficaz)	50 kV	
Impedância de curto-circuito referida a potência e tensão nominal	9 % (a ser confirmado no projeto executivo)	
Perdas Totais, em reg. Nom., p/dif posições de “taps”	<35 kW	<35 kW
Corrente de excitação máxima sob tensão e freq. nominais, expressa em porcentagem da corrente nominal	0,9 %	
Comutador de derivações em vazio - Lado	Primário	Primário
Número de derivações (~2,5 %)	5	5

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.4.6.2 Proteções do Transformador

Os transformadores deverão ser implantados e terem as seguintes proteções incorporadas, também consideradas como proteções primárias:

- (i) válvula de segurança;
- (ii) dispositivo de temperatura do óleo;
- (iii) relé de temperatura do óleo;
- (iv) relé de pressão de gás (Buchholz);
- (v) relé do nível de óleo;
- (vi) termômetro digital de imagem térmica com monitoramento remoto.

2.4.6.3 Normas Técnicas e Ensaaios

Os transformadores devem ser projetados, construídos, instalados e ensaiados em conformidade com as prescrições contidas nas normas NBR 5356-1, NBR 5356-2, NBR 5356-3, NBR 5356-4, NBR 5356-5, NBR 9368, IEC, NEMA ou ANSI, onde aplicáveis, nas suas edições mais recentes.

A CONCESSIONÁRIA e o seu fornecedor (fabricante) deverão atender aos dados garantidos de acordo com a norma NBR 5356 referidos aos valores, como:

- (i) Perdas em vazio e perdas totais;
- (ii) Corrente de excitação porcentual;
- (iii) Impedância porcentual entre enrolamentos.

Nível Máximo de Ruído Audível: O nível máximo de ruído audível deverá estar em conformidade com as normas NBR 5356 e NBR 7277.

2.4.6.4 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.7 Resistor de Aterramento

A implantação de Resistor de Aterramento - RA, conectado ao neutro do transformador de potência em tensão nominal de 88/138-34,5 kV, deverá seguir as características elétricas listadas a seguir.

O resistor de aterramento, além de garantir a segurança dos equipamentos e pessoas, deverá assegurar perfeita seletividade em caso de falta à terra, restringindo o mesmo ao circuito com defeito.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Todos os equipamentos e dispositivos deverão ter características apropriadas para instalação ao tempo, de uso externo, funcionar de forma segura, sem qualquer prejuízo ou redução de sua vida útil.

2.4.7.1 Características Técnicas Elétricas

Tabela 10

Tensão nominal do sistema	34,5 kV
Tensão fase-neutro nominal	$34,5/\sqrt{3}$ kV
Corrente nominal, em 10 s	600A
Frequência nominal	60HZ
Tempo de operação nominal	10s
Classe de tensão de isolamento nominal	24KV
Sobre-elevação máxima de temperatura	760°C
Tipo de instalação	externa
Grau de proteção mínimo	IP54
Elemento resistivo	Aço Inox

Nota: os valores de corrente nominal e temperatura citados acima, entre outros parâmetros (exemplo: resistência elétrica), deverão ser objeto de dimensionamento e confirmação na fase do projeto executivo.

2.4.7.2 Normas Técnicas e Ensaio

No que se referem ao projeto, a construção, ao ensaio e a instalação, deverão observar as condições estabelecidas a seguir, em atendimento às últimas prescrições das normas IEEE 32 (Standard Requirements, Terminology, and Test Procedures for Neutral Grounding Devices), IEC 62271-200 (conjunto de manobra e controle de alta tensão), IEC 60529 (grau de proteção para invólucros de equipamentos elétricos) e NBR 14039 (Instalações elétricas de média tensão).

2.4.7.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.8 Transformador Retificador - 88/138-1,250 kV

Os transformadores de potência (TF) devem ser projetados e construídos para instalação ao tempo, do tipo imerso em óleo isolante não tóxico, com resfriamento natural.

O tanque do transformador deverá ser equipado com radiadores. Estes transformadores deverão ser de construção robusta, levando em consideração as exigências de instalação, e terão manutenção, instalação e colocação em serviço simples. Em particular, deverão resistir, sem sofrer danos, aos esforços mecânicos e elétricos ocasionados por curto-circuito externo, conforme

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

estabelecido pelas normas. Devem suportar os efeitos das sobrecorrentes resultantes de curtos-circuitos nos terminais de qualquer um de seus enrolamentos, com tensão à frequência nominal mantida constante nos terminais do outro enrolamento, por 2 segundos. Cada transformador deverá ter todos os acessórios especificados pelas normas, devidamente instalados e com fiação até os terminais de saída.

O funcionamento dos transformadores deverá ser silencioso e isento de vibrações excessivas, quaisquer que sejam as condições de carga, respeitadas as variações de tensão e frequência nominais, sendo que os níveis de ruídos produzidos pelos transformadores não deverão exceder os especificados pelas Normas. Devem ser dimensionados, conforme estabelecido anteriormente, para alimentar os grupos retificadores, de classe VI, da IEC, constituído por retificadores de silício montados em dupla ponte de Graetz, formando um efeito dodecafásico por grupo transformador/retificador.

O corpo do transformador deverá estar eletricamente isolado da terra. Este isolamento, de boa rigidez dielétrica, de alta resistência mecânica e característica não higroscópica, deverá ser executado entre a base da roda e a carcaça do transformador.

2.4.8.1 Características Elétricas

O enrolamento no lado primário deverá ser trifásico, ligado em delta e alimentado por uma rede trifásica de 88 kV, atualmente, e ter possibilidade para religação para rede de 138 kV, ligado em estrela. O enrolamento primário terá isolação para a tensão máxima de referência 145 kV.

O transformador possuirá dois enrolamentos no lado secundário, ligados um em triângulo e outro em estrela. Os enrolamentos secundários terão isolação para tensão máxima de referência de 7,2 kV. Suportarão uma tensão aplicada, a 60 Hz, de 26 kV durante 1 minuto, aplicada entre o enrolamento e terra e serem capazes de suportar um impulso de tensão de 75 kV (valor de crista) com onda 1,2 x 50 µs.

Os enrolamentos do lado secundário deverão ser ligados defasados de tal forma que se produza um efeito dodecafásico no grupo retificador.

A potência nominal contínua, sem que sejam ultrapassados os limites de temperatura estabelecidos, deverá ser compatível com a alimentação do grupo retificador de 6 MW. O valor da potência em MVA deverá ser definido no decurso do projeto executivo, levando em conta as perdas e a potência nominal dos retificadores de tração com os seus ciclos de carga.

O transformador de potência, grupo de ligação Dd1y0 ou Yd1y0, deverá possuir impedância de curto-circuito primário e secundário 1 e 2 entre 6 % e 7 %, ligado em 88/138 kV,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

potência de base do secundário. A impedância percentual de curto-circuito entre os 02 secundários deverá ser definida no projeto executivo, quando deverão ser avaliadas as necessidades de maximização ou minimização da corrente de curto-circuito nos terminais da saída do retificador e na rede aérea.

Além das características citadas acima, deverão obedecer às especificações da tabela abaixo:

Tabela 11

Tipo do transformador:	Atual 88 kV	Futura 138 kV
	Transformador abaixador em óleo isolante com duplo secundário;	
Uso	Externo	
Potência (aproximada):	6.000 kW	
Resfriamento:	Natural (ONAN)	
Ligações Primário:	Delta	Estrela
Ligações Secundário: (1 enrolamento)	Triângulo	Triângulo
Ligações Secundário: (2 enrolamentos)	Estrela	Estrela
Classe Tensão – enrolamento primário (isolamento total)	92 kV	145 kV
Classe Tensão – enrolamentos secundários (isolamento total)	7,2 kV	7,2 kV
Tensões nominais:		
Enrolamento primário:	88 kV+2X2,5%, 4X2,5 %	138 kV+2X2,5%, 4x2,5 %
Enrolamentos secundários	1.250 V	
Frequência nominal	60 Hz	60 Hz
Potência Nominal continua sem que sejam ultrapassados os limites de temperatura estabelecidos para regime de sobrecarga previsto para o grupo retificador.	A ser definido pelo fabricante >6 MW	
Tensões suportáveis no primário:		
Nível básico de isolamento ao impulso, onda cortada (crista)	495 kV	715 kV
Tensão aplicada à frequência industrial durante 1 min. (v. eficaz) e tensão induzida (eficaz)	185 kV	275 kV
Ensaio de impulso - Tempo mínimo de corte:	3 µs	3 µs
Ensaio de impulso - com onda plena (crista)	450 kV	650 kV
Tensões suportáveis no secundário:	delta	estrela
Nível Básico de Isolamento ao Impulso, onda cortada (crista)	66 kV	66 kV
Ensaio de impulso - com onda plena (crista)	60 kV	60 kV
Tensão aplicada à freq. industrial durante 1 min. (v. eficaz) e tensão induzida (eficaz)	20 kV	20 kV
Impedância de curto-circuito referida a potência e tensão nominal	6 % a 7 % base de potência do secundário	
Perdas cobre, em reg. nom., p/dif. posições de "taps"	<35 kW	<35 kW
Perdas ferro, em reg. nom., p/dif. posições de "taps"	<7 kW	<7 kW
Indução nominal	>1,7 Wb/m ²	>1,7 Wb/m ²
Corrente de excitação máxima sob tensão e freq. nominais, expressa em porcentagem da corrente nominal	1,0 %	
Comutador de derivações em vazio - Lado	Primário	Primário
Número de derivações (~2,5 %)	7	7

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.4.8.2 Proteções do Transformador

Os transformadores retificadores deverão ser implantados e terem as seguintes proteções incorporadas, também consideradas como proteções primárias:

- (i) válvula de segurança;
- (ii) dispositivo de temperatura do óleo;
- (iii) relé de temperatura do óleo;
- (iv) relé de pressão de gás (Buchholz);
- (v) relé do nível de óleo;
- (vi) termômetro de imagem térmica;
- (vii) relé de proteção contrafuga à terra (função 64, painel de proteção controle);
- (viii) transformador de corrente de supervisão de carcaça à terra, deverá ser monofásico, de tipo seco, com resfriamento natural, completamente hermético e previsto para instalação externa. Este deverá ser destinado a proteção de fuga à terra referente a carcaça do transformador retificador.

2.4.8.3 Normas Técnicas e Ensaaios

Todos os transformadores dos grupos retificadores devem ser projetados, construídos, instalados e ensaiados em conformidade com as prescrições contidas nas normas NBR 5356- 1, NBR 5356-2, NBR 5356-3, NBR 5356-4, NBR 5356-5, NBR 9368, EN 50329, IEC, NEMA ou ANSI, onde aplicáveis, nas suas edições mais recentes.

A CONCESSIONÁRIA e o seu fornecedor (fabricante) deverão atender aos dados garantidos de acordo com a norma NBR 5356 referidos aos valores, como:

- (i) perdas em vazio e perdas totais;
- (ii) corrente de excitação porcentual;
- (iii) impedância porcentual entre enrolamentos.

O nível máximo de ruído audível deverá estar em conformidade com as normas NBR 5356 e NBR 7277.

2.4.8.4 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.4.9 Barramentos e Isoladores em 138 kV e 34,5 Kv

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.4.9.1 Barramentos de Alta/Média Tensão

Deverão ser utilizados, tanto para os barramentos principais como para a interligação, entre equipamentos de alta e média tensão, barramentos rígidos constituídos por tubos de alumínio com diâmetro nominal mínimo de 75 mm para a barra principal (interligação) e 50 mm para as barras de derivação (entradas e saídas), conforme Norma IEC 60105.

Para os casos de execução de jumpers e interligação poderão ser utilizados cabos de alumínio, considerando os termos dispostos no inciso (i) das Condições Gerais Aplicáveis, Parte I deste Anexo, que indica a possibilidade de apresentação de propostas alternativas que serão CERTIFICADAS pelo AUDITOR INDEPENDENTE, subsidiando a não objeção do PODER CONCEDENTE. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 249).

2.4.9.2 Características Técnicas

Os tubos rígidos de alumínio de formato cilíndrico para os barramentos de entradas, saídas e interligações (equipamentos externos de alta tensão) de subestações deverão ser de classe schedule 40 ou 80, extrudados, de seção circular uniforme, superfície lisa e diâmetro nominal mínimo de 75 mm para a barra principal (interligação) e 50 mm para as barras de derivação.

O tubo de alumínio deverá possuir as seguintes propriedades mecânicas:

- (i) a liga designada será do tipo 6101
- (ii) a designação da tempera dos tubos será o T6
- (iii) condutividade de volume (20 °C) – mínima - será de 55 % IACS
- (iv) resistividade de volume (20 °C) – máxima - será de 0,031347 Ω mm²/m
- (v) resistividade de massa (20 °C) – máxima - será de 0,084642 Ω g/m²
- (vi) resistência à tração - mínima - será de 200 MPa
- (vii) limite de escoamento – mínimo - a tração será de 170 MPa

Tabela 12 – Aplicação em 145 kV

Uso	Externo
Tensão de Linha Máxima	145 kV
Frequência nominal	60 Hz
Diâmetro mínimo nominal (barramentos: entradas/saídas e interligação)	50 mm 75 mm
Tensão nominal	88/138 kV

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tensão suportável a frequência industrial (eficaz)	275 kV
Afastamento mínimo entre fases no barramento	3,00 m
Afastamento mínimo entre fase e terra no barramento	2,20 m
Altura mínima em relação ao solo das partes em tensão não isoladas	4,50 m

Tabela 13 – Aplicação em 36 kV

Uso	Externo
Tensão de Linha Máxima	36,2 kV
Frequência nominal	60 Hz
Diâmetro mínimo nominal (barramentos: entradas/saídas e interligação)	50 mm 75 mm
Tensão nominal	34,5 kV
Tensão suportável a frequência industrial (eficaz)	70 kV
Afastamento mínimo entre fases no barramento	1,50 m
Afastamento mínimo entre fase e terra no barramento	1,10 m
Altura mínima em relação ao solo das partes em tensão não isoladas	4,00 m

2.4.9.3 Normas Técnicas e Ensaaios

Os requisitos quanto a composição química e às características mecânicas deverão atender às normas da ABNT.

O projeto, a instalação e os materiais deverão atender plenamente as normas aplicáveis em suas versões atualizadas e vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

- (i) NBR 14334 Alumínio na liga 6101 — Tubos estruturais para fins elétricos - Requisitos
- (ii) NBR 7000: Alumínio e suas ligas - produtos extrudados – propriedades mecânicas
- (iii) NBR 6815: Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos
- (iv) NBR ISO 6892: Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente
- (v) NBR ISO 2107: Alumínio e suas ligas - Produtos trabalháveis - Designações das têmperas
- (vi) NBR 5426: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos

2.4.9.4 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apêndice 7 deste ANEXO.

2.4.10 Isolador Pedestal – 138 kV.

2.4.10.1 Características Técnicas

	Externo
--	---------

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Uso	
Tensão nominal	138 kV
Tensão máxima operativa	145 kV
Frequência nominal	60 Hz
Tensões suportáveis nominais:	
Impulso atmosférico, fase-terra, onda plena 1,2 x 50°µs	650 kV (crista)
Frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 minuto, fase-terra	275 kV (crista)
Ruptura mecânica à flexão:	
No topo	910 (daN)
Na base	790 (daN).
Distância de escoamento	3.350 mm
Altura da coluna	1.472 mm
Diâmetro do círculo de furação	178 mm

Os isoladores de pedestal de uso externo deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as normas ABNT NBR 6882 e NBR 5032, e as normas nelas referenciadas, exceto quando este documento estabelecer o contrário.

2.4.10.2 Normas Técnicas e Ensaios

Estes devem ser fabricados com porcelana aluminosa de alta resistência elétrica e mecânica, resistentes aos ensaios de impulsos perfurantes (IEC 1211) e ABNT NBR 15124, Termomecânico (EC-575 e ANSI C-29.2), além de apresentarem elevadas Resistências Residuais (ANSI C-29.2).

2.4.11 Isoladores Multicorpo – 34,5 kV

2.4.11.1.1. Características Técnicas

Tabela 15

Uso	Externo
Tensão nominal	34,5 kV
Tensão máxima operativa	38 kV
Frequência nominal	60 Hz
Tensões suportáveis nominais:	
Impulso atmosférico, onda plena 1,2 x 50°µs	225 kV (crista)
Frequência industrial, sob chuva, durante 1 minuto	95 kV (crista)
Frequência industrial, seco, durante 1 minuto	140 kV (crista)
Ruptura mecânica à flexão:	1360 (daN)
Rádio interferência (tensão de ensaio)	30 kV
Distância de escoamento	686 mm
Altura da coluna	241 mm
Diâmetro do círculo	305 mm

Os isoladores multicorpo de uso externo em subestação deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as normas ABNT NBR 7110 e NBR 5032, e as normas nelas referenciadas, exceto quando este documento estabelecer o contrário.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.4.11.1.2. Normas Técnicas e Ensaios

Estes devem ser fabricados com porcelana aluminosa de alta resistência elétrica e mecânica, resistentes aos ensaios de impulsos perfurantes (IEC 1211) e ABNT NBR 15124, Termomecânico (EC-575 e ANSI C-29.2), além de apresentarem elevadas Resistências Residuais (ANSI C-29.2).

2.4.11.1.3. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5 Equipamentos do Sistema de Média Tensão

2.5.1 Cubículo com Disjuntor Extraível 36 kV e 17,5 kV

Os Cubículos de Manobra e Controle - CMC, de instalação abrigada ou interna, aplicados ao sistema elétrico em média tensão (MT) para tensões nominais de 1,25 kVca, 6,6 kVca, 13,2 kVca, 13,8 kVca e 34,5 kVca

A proteção do sistema elétrico além de garantir a segurança dos equipamentos, dos usuários e dos operadores, deverá assegurar perfeita coordenação e seletividade em caso de defeito, restringindo o mesmo ao circuito, equipamentos ou barramento com defeito. Para isso, incluirá todo o sistema de proteção, os cálculos dos curtos-circuitos e estudos de coordenação, seletividade, escolha dos relés e ajustes, e calibração.

2.5.1.1 Requisitos Técnicos - Cubículos de Média Tensão

Os cubículos blindados de média tensão e seus sistemas de comando, proteção e controle deverão ser projetados, construídos, ensaiados e instalados de acordo com as prescrições da norma NBR IEC 62271-200, NBR 14039 e NSI/IEEE C-37.20.

2.5.1.2 Circuitos de Potência

Tabela 16

Sistema:	3 fases + terra
Tensões nominais (eficazes):	Tensões nominais (eficazes):
Tipo I:	1,25 kV
Tipo II:	6,6 kV
Tipo III:	13,2 kV
Tipo IV:	13,8 kV
Tipo V:	34,5 kV
Frequência nominal:	60 Hz
Classes de tensão (eficaz):	

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tipo I, II, III, IV:	17,5 kV
Tipo V:	36 kV
Corrente nominal do barramento:	a ser definido no Projeto Executivo
Corrente curto-circuito nominal:	31,5 kA (eficaz)
Tensão suportável nominal a impulso atmosférico, onda plena (crista):	
Valor comum (tipo I, II, III, IV)	95 kV
Valor comum (tipo V)	170 kV
Entre distância de seccionamento (tipo I, II, III, IV)	110 kV
Entre distância de seccionamento (tipo V)	195 kV
Tensão suportável à frequência industrial (eficaz):	
Valor comum (tipo I, II, III, IV)	38 kV
Valor comum (tipo V)	70 kV
Entre distância de seccionamento (tipo I, II, III, IV)	45 kV
Entre distância de seccionamento (tipo V)	80 kV
Corrente suportável nominal de curta duração (2 segundos):	
Valor eficaz	31,5 kA
Valor de crista	80 kA

2.5.1.3 Circuitos de Controle

Corrente secundária nominal dos transformadores de corrente:	5 A (eficaz)
Tensão secundária nominal dos transformadores de potencial:	115/ $\sqrt{3}$ V (eficaz)
Tensão nominal de alimentação em cc:	125 Vcc (+8 % a -15 %)
Tensão nominal de alimentação em ca:	220 Vca (± 10 %)
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto:	2000 Vca

2.5.1.4 Requisitos de Operação, Segurança e Manutenção

Nos cubículos, deverá ser providenciada a devida sinalização de segurança para atender a NR 10.

2.5.1.5 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.2 Equipamentos Internos dos Cubículos

2.5.2.1 Disjuntores de média tensão

Os disjuntores deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com os requisitos das normas NBR IEC 62271-100 e ANSI/IEEE C37.20.

Os disjuntores de potência deverão ser tripolares, motorizados, a gás (hexafluoreto de enxofre - SF₆) ou a vácuo, para instalações em compartimento dedicado no interior dos cubículos.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Os disjuntores deverão ser do tipo extraível, montados sobre carrinhos com rodas, que possibilite sua movimentação suave para qualquer uma das posições "normal" (contatos principais e auxiliares envolvidos conectados normalmente), "teste" (contatos principais desconectados e obturadores fechados, mas os contatos auxiliares de controle acoplados) e "extraído" (contatos principais e auxiliares totalmente desengatados), com a porta fechada.

2.5.2.1.1. Características Elétricas

Tabela 18

Classes de tensão (eficaz)	
Tipo I, II, III, IV:	17,5 kV
Tipo V:	36 kV
Frequência nominal:	60 Hz
Corrente nominal (eficaz) conforme unifilar:	1250/2000A
Potência de interrupção simétrica nominal, não inferior a:	750 MVA
Corrente de tempo limitado, 3 s, sob tensão nominal, não inferior a 31,5 kA (eficaz)	
Capacidade de corrente máxima suportável (crista):	40KA
Duração nominal da corrente de curto-circuito:	3s
Tempo nominal total de desligamento, não superior a:	5 ciclos
Ciclo nominal de manobras:	O-0,3s-CO-3min-CO
Tensão de comando:	125 Vcc (+8 % a -15 %)
Capacidade mínima do mecanismo do disjuntor:	100.000 Manobras

2.5.2.1.2. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.2.2 Transformadores de Corrente

2.5.2.2.1. Características Elétricas

Os transformadores de corrente deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com os requisitos das normas NBR 6856 e NBR 6821; e às características especificadas abaixo:

Tabela 19

Frequência nominal:	60 Hz
Relações entre correntes primárias e secundárias nominais (deverão ser objetos de dimensionamentos e confirmações no projeto executivo):	
Fator térmico nominal:	1,2
Número de enrolamentos secundários	1 e 2 (Transformador com 1 núcleo ou 2 núcleos independentes para proteção e medição)
Classe de exatidão e carga nominal ABNT:	

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Para proteção:	10B100 ou 10B400
Para medição:	0,6C100

2.5.2.2.2. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.2.3 Transformadores de Potencial

2.5.2.3.1. Características Elétricas

Os transformadores de potencial deverão ser monofásicos, do tipo seco, completamente herméticos e previstos para instalação no interior de cubículos (uso interno). Os transformadores de potencial deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com os requisitos da norma NBR 6855 e as características básicas especificadas abaixo:

Tabela 20

Ligação primária:	fase/terra
Número de enrolamentos secundários:	
Tipo I, II, III e IV:	1
Tipo V:	2
Classe de exatidão e carga nominal ABNT:	
Para medição (secundário 1):	0,3P75
Para proteção (secundário 2):	3P12,5
Relação transformação (nominal):	
Tipo I:	1250/ $\sqrt{3}$ -115/ $\sqrt{3}$ V
Tipo II:	6600/ $\sqrt{3}$ -115/ $\sqrt{3}$ V
Tipo III:	13200/ $\sqrt{3}$ -115/ $\sqrt{3}$ V
Tipo IV:	13800/ $\sqrt{3}$ -115/ $\sqrt{3}$ V
Tipo V:	34500/ $\sqrt{3}$ -115/ $\sqrt{3}$ -
Frequência nominal:	60 Hz

2.5.2.3.2. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.3 Para-Raios

2.5.3.1.1. Características Elétricas

Os para-raios deverão ser projetados, construídos e ensaiados, de acordo com as prescrições da norma IEC-60099-4 e as características básicas especificadas abaixo:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tabela 21

Corrente nominal de descarga	10 kA f
Classe de descarga:	2
Frequência nominal:	60 Hz
Tipo I, II, III e IV:	1
Tipo V:	2
Tensão de operação contínua (rms):	
Tipo I:	1KV
Tipo II:	6KV
Tipo III e IV	12KV
Tipo V:	30KV
Tensão residual onda 8/20 µs (rms, crista):	
Tipo I:	3,33 kV
Tipo II:	20 kV
Tipo III e IV	40 kV
Tipo V:	100kV

2.5.3.1.2. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.4 Chaves Seccionadoras Tripolar Motorizada de Média Tensão

2.5.4.1.1. Características Elétricas

Deverão ser projetadas, construídas e ensaiadas conforme prescrições das normas da NBR IEC 62271-102 e as características como segue:

Tabela 22

Frequência nominal:	60 Hz
Classes de tensão (eficaz)	
Tipo I, II, III e IV:	17,5KV
Tipo V:	36kV
Corrente nominal mínima (serviço contínuo):	800A
Valor de crista da corrente suportável	50KA

2.5.4.1.2. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.5 Chaves Seccionadoras Hexapolar Motorizada de Média Tensão

2.5.5.1.1. Características Elétricas

Estas chaves seccionadoras, onde aplicado, terão como finalidade a isolamento do

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

retificador de tração do transformador retificador.

Na condição de acionamento motorizado, o equipamento deverá permitir de forma excludente, comando local ou remoto podendo este último ser realizado na IED do respectivo retificador de tração, no console da subestação (IHM) ou no CCO por meio do Sistema de Telecomando

Tabela 23

Número de polos:	06
Tipo de instalação:	Interna em cubículo metálico
Comando:	Manual e Elétrico
Tensão nominal:	1250 V
Tensão máxima de serviço:	7,2 kV
Frequência nominal:	60 Hz
Corrente nominal:	3.000 A
Corrente de suportabilidade ao curto-circuito	50 kA

2.5.5.1.2. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.6 Chaves Seccionadoras Tripolar de Aterramento Manual de Média Tensão Estas

chaves seccionadoras de aterramento, onde aplicado, terão como finalidade a segurança de equipamentos e pessoas, normalmente localizados antes de transformadores de potência.

2.5.7 Relés digitais (IEDs)

Os relés (dispositivos eletrônicos inteligentes) deverão ser instalados embutidos (montados em painéis ou em racks) de modo que possam ser testados e checados na posição indicada no cubículo e facilmente extraíveis pela frente para inspeção ou substituição. Os terminais de ligação deverão estar colocados na parte posterior dos relés.

Os relés deverão atender aos requisitos prescritos nas normas ABNT NBR 12523, 7098, 7116, NBR IEC 60529, IEC 61850, IEC 60255-5, 60255-6, 60255-21-1, 60255-21-2, 60255-22-1, 60255-22-2, 60255-22-3 e 60255-22-4, ANSI C 37.90, C37.90a, IEEE 273.

Os relés deverão possuir características de preservação tais que não sejam afetados pelos efeitos danosos com origem a surtos, transitórios, radiação, harmônicas ou eletromagnéticas.

Os relés de proteção, comando e medição, tipo digital multifunção, deverão ser

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

implantados basicamente com as seguintes características:

- (i) Proteção de desequilíbrio/sequência de fase – 60
- (ii) Proteção de subtensão e sobretensão – 27/59
- (iii) Proteção de sobrecorrente de fase (temporizado e instantâneo) – 50/51
- (iv) Proteção de sobrecorrente de neutro (temporizado e instantâneo) – 50/51N
- (v) Proteção de detecção de arco elétrico – 50AFD
- (vi) Proteção diferencial de barra – 87B – Especialmente esta função deve permitir o seu bloqueio através de comando remoto.
- (vii) Proteção falha de disjuntor - 50BF
- (viii) Funções de multimedição de grandezas elétricas
- (ix) Função auxiliar de bloqueio - 86
- (x) Alimentação em 125 Vcc (+8 % a –15 %)
- (xi) Alimentação auxiliar em 220 Vca (± 10 %)
- (xii) Corrente nominal secundária de TCs de 5 A
- (xiii) Tensão secundária de TPs de $115/\sqrt{3}$ V
- (xiv) Entrada de tensão e corrente independentes
- (xv) Visor gráfico e leitura em tela do tipo display
- (xvi) Programação (entrada de dados e parametrização) via teclado ou display
- (xvii) Registros de eventos, incluindo para fins de análise de ocorrências
- (xviii) Módulos de entradas e saídas binárias: contatos reservas mínimos 20 %
- (xix) Software incluído
- (xx) Sistema autocheck (monitoração de falha interna)
- (xxi) Sistema de auto calibração das proteções
- (xxii) Sincronização de tempo e interface de sinal
- (xxiii) Dispositivo para teste
- (xxiv) Comunicação local e supervisão “redundante” para rede IEC 61850

2.5.8 Transformador Retificador 34,5 kV-1250 V

Os transformadores de potência (TF) devem ser projetados e construídos para instalação ao tempo, do tipo imerso em óleo isolante não tóxico, com resfriamento natural. A utilização de transformador seco neste nível de tensão 34,5kV para uso abrigado fica a critério da CONCESSIONÁRIA, conforme disposto no inciso (i) das Condições Gerais Aplicáveis, Parte I deste Anexo, que indica a possibilidade de apresentação de propostas alternativas que serão CERTIFICADAS pelo AUDITOR INDEPENDENTE, subsidiando a não objeção do PODER CONCEDENTE. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 252).

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.5.8.1 Características Elétricas

O enrolamento no lado primário deverá ser trifásico, ligado em estrela e alimentado por uma rede trifásica de 34,5 kV, O enrolamento primário terá isolamento para a tensão máxima de referência 36 kV.

O transformador possuirá dois enrolamentos no lado secundário, ligados um em triângulo e outro em estrela. Os enrolamentos secundários terão isolamento para tensão máxima de referência de 7,2 kV. Suportarão uma tensão aplicada, a 60 Hz, de 26 kV durante 1 minuto, aplicada entre o enrolamento e terra e serem capazes de suportar um impulso de tensão de 75 kV (valor de crista) com onda 1,2 x 50 µs. Os enrolamentos do lado secundário deverão ser ligados defasados de tal forma que se produza um efeito dodecafásico no grupo retificador.

A potência nominal contínua, sem que sejam ultrapassados os limites de temperatura estabelecidos, deverá ser compatível com a alimentação do grupo retificador de 4 MW. O valor da potência em MVA deverá ser definida no decurso do projeto executivo, levando em conta as perdas e a potência nominal dos retificadores de tração com os seus ciclos de carga.

O transformador de potência, grupo de ligação Yd1y0, deverá possuir impedância de curto-circuito primário e secundário 1 e 2 entre 6 % e 7 %, ligado em 34,5 kV, potência de base do secundário. A impedância percentual de curto-circuito entre os 02 secundários deverá ser definida no projeto executivo, quando deverão ser avaliadas as necessidades de maximização ou minimização da corrente de curto-circuito nos terminais da saída do retificador e na rede aérea. Além das características citadas acima, deverão obedecer às especificações da tabela abaixo.

Tabela 24

Tipo do transformador:	Transformador abaixador em óleo mineral com duplo secundário
Uso	Externo
Potência ativa (aproximada):	4.000 kW
Resfriamento:	Natural (ONAN)
Ligações Primário:	Estrela
Ligações Secundário: (1º enrolamento)	Triângulo
Ligações Secundário: (2º enrolamento)	Estrela
Classe Tensão - enrolamento primário (isolamento total)	36,2 kV
Classe Tensão - enrolamentos secundários (isolamento total)	7,2 kV
Tensões nominais:	
Enrolamento primário:	34,5 kV +2x2,5 %, -4x2,5 %
Enrolamentos secundários:	1.250 V
Frequência nominal	60 Hz

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Potência Nominal contínua sem que sejam ultrapassados os limites de temperatura estabelecidos para regime de sobrecarga previsto para o grupo retificador	A ser definido pelo fabricante >4000 kW
Tensões suportáveis no primário:	
Nível básico de isolamento ao impulso	200 kV
Tensão aplicada à frequência industrial durante 1 min. e tensão induzida (v. eficaz)	70 kV
Ensaio de impulso – com onda cortada (crista):	220 kV
Ensaio de impulso – Tempo mínimo de corte:	3 µs
Ensaio de impulso – com onda plena (crista):	200 kV
Tensões suportáveis no secundário:	
Tensão aplicada à frequência industrial durante 1 min. e tensão induzida (v. eficaz)	20 kV
Ensaio de impulso – com onda cortada (crista):	66 kV
Ensaio de impulso – com onda plena (crista):	60 kV
Impedância de curto-circuito referida a potência e tensão nominal	6 % a 7 % base de potência do secundário
Perdas cobre, em reg. nom., p/ dif posições de “taps”	<35 kW
Perdas ferro, em reg. nom., p/ dif posições de “taps”.	<7 kW
Indução nominal	>1,7 Wb/m ²
Corrente de excitação máxima sob tensão e frequência nominais, expressa em porcentagem da corrente nominal	1,5 %
Comutador de derivações em vazio - Lado	Primário
Número de derivações (~2,5 %)	7

2.5.8.2 Proteções do Transformador

Os transformadores retificadores deverão ser implantados e terem as seguintes proteções incorporadas, também consideradas como proteções primárias:

- (i) válvula de segurança;
- (ii) dispositivo de temperatura do óleo;
- (iii) relé de temperatura do óleo;
- (iv) relé de pressão de gás (Buchholz);
- (v) relé do nível de óleo;
- (vi) termômetro de imagem térmica; (O processo consiste em instalar um TC em uma das fases do transformador. O secundário do TC alimenta uma bobina de aquecimento localizada na bolsa do indicador envolvendo o bulbo da mesma e uma resistência ajustável ligada em paralelo localizada na caixa de terminais. Uma corrente percorrerá o TC e através desta corrente podemos obter uma “imagem” da temperatura dos enrolamentos);
- (vii) relé de proteção contra fuga à terra (função 64, painel de proteção e controle);
- (viii) transformador de corrente de supervisão de carcaça à terra, deverá ser monofásico, de tipo seco, com resfriamento natural, completamente hermético e previsto para instalação externa. Estes deverão ser destinados a proteção de fuga à terra referente a carcaça do transformador retificador.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.5.8.3 Nível Máximo de Ruído Audível

O nível máximo de ruído audível deverá estar em conformidade com as normas NBR 5356 e NBR 7277.

2.5.8.4 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.9 Transformador de Potência Trifásico Seco

Estes Transformadores de Potência (TF), trifásicos, secos, destinam-se à alimentação elétrica dos Sistemas Auxiliares e de Sinalização.

Os transformadores terão tensão abaixo relacionadas, conforme necessidades indicadas nos diagramas unifilares e lista específica para cada Subestação.

Tipos de tensões nominais (eficaz):

Tipo I:	1,25 kV
Tipo II:	6,6 kV
Tipo III:	13,2 kV
Tipo IV:	13,8 kV
Tipo V:	34,5 kV

2.5.9.1 Características Elétricas

Os transformadores em questão deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as prescrições de Normas ABNT NBR 10295, exceto quando especificado de outra forma.

Tabela 25

Uso	Abrigado
Grupo de ligação:	Dyn1 e Yyn0
Lado Primário	Triângulo e Estrela
Lado Secundário	Estrela com neutro acessível
Classe de tensão de isolamento nominal:	
- Enrolamento primário 34,5 kV (isolação Total)	36,2 kV (eficaz)
- Enrolamento primário 1,25 kV (isolação Total)	7,2 kV (eficaz)
- Enrolamento secundário (isolação total) – Tipos II, III, IV	15 kV (eficaz)

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tensão nominal:	
- Enrolamento primário: (eficaz)	34,5 kV $\pm$ 2x2,5 % 1,25 kV $\pm$ 2x2,5 %
- Enrolamento secundário (eficaz):	6.600 V 13.200 V 13.800 V
Frequência nominal:	60 Hz
Potência nominal contínua, sob tensão e Freq. nominais, sem ultrapassar os limites de temperatura estabelecidos	500 kVA
Tensões suportáveis no primário – 36,2 kV:	
- Nível Básico de isolamento ao Impulso	200 kV
- Tensão aplicada à frequência industrial durante 1 min. e tensão induzida (v. eficaz)	70 kV
- Ensaio de impulso – com onda cortada (crista):	220 kV
- Ensaio de impulso – Tempo mínimo de corte:	3 μ s
- Ensaio de impulso – com onda plena (crista)	200 kV
Tensões suportáveis no primário – 15 kV:	
- Nível Básico de isolamento ao Impulso	110 kV
- Tensão aplicada à frequência industrial durante 1 min. (v. eficaz) e tensão induzida	34 kV
- Ensaio de impulso – com onda cortada (crista):	121 kV
- Ensaio de impulso – Tempo mínimo de corte:	3 μ s
- Ensaio de impulso – com onda plena (crista)	110 kV
Tensões suportáveis no primário – 7,2 kV:	
- Nível Básico de isolamento ao Impulso	60 kV
- Tensão aplicada à frequência industrial durante 1 min. (v. eficaz) e tensão induzida	20 kV
- Ensaio de impulso – com onda cortada (crista):	66 kV
- Ensaio de impulso – Tempo mínimo de corte:	3 μ s
- Ensaio de impulso – com onda plena (crista)	60 kV
Perdas totais, em reg. nom., p/ dif posições de “taps”	<10 kW
Comutador de derivações em vazio - Lado	Primário
Corrente de excitação máxima sob tensão e frequência nominais, expressa em porcentagem da corrente nominal	2 %
Número de derivações	5

2.5.9.2 Normas Técnicas e Ensaios

Todos os transformadores devem ser projetados, construídos, instalados e ensaiados em conformidade com as prescrições contidas nas normas NBR 10295, NBR 5356-1, NBR 5356-2, NBR 5356-3, NBR 5356-4, NBR 5356-5, IEC, NEMA ou ANSI, onde aplicáveis, nas suas edições mais recentes.

2.5.9.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.10 Para-raios 30 kV com Contador de Descarga – Instalação ao Tempo

Os para-raios deverão ser de resistor não linear em Óxido de Zinco (ZnO), tipo estação, classe 2, serviço pesado, para instalação ao tempo.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.5.10.1 Características Técnicas Elétricas

Tabela 26

Uso	Externo
Tensão de Linha máxima do sistema	36 kV
Tensão Nominal Eficaz	30 kV
Ligação	Fase-terra
Frequência	60 Hz
Corrente nominal de descarga (8/20 µs)	10 kA
Classe de descarga da linha	2
Tensão de impulso atmosférico (crista), no involucro	170 kV
Tensão suportável a frequência industrial (seco e chuva), no involucro	70 kV
Tensões residuais referentes as correntes de descarga (8/20 µs)	
- 10 kA	115 kV
- 20 kA	135 kV

2.5.10.2 Normas Técnicas e Ensaios

Os para-raios terão projeto, características e ensaios de acordo com o Projeto de Norma Internacional IEC-TC-37-WG-4, - "Metal Oxide Surge Arresters Without Gaps For A.C. Systems", nas normas nela referenciadas e IEC 60099-4.

2.5.10.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.11 Chave Seccionadora Motorizada Tripolar 36 kV – Instalação ao Tempo

As chaves seccionadoras deverão ser com ou sem lâmina terra, acionadas por mecanismo motorizado (125 Vcc), próprias para instalação ao tempo.

2.5.11.1 Características Técnicas Elétricas

Tabela 27

Número de polos:	03
Tipo de instalação:	Externa
Comando:	Manual e elétrico
Tensão nominal:	34,5 kV
Tensão máxima de serviço:	36 kV
Frequência nominal:	60 Hz
Corrente nominal:	800 A
Corrente momentânea (crista):	31,5 kA
Corrente suportável nominal de curta duração (It)	25 kA
Duração nominal da Ith	3 s
Valor de crista nominal da corrente – suportável (Id)	31,5 kA
Tensão Sup. Nom. de impulso atmosférico (crista): à terra e entre polos	170 kV

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tensão Sup. Nom. de impulso atmosférico (crista): entre contatos abertos	195 kV
Tensão Sup. Nom. a freq. ind. Durante 1 min (eficaz): à terra e entre polos	70 kV
Tensão Sup. Nom. a freq. Ind. Durante 1 min (eficaz): entre contatos abertos	80 kV

2.5.11.2 Normas Técnicas e Ensaaios

As chaves seccionadoras devem ser projetadas, construídas e ensaiadas em conformidade com as prescrições contidas nas Normas IEC 129, IEC 60265, IEC 60694, NBR 7571, ANSI C37.30 até C-37.35 e NEMA SG2-1960, nas suas edições mais recentes.

2.5.11.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.12 Transformador de Potencial 34,5 kV – Instalação ao Tempo

Os transformadores de potencial deverão ser monofásicos, do tipo seco, com resfriamento natural, completamente herméticos e previstos para instalação ao tempo.

2.5.12.1 Características Elétricas

Tabela 28

Uso	Externo
Tensão máxima operativa	36 kV
Frequência nominal	60 Hz
Tensão primária:	34,5/√3 V
Tensão secundária:	115/√3 -115/√3 V
Classe de exatidão:	0,3
Grupo de ligação (conforme NBR 6855)	2
Carga e classe de exatidão para cada derivação	0,3P75
Tensões suportáveis no primário:	
- Impulso atmosférico, onda plena 1,2x50 μs	200 kV
- Frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 minuto	70 kV
Tensão suportável no enrolamento secundário, com freq. Ind., 1 min	2,5 kV
Potência térmica nominal	300 VA
Tensão máxima de rádio interferência, quando o transformador de potencial estiver energizado a 1,1 Un/√3 (referidos a 150 ohms)	250 μV

Os transformadores de potencial devem ser capazes de suportar durante 1 segundo os esforços térmicos e mecânicos resultantes de um curto-circuito entre os terminais dos seus enrolamentos secundários, sendo mantida a tensão nominal entre os terminais do enrolamento primário.

2.5.12.2 Normas Técnicas e Ensaaios

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Os transformadores de potencial deverão ter projeto, características e ensaios de acordo com as normas ABNT NBR 6855 - "Transformador de Potencial", exceto quando aqui especificado, prevalecendo sempre os termos deste documento. A CONCESSIONÁRIA deverá garantir quanto aos valores máximos de descargas parciais de acordo com a Norma ABNT NBR 6855 e NBR 6940.

2.5.12.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.13 Disjuntor Tripolar – 34,5 kV – Instalação ao Tempo

Todos os disjuntores deverão ser projetados e construídos para instalação ao tempo e adequados para o funcionamento com religamento automático.

2.5.13.1 Características Elétricas

Tabela 29

Disjuntores	
Uso	Externo
Tensão nominal máxima	36 kV
Frequência nominal	60 Hz
Corrente nominal (Obs.: Local de aplicação e corrente conforme aplicação).	1250 A 2000 A
Tempo de interrupção nominal para correntes de curto-circuito variando de 10 % a 100 % da capacidade de interrupção nominal em curto-circuito e para todas as aberturas da sequência nominal de operações	20 ms
Valor eficaz da componente alternada	33 kA
Corrente suportável curta duração (1 s) 34,5 kV (eficaz)	31,5 kA
Sequência nominal de operações	O-0,3 s-CO-3 min-CO
Sistema de acionamento	Motor
Tensão de comando	125 Vcc (+10% a – 20%)
Tensão do motor	125 Vcc (+10% a – 20%)
Tensões suportáveis nominais:	
Impulso atmosférico, fase-terra, onda plena 1,2 x 50 microssegundos	170 kV (crista)

2.5.13.2 Normas Técnicas e Ensaios

Os disjuntores devem ser projetados, construídos e ensaiados em conformidade com as prescrições contidas nas Normas ABNT, NBR IEC 62271-100 - Equipamentos de alta-tensão - Parte 100: Disjuntores de alta-tensão de corrente alternada.

2.5.13.3 Características Construtivas e Referências

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.14 Transformadores de Corrente - 34,5 kV – Instalação ao Tempo

Os transformadores de corrente deverão ser monofásicos, de tipo seco, com resfriamento natural, completamente hermético e previsto para instalação ao tempo.

2.5.14.1 Características Elétricas

Tabela 30

Uso	Externo
Tensão nominal:	34,5 kV
Frequência nominal:	60 Hz
Corrente primária nominal (Obs.: Local de aplicação e corrente conforme aplicação)	1200/600/300 A 800/400/200 A
Corrente secundária nominal	
Transformador com 2 núcleos para proteção:	5 – 5 A
Corrente suportável nominal de curta duração em qualquer relação de transformação (1 segundo):	33 kA
Fator térmico nominal	1,2
Tensões suportáveis no primário	
- Impulso atmosférico, onda plena 1,2 x 50 microssegundos:	200 kV (crista)
- Frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 minuto:	70 kV (eficaz)
Tensão suportável nos terminais do secundário à frequência industrial, durante 1 min	2,5 kV
Carga e classe de exatidão na menor das relações usadas Núcleo para proteção e medição	10B400 / 0,6C100
Tensão máxima de rádio interferência, quando o transformador de corrente estiver energizado a $1,1 \times U_n / \sqrt{3}$ referidos a 150 ohms	250 μ V

2.5.14.2 Normas Técnicas e Ensaios

Os transformadores de corrente terão projeto, características e ensaios de acordo com as normas ABNT NBR 6856 e NBR 6821 - "Transformador de Corrente" A CONCESSIONÁRIA deverá garantir quanto aos valores máximos de descargas parciais de acordo com a Norma ABNT NBR 6856 e NBR 6940

2.5.14.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.15 Chave Seccionadora Motorizada 15 kV – Instalação ao Tempo

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Estas chaves terão como finalidade a alimentação da linha de sinais a partir dos cubículos de Média Tensão.

As chaves seccionadoras devem ser do tipo vertical, para operação sob carga, instalação ao tempo em pórtico, e acionadas por mecanismo motorizado.

2.5.15.1 Características Elétricas Técnicas

Número de polos:	02 ou 03 Conforme Diagrama Unifilar
Tipo de instalação:	Externa
Comando:	Manual e Elétrico
Tensão nominal Tipos II, III e IV:	15 kV
Tensão máxima de serviço:	15 kV
Frequência nominal:	60 Hz
Corrente nominal:	400 A
Duração nominal da Ith	1 s
Corrente suportável nominal de curta duração (It)	25 kA
Tensão suportável nominal a impulso atmosférico, entre distância de seccionamento (crista)	110 kV
Tensão suportável nominal a impulso atmosférico, valor comum (crista)	95 kV
Tensão suportável nominal a frequência industrial, entre distância de seccionamento (crista)	45 kV
Tensão suportável nominal a frequência industrial, valor comum (crista)	38 kV

2.5.15.2 Normas Técnicas e Ensaio

As chaves seccionadoras devem ser projetadas, construídas e ensaiadas em conformidade com as prescrições contidas nas Normas ABNT NBR IEC 62271-102, IEC-129, ANSI C37.30 até C-37.35 e NEMA SG2-1960, nas suas edições mais recentes.

2.5.15.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apêndice 7 deste ANEXO.

2.5.16 Para-raios de Média Tensão – Instalação ao Tempo

Os para-raios deverão ser de resistor não linear em Óxido de Zinco (ZnO), tipo estação, classe 2, serviço pesado, para instalação ao tempo.

2.5.16.1 Características Elétricas Técnicas

Uso	Externo
Tensão de Linha máxima do sistema	15 kV
Tensão Nominal Eficaz Tipo II	6 kV
Tensão Nominal Eficaz Tipo III	12 kV
Tensão Nominal Eficaz Tipo IV	12 kV
Ligação	Fase-terra

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Frequência	60 Hz
Corrente nominal de descarga (8/20 µs)	10 kA
Classe de descarga da linha	2

2.5.16.2 Normas Técnicas e Ensaios

. Os para-raios terão projeto, características e ensaios de acordo com o Projeto de Norma Internacional IEC-TC-37-WG-4, - "Metal Oxide Surge Arresters Without Gaps For A.C. Systems", nas normas nela referenciadas e IEC 60099-4.

2.5.16.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.17 Transformador de Potência Serviços Auxiliares de Média Tensão

Estes Transformadores de Potência (TF), trifásicos, secos, de instalação abrigada, destinam-se à alimentação elétrica dos Sistemas Auxiliares. O secundário do transformador deverá ter tensão nominal de 220/127 V para alimentar as cargas de Serviços Auxiliares.

2.5.17.1 Características Elétricas

Os transformadores em questão deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as prescrições de Normas ABNT NBR 10295, exceto quando especificado de outra forma.

Tabela 33

Instalação	Abrigada	
Grupo de ligação:	Dyn1	
Alta Tensão (13,2 kV)	Triângulo	
Baixa Tensão (220/127 kV)	Estrela com neutro solidamente aterrado	
Classe de tensão de isolamento nominal:		
- Enrolamento primário (isolação total) - Tipos II, III, IV	15 kV (eficaz)	
- Enrolamento secundário (isolação total)	1,2 kV (eficaz)	
Tensão nominal:		
- Enrolamento primário (eficaz)	6,6 kV ± 2x2,5 % 13,2 kV ± 2x2,5 % 13,8 kV ± 2x2,5 %	
- Enrolamento secundário (eficaz)	220/127 V	
Frequência nominal	60 Hz	
Potência nominal contínua, sob tensão e freq. nominais, sem ultrapassar os limites de temperatura estabelecidos	112,5 kVA	
Tensões suportáveis no primário:	15 kV	1,2 kV
- Nível Básico de isolamento ao Impulso	110 kV	-
- Tensão aplicada à freq. industrial durante 1 min. (v. eficaz)	34 kV	10 kV

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- Ensaio de impulso – com onda cortada (crista):	121 kV	-
- Ensaio de impulso – Tempo mínimo de corte:	3 µs	-
- Ensaio de impulso – com onda plena (crista)	110 kV	-
Impedância de curto-circuito referida a potência e tensão nominal	4 % ≤ x ≤ 5,5 %	
Perdas totais, em reg. nom., p/ dif posições de “taps”	<2,5 kW	
Comutador de derivações em vazio - Lado	Primário	
Corrente de excitação máxima sob tensão e frequência nominais, expressa em porcentagem da corrente nominal	2,5 %	
Número de derivações	5	

2.5.17.2 Normas Técnicas e Ensaaios

Todos os transformadores devem ser projetados, construídos, instalados e ensaiados em conformidade com as prescrições contidas nas normas NBR 10295, NBR 5356-1, NBR 5356-2, NBR 5356-3, NBR 5356-4, NBR 5356-5, IEC, NEMA ou ANSI, onde aplicáveis, nas suas edições mais recentes.

2.5.17.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apêndice 7 deste ANEXO.

2.5.18 Equipamentos do Sistema de Tração – 3 KV CC

2.5.18.1 Retificador de Tração – 4 MW ou 6 MW

O grupo retificador deverá ser projetado e construído para instalação no interior de construção abrigada, alojado em Cubículo Metálico, de acordo com as Normas CENELEC EN 50124-1, 50327, 50328 e 50329, IEC 60146 e IEEE 519.

Cada grupo retificador deverá ter potência nominal de 4.000 kW ou 6.000 kW, classe VI tração pesada (Heavy Traction) Norma IEC 60146, isto é, deverá suportar um ciclo de carga de 100 % contínuo, 150 % durante 2 horas com pico de 300 % durante um minuto neste intervalo de duas horas.

A partir do transformador, com aplicação da tensão nominal no enrolamento primário, o valor da tensão retificada em vazio deverá ser de aproximadamente 3.300 V. A característica da curva de carga tensão-corrente deverá ser linear, oferecendo a tensão aproximada de 3.200 V para uma corrente nominal de 1.250 A ou 1875 A na saída do grupo.

2.5.18.1.1 Características Elétricas

Tabela 34

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tensão nominal em regime permanente (100 % da plena carga) no lado de corrente contínua, com a tensão de 34,5 kV ou 88/138 kV, no lado primário do transformador e com o tap correspondente ao valor nominal	Aproximadamente 3.200 V
Ligação	Dupla ponte de Gräetz - trifásica série (12)
Reação global	Dodecafásica
Dispositivo utilizado para proteção contra sobretensões	Circuito RC
Retificador	
Nível de isolamento	14 kV, 60 Hz
Potência nominal no lado de corrente contínua (*)	4000 kW 6000 kW
Ciclo de sobrecarga admissível	VI - IEC 60146 - 150 % 2 horas e 300 % - 1 minuto
Frequência de operação	60 Hz
Queda de tensão (valor máximo) com a corrente média direta nominal do diodo	Ca. 0,7 V
Carga nominal de retificador	1.250 A 1.875 A
150 % da carga nominal do retificador durante 2 horas	1.875 A 2.813 A
300 % da carga nominal do retificador durante 1 minuto	3.750 A 5.625 A
Tensão inversa máxima	2 x 4.600 V
Fusíveis	A ser definido

2.5.18.1.2. Normas Técnicas e Ensaio

Os grupos retificadores devem ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as normas IEC 60146 e EN 50124-1 EN 50327, EN 50328 e EN 50329 já citadas para este equipamento, nas suas edições mais recentes.

2.5.18.1.3. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.18.2. Cubículo com Disjuntor Extra Rápido 3 KV CC

2.5.18.2.1. Cubículos Metálicos

São considerados cubículos metálicos de tração aqueles onde estarão condicionados os disjuntores extrarrápidos, o circuito de teste de linha e o dispositivo de proteção Corrente Contínua. Cada cubículo de tração deverá possuir compartimentos devidamente preparados e distintos para a montagem do disjuntor extrarrápido, do circuito de teste de linha, do dispositivo de proteção com seus aparelhos auxiliares (compartimento de baixa tensão) e dos barramentos.

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.5.18.2.2. Características dos Disjuntores

Os disjuntores extrarrápidos deverão ser extraíveis, unipolares, a seco, intercambiáveis para operação em corrente contínua 3 kVcc, sejam aqueles abrigados em compartimentos dos cubículos dos quais partem cabos para a catenária, sejam aqueles abrigados em cubículos que recebem cabos dos retificadores/reatâncias de alisamento. Estes disjuntores deverão ter abertura em ar, com câmara de extinção de arco. O fechamento deverá ser feito por bobina alimentada em 125 Vcc.

2.5.18.2.3. Características Elétricas

Os disjuntores extrarrápidos possuirão, além das características técnicas descritas acima, as seguintes em valor eficaz:

Tabela 35

Tensão nominal do sistema	3,0 kV
Tensão máxima do sistema	4,0 kV
Tensão nominal disjuntor	3,6 kV
Tensão nominal isolamento	4,8 kV
Corrente nominal do disjuntor	4,0 kA
Faixa de regulação para disparo por sobrecorrente	a ser definida durante o projeto executivo
Capacidade de ruptura mínima	55 kA
Capacidade mecânica	10.000 operações
Dispositivo de disparo direto de corrente bidirecional	2 – 8 kA ou 4 – 15 kA (a faixa e o ajuste devem ser definidos no projeto executivo)

2.5.18.2.4. Normas Técnicas e Ensaio

Os disjuntores extrarrápidos devem ser projetados, construídos, ensaiados e instalados de acordo com as edições mais recentes das normas IEC 60077, IEC 61992 e EN 50123.

2.5.18.2.5. Dispositivo de Proteção

Os disjuntores extrarrápidos também deverão ser equipados com dispositivos de proteção digital indireta para detecção de curtos-circuitos tanto de alta intensidade quanto de menor intensidade (curtos não francos e/ou curtos remotos), denominados IEDs, previstos para comunicação em rede na subestação (via protocolo IEC 61850, redundante).

O dispositivo deverá ser projetado, fabricado e ensaiado conforme as normas IEC e EN/CENELEC.

Cada disjuntor extrarrápido deverá ser equipado com um dispositivo de proteção digital de forma a permitir o monitoramento de corrente, o monitoramento de tensão de saída do

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

disjuntor, imagem térmica e memorização dos eventos e dos alarmes, entre outras funções integradas.

O dispositivo de proteção deverá ter, porém não limitadas a estas, as seguintes funções parametrizáveis:

- (i) detectar curtos-circuitos de alta intensidade – provenientes de curtos próximos à subestação/cabine;
- (ii) detectar curtos-circuitos de baixa intensidade – provenientes de curtos em locais bem distantes da subestação/cabine (curtos remotos) ou com impedância não nula;
- (iii) detectar e discriminar correntes transitórias provocadas por trens ao passarem por "gaps" da rede aérea;
- (iv) discriminar as correntes de curto-circuito das correntes de tração – provenientes da operação ou da partida dos trens, inclusive durante partidas simultâneas;
- (v) detectar corrente máxima direta ou reversa do alimentador;
- (vi) detectar elevadas variações de corrente em curto intervalo de tempo (degrau) com elevado gradiente – variações elevadas e degraus de corrente diretas ou reversas detectadas através da análise do tempo e da amplitude da corrente envolvidos no aumento dessa corrente;
- (vii) detectar correntes elevadas durante tempo definido – correntes diretas ou reversas as quais permanecem elevadas durante um tempo superior ao de uma corrente normal decorrente de condições normais de operação;
- (viii) detectar sobre temperatura dos cabos alimentadores/rede aérea – através de parâmetros de temperatura ambiente, tensão e corrente;
- (ix) detectar baixa isolamento dos cabos alimentadores – fuga de corrente para a blindagem conectada ao negativo;
- (x) detectar variações da tensão de saída do alimentador – subtensão e sobretensão cc;
- (xi) possuir mais de um bloco de parâmetros de proteção configurável de forma independente;
- (xii) habilitar ou desabilitar todos os parâmetros de proteção de forma independente local e remota;
- (xiii) possuir função de autodiagnóstico e auto calibração;
- (xiv) possuir função watchdog;
- (xv) imprimir e exportar, para arquivos padronizados editáveis, todos os parâmetros ajustados, registros de eventos e de alarmes e medições;
- (xvi) possuir sistema intertripping para desligamento automático à distância entre

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

subestações/cabines.

2.5.18.2.6. Shunts, transdutores, relés e indicadores de corrente e tensão Deverão ser implantados todos os elementos Shunts, transdutores de tensão e corrente de modo a possibilitar a verificação, a nível local, das correntes e tensões dos equipamentos. Os transdutores deverão ter isolamento suficientemente alta para que não haja falhas nos sistemas. Bem como, os shunts devem ter capacidade de suportar as cargas previstas no sistema. As definições dos valores de fundo de escala dos medidores, queda de tensão dos shunts, entre outros devem ser dadas na fase do projeto executivo.

O dispositivo de proteção deverá possuir memória com capacidade para armazenar 1000 eventos e alarmes com registro de tempo e discretização de 1 milissegundo.

Permitir diversos modos de operação como operação normal, operação de simulação (para efeito de testes) e operação estatística (como a operação normal, porém não provocando desligamento do alimentador). Durante todos os modos de operação deverão ser registrados todos os eventos e alarmes.

O dispositivo de proteção deverá ter capacidade e recursos para supervisionar e proteger os circuitos de saída de forma seletiva em qualquer configuração prevista na subestação/cabine. No caso de um disjuntor da via e seu respectivo dispositivo de proteção estar fora de operação, o outro disjuntor a alimentar a mesma via deverá ser capaz de ter seu respectivo dispositivo de proteção parametrizado para atender a nova demanda de corrente.

O dispositivo de proteção deverá possuir sinalização de atuação e ser de altíssima confiabilidade, projetado, construído e testado para operar nas condições descritas neste documento. A alimentação do aparelho deverá ser em corrente contínua com tensão nominal de 125 Vcc, permitindo variações de -15 % a +8 % da tensão nominal.

Para a visualização e parametrização local de todas as funções, o aparelho deverá possuir teclado e display alfanumérico para a indicação das funções, parâmetros, medições, proteções atuadas, valores memorizados, etc.

O dispositivo de proteção deverá também possuir um canal de comunicação serial específico, para comunicação com Sistema Digital de Comando e Controle.

O dispositivo de proteção também deverá possuir porta de serviço, independente do canal de comunicação, para a conexão local de computador portátil a fim de permitir toda a configuração do dispositivo de proteção, bem como resgatar todos os parâmetros correntes, os diagnósticos e os valores memorizados. Estas funcionalidades devem ser possíveis com o uso

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

de software específico.

O dispositivo de proteção deverá atuar quando da ocorrência de curto-circuito e terá a capacidade para diferenciar os casos de partida de trens, ainda que simultâneos.

Existirão, em circulação nas mesmas linhas alimentadas pelas subestações/cabine das LINHAS, trens de diversas características de controle de acionamento (chopper e inversor).

Os dispositivos de proteção deverão também ser capazes de discriminar e não atuar indevidamente nos casos de:

- (i) coexistência de trens na mesma via com as características de controle acima;
- (ii) correntes de partidas de trens – o dispositivo deverá ser capaz de discriminar as correntes de tração daquelas de curto através da variação da corrente no tempo (di/dt);
- (iii) correntes transitórias provindas dos trens – provocadas por inserção ou retirada de resistências no circuito de controle dos motores e/ou shuntagem de campo dos motores ou ainda pelo funcionamento com frenagem regenerativa para a linha de contato.

Para a avaliação dos fenômenos acima e orientação do projeto e configurações de proteção, será necessário proceder às medições das correntes em campo (por meio de aparelhagens adequadas) em pelo menos 04 (quatro) subestações de linhas distintas da atual rede de 3 kVcc. Desta forma, deverão ser executadas as medições das correntes transitórias em função do tempo passantes pelos disjuntores alimentadores que suprem a rede aérea durante os períodos de vale e de pico de tráfego com a presença dos trens.

O projeto incluirá os cálculos teóricos de curto-circuito em regime transitório e permanente em função do tempo, na rede de 3 kVcc envolvendo, no mínimo, trechos entre cada subestação (nova ou a ser reformada) e a(s) demais subestações que alimentam esses mesmos trechos; desse estudo devem sair as correntes de contribuição ao curto oriundas de todas as subestações que “enxergam” o trecho.

2.5.18.2.7. Relé de supervisão do estado de isolamento dos cabos

Cada cubículo com disjuntores 3 kVcc aos quais são conectados cabos de 3 kVcc deverá possuir relé de supervisão do estado de isolamento dos cabos; este relé será conectado entre a blindagem dos cabos e a polaridade negativa de 3 kVcc. Deverão possuir alta impedância interna de tal forma que quando o isolamento do cabo entre a polaridade positiva e blindagem for se deteriorando e, no caso extremo, a polaridade positiva de 3 kVcc se colocar em contato direto

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

com a blindagem, a corrente passante “de curto-circuito” seja de muito baixa intensidade. O relé deverá admitir regulação da tensão e ser galvanicamente isolado do seu circuito de controle; quando de sua atuação, contatos secos reversíveis (aberto/fechado) deverão ser disponibilizados para alarme/desligamento dos disjuntores.

2.5.18.2.8. Relé microprocessado função 64

Deverá ser implantado relé 64 para aterramento da estrutura metálica dos cubículos à polaridade negativa do 3 kVcc. O relé deverá ser provido com shunt de interligação da estrutura metálica ao sistema de aterramento. Deverão ser providos transdutores com isolamento galvânica suficiente para os níveis de tração empregados, e deverão realizar conversão dos sinais medidos pelo shunt mV para uma grandeza a ser enviada para a Unidade de processamento (CPU) ou IED que deverá interpretar a informação para atuação (desligamento), alarme e sinalização da falta. A CPU ou IED deverá possuir protocolo adequado com o sistema digital para comunicação em rede.

A atuação deste relé deverá desencadear a abertura dos disjuntores de alta tensão e dos disjuntores de corrente contínua a fim de se isolar o defeito. O relé sensibilizado pela falta deverá permanecer bloqueado até que o defeito seja sanado, não impedindo que os demais circuitos voltem a operar, ou seja, o sistema deverá ter recursos operacionais para operar em condições degradadas.

2.5.18.2.9. Comando, Controle e Aquisição de Dados

Os disjuntores deverão possuir duplo comando elétrico: local e remoto. Os dois comandos deverão ser mutuamente exclusivos e selecionados através de uma chave seletora localizada na porta do compartimento de baixa tensão do cubículo do disjuntor alimentador, sendo válido por disjuntor. Esta seleção deverá participar da hierarquia de comando da subestação/cabine.

Além disso, deverá possuir chave seletora para as condições: off, teste, manual e automático.

O comando local deverá ser permitido através de botoeiras localizadas na parte frontal do cubículo desde que a chave seletora esteja posicionada em comando local.

Além das botoeiras, o comando deverá possuir botão de reset de falhas. Os detalhes operacionais serão definidos durante o projeto executivo.

De forma segura, deverá ainda ser previsto no corpo dos disjuntores um comando para abertura mecânica do disjuntor, para situações de emergência.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

A sinalização local da posição do disjuntor deverá ser de natureza mecânica e elétrica.

- (i) mecânica – mediante um indicador especial, visível do exterior, acionado a partir do mecanismo de abertura e fechamento do disjuntor;
- (ii) elétrica – mediante sinalização vermelha, a LED de elevada luminosidade, que deverá estar acesa se o disjuntor estiver fechado, e sinalização verde, que deverá estar acesa se o disjuntor estiver aberto.

A sinalização remota da posição do disjuntor deverá estar disponível com indicação de estado.

Além das sinalizações da posição do disjuntor, as seguintes sinalizações deverão ser visíveis na parte frontal do cubículo:

- (i) disjuntor inserido;
- (ii) disjuntor em teste;
- (iii) disjuntor extraído;
- (iv) disjuntor bloqueado;
- (v) teste de linha em funcionamento.

Também, deverá possuir capacidade de medição de grandezas elétricas de cada entrada e saídas (tensão, corrente e potência instantânea), para monitoramento no supervisório (IHM) da subestação ou cabine.

Deverá ser previsto, para o conjunto de sinalizadores, um botão para teste de LEDs.

Para o sistema de medição, deverá ser previsto um amperímetro e um voltímetro na porta frontal do cubículo para indicação da corrente passante no disjuntor e indicação da tensão de saída.

As funções dos dispositivos digitais (dispositivos de comando, controle e aquisição de dados; dispositivo de proteção; dispositivo de diagnóstico e teste de linha) em cada disjuntor poderá estar agrupada num mesmo equipamento.

Cada disjuntor extrarrápido deverá ser equipado com um dispositivo de comando, controle e aquisição de dados com tecnologia digital, tipo IED, que deverá substituir, no tocante ao controle local e ao automatismo de acionamento, os relés auxiliares e medidores.

Como principais funções desse dispositivo, podem ser destacadas:

- (i) execução de toda a lógica de controle e comando dos equipamentos internos aos cubículos, incluindo intertravamentos e sequência de manobras para abertura e fechamento de disjuntores e seccionadoras;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (ii) execução de lógica de controle do dispositivo de teste de linha e religamento automático;
- (iii) execução das lógicas de intertravamento e bloqueios, com retaguarda através de relés eletromecânicos para bloqueios de segurança;
- (iv) aquisição de dados analógicos para supervisão remota das correntes que circulam pelos disjuntores extrarrápidos;
- (v) comunicação em rede serial de dados com os dispositivos digitais dos outros cubículos (protocolo IEC 61850, saída redundante).

Onde previsto, a switch da rede da interface de comunicação externa (comando, controle e supervisão) deverá ser montada em compartimento exclusivo dotado de visor transparente na porta, resistente a impacto.

Deverão possuir intertravamento com as chaves seccionadoras da rede aérea, que só poderão ser manobradas quando os disjuntores extrarrápidos estiverem na posição aberta. Para atender a esta manobra, deverá fazer parte do conjunto este painel de comando e intertravamento.

Durante a fase de projeto, deverá ser apresentado diagrama de blocos do funcionamento e lógicas, com o correspondente software ferramenta, possibilitando alterações dos blocos de funções entre entradas e saídas, comunicações, etc.

Deverá ser previsto para o dispositivo uma rotina de autodiagnostico (check in) capaz de indicar os defeitos internos à CPU ou IED. Em caso de ocorrência desse tipo de defeito, deverá acionar a abertura do disjuntor e ser sinalizado no dispositivo remoto (central de supervisão).

Os dispositivos poderão ser alimentados por "shunt" ou transdutores de valor adequados e possuírem unidade de entrada dotada de filtro e proteção contra surtos de alta frequência, bem como isolamento galvânica de elevado valor entre entrada e saída do filtro e entre entrada e a massa da unidade.

Os dispositivos deverão estar instalados de forma a serem imunes às influências de campo ou interferências eletromagnéticas dos sistemas adjacentes, das descargas atmosféricas, dos ruídos de rádio frequência e das fontes internas ou externas capazes de afetar a operação normal do Sistema.

As informações envolvendo comando, controle, sinalização e alarmes a partir do painel de comando e controle/CCO.

2.5.18.2.10. Dispositivo de Testes de Linha (T.L.) e Religamento Automático

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Cada cubículo de tração deverá também ser dotado de circuito específico para teste de linha e religamento automático do disjuntor extrarrápido. O dispositivo para teste de linha deverá verificar as condições elétricas do circuito correspondente a saída do disjuntor em seguida à atuação das suas proteções.

Os dispositivos de controle de isolamento e teste de linha e religamento automático deverão funcionar adequadamente em associação com os disjuntores extrarrápidos.

O religamento do disjuntor deverá ser efetuado caso durante o teste de via seja verificado o desaparecimento do defeito. O dispositivo deverá verificar também as condições da linha a cada comando de fechamento do disjuntor, permitindo o fechamento apenas quando as condições de isolamento da linha forem normais.

Deverão ser possíveis os seguintes ajustes, com referência ao ciclo de teste do dispositivo:

- (i) número de provas durante o ciclo de testes: regulável de 1 a 5
- (ii) tempo entre duas provas consecutivas num mesmo ciclo: regulável de 0 s a 30 s
- (iii) tempo para início do ciclo de testes, a partir da abertura do disjuntor por defeito na linha: regulável de 0 s a 30 s
- (iv) bloqueio após a última prova durante um ciclo de teste

O dispositivo não deverá atuar em determinadas condições normais de operação que possam provocar passagem de corrente pelo seu circuito de detecção. Tal é o caso, por exemplo, de correntes capacitivas do sistema ou de correntes provocadas pela existência de trens com o pantógrafo em contato com a catenária.

Este dispositivo de teste, além de funcionar adequadamente com o disjuntor extrarrápido, deverá verificar o isolamento da linha de contato, mesmo quando houver circulação de trens no trecho, antes de operar o fechamento do correspondente disjuntor extrarrápido.

O circuito de teste de linha deverá ser dimensionado, protegido e comandado de forma a atender as condições funcionais e operacionais. Desta forma, deverá possuir condições de executar cálculo residual de resistência de linha e executar lógica de religamento.

2.5.18.2.10.1. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.18.3 Chave Seccionadora Manual – 3 kVcc – 4.000 A

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Estas chaves seccionadoras sem carga (abertura e fechamento) deverão ser projetadas e construídas para instalação abrigada e alojada em compartimento do cubículo metálico.

Esta chave tem por objetivo isolar a entrada com origem nos retificadores, para fins de sua manutenção.

2.5.18.3.1. Características Elétricas

As chaves seccionadoras de corrente contínua deverão atender às características a seguir:

Tabela 36

Tensão nominal do sistema	3,0 kVcc
Tensão máxima do sistema	4,0 kVcc
Tensão nominal da chave	3,6 kVcc
Tensão nominal isolamento	4,8 kVcc
Corrente nominal da chave	4,0 kA
Tensão de impulso:	40 kV
Corrente suportável de curto-circuito	40,0 kA

2.5.18.3.2. Normas Técnicas e Ensaio

Estas chaves seccionadoras deverão ser projetadas, construídas e ensaiadas segundo as normas EN 50123-3 e IEC 61992-3.

2.5.18.3.3. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apêndice 7 deste ANEXO.

2.5.18.4 Cubículo com Reatância de Alisamento

A reatância de alisamento deverá ser projetada e construída para instalação em cubículo metálico com características descritas abaixo:

2.5.18.4.1. Características Elétricas

Tabela 37

Tensão nominal	3,6 kVcc
Corrente nominal	Min 2200 A (*)
Número de fases	1
Classe de isolamento	F-155 °C
Sobre-elevação de temperatura (ambiente = 50 °C)	105 °C
Corrente térmica de curto-circuito suportável	40 kA / 1 s
Corrente dinâmica de curto-circuito suportável	100 kA – pico
Material dos enrolamentos	Alumínio

(*) - A ser dimensionada na fase do projeto executivo

2.5.18.4.2. Normas Técnicas e Ensaio

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Estas reatâncias de alisamento deverão ser projetadas, construídas e ensaiadas segundo as normas IEC 60146 EN 60289.

2.5.18.4.3. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.18.5 Cubículo com Filtro de Harmônica - 720/1.440 Hz

2.5.18.5.1. Características

As harmônicas injetadas no sistema, tanto do lado de corrente alternada como do lado de corrente contínua, causadas pela reação do retificador de 12 pulsos e de outros fatores, deverão ter os limites estabelecidos pela norma IEEE 519, última revisão, adotando-se como P.A.C. (Ponto de Acoplamento Comum) a saída do disjuntor de Grupo que alimenta o transformador do grupo retificador. As harmônicas não características não deverão ocorrer.

O projeto deverá incluir os estudos comprobatórios mostrando as diferentes frequências de harmônicas e seus valores (amplitudes) que compõem a tensão e corrente, seja lado corrente contínua seja lado de corrente alternada.

Também para os demais níveis de tensão da subestação (34,5 kV, 13,8 kV, 6,6 kV, 1.250 V, 220/127 V), o teor de harmônicas de tensão e corrente não poderá exceder os valores constantes da norma supracitada, para os diferentes valores de carga solicitados pelos trens.

Cabe à CONCESSIONÁRIA, a instalação de filtros e/ou acessórios para manter o nível de harmônicos gerados pelo sistema a ser implantado abaixo dos limites especificados pelas normas aplicáveis.

Em se comprovando a necessidade de filtros na parte de corrente alternada, a CONCESSIONÁRIA, durante a fase do projeto executivo, deverá detalhar os componentes integrantes, seus módulos, a forma de sua proteção e seccionamento da rede. Para esse caso, o equipamento poderá, eventualmente, ser abrigado dentro de algum cubículo descrito neste documento.

2.5.18.5.2. Normas Técnicas e Ensaio

Estas reatâncias de alisamento deverão ser projetadas e dimensionadas segundo a norma IEEE 519.

2.5.18.5.3. Características Construtivas e Referências

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.18.6 Cubículo Metálico com Chave Seccionadora Manual Monopolar 3 kVcc – 4.000 A

2.5.18.6.1. Chave Seccionadora Manual – 3 kVcc – 4.000 A

Estas chaves seccionadoras sem carga (abertura e fechamento), de operação manual, deverão ser projetadas, construídas e ensaiadas segundo norma EN 50123-3 e IEC 61992-3, para instalação abrigada e alojada em compartimento do cubículo metálico.

2.5.18.6.2. Características Elétricas

As chaves seccionadoras de corrente contínua deverão atender às características a seguir:

Tabela 38

Tensão nominal do sistema	3,0 kVcc
Tensão máxima do sistema	4,0 kVcc
Tensão nominal da chave	3,6 kVcc
Tensão nominal isolamento	4,8 kVcc
Corrente nominal da chave	4,0 kA
Tensão de impulso:	40 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial	18,5 kV
Corrente suportável de curto-circuito:	40,0 kA
Tensão alimentação auxiliar (comando/controle)	125 Vcc

2.5.18.6.3. Normas Técnicas e Ensaio

Estas chaves seccionadoras deverão ser projetadas, construídas e ensaiadas segundo as normas EN 50123-3 e IEC 61992-3.

2.5.18.6.4. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas da chave, do cubículo e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.5.18.7 Cubículo de Equalização de Potencial entre Trilho e Terra Externo (Contator de Aterramento)

2.5.18.7.1. Características Elétricas

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

O dispositivo deverá ter como função principal efetuar a proteção contra as tensões de passo e toque. Este dispositivo deverá ser utilizado para a proteção dos usuários limitando a diferença de potencial entre o trilho de rolamento e o terra externo nos casos de falhas elétricas do sistema. Em condições normais de operação, o circuito negativo (trilho) e o terra estará sempre aberto e deverá fechar automaticamente quando os limiares de tensões perigosas são excedidos. O dispositivo deverá manter curto-circuitados o sistema terra-trilho durante um período ajustável e, após este tempo, ocorrer o retorno às condições normais de operação e, caso a tensão ainda se mantenha elevada, deverá curto-circuitar novamente o sistema terra-trilho.

O Sistema de Tração, bem como a circulação de trens, não deverá sofrer interrupção da continuidade da operação durante a intervenção deste dispositivo de proteção. O sistema deverá ser constituído, basicamente, por relés de supervisão de tensão ajustável e por um curto-circuitador formado por um sistema híbrido com tiristores e contator(es), de modo a reduzir o tempo de atuação e aumentar a capacidade do sistema, acomodados em cubículos apropriados, conectados a um dispositivo lógico de controle (digital e microprocessado), que atenda as curvas e limites estabelecidos nas normas de referência.

O contator e o bloco tiristor deverão ser dimensionados com capacidade suficiente para efetuar os curto-circuitamentos e garantir os valores de “making” e “braking”, sem sofrer danos à sua estrutura e aos componentes. Deverão ser robustos e dimensionados para a classe de tensão de 3 kVcc.

No caso do contator, o(s) contato(s) de força deverão ser tipos “NF” (normalmente fechados) sendo sua bobina mantida energizada em condições normais de operação sem tensão terra-trilho perigosa. A CONCESSIONÁRIA deverá efetuar todo o dimensionamento levando em conta os parâmetros reais da linha e seu método construtivo.

Deverão ser atendidas as seguintes características para o dispositivo:

Tabela 39

Tensão nominal do sistema	3,0 kVcc
Tensão máxima do sistema	4,0 kVcc
Tensão nominal isolamento	4,8 kVcc
Tensão de impulso	40 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial	18,5 kV
Corrente nominal mínima	800 A (A ser estabelecido mediante cálculo no projeto executivo)
Corrente máxima por 1 s:	5 kA (*)
Corrente máxima de curta duração:	50,0 kA
Tensão alimentação auxiliar (comando/controle)	125 Vcc

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.5.18.7.2. Normas Técnicas e Ensaio

Os contadores deverão ser projetados ensaiados segundo norma CENELEC EN 50.122-1, IEC 62128-1 ou VDE 0115-T3 em suas formas mais atuais.

2.5.18.7.3. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas da chave, do cubículo e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

**2.5.18.8 Chave Seccionadora Motorizada Sob Carga 3 kVcc – 4.000 A –
Instalação ao Tempo**

Estas chaves seccionadoras deverão ser para operação sob carga, para instalação aotempo, 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 monoplares 4.000 A de capacidade e localizadas na saída para a rede aérea.

2.5.18.8.1. Características Elétricas

As chaves seccionadoras de corrente contínua deverão atender às características a seguir:

Tabela 40

Tensão nominal do sistema	3,0 kVcc
Tensão máxima do sistema	4,0 kVcc
Tensão nominal da chave	3,6 kVcc
Tensão nominal isolamento	4,8 kVcc
Corrente nominal da chave	4,0 kA
Tensão de impulso:	40 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial	18,5 kV
Corrente suportável de curto-circuito:	40,0 kA
Tensão alimentação auxiliar (comando/controle)	125 Vcc

2.5.18.8.2. Normas Técnicas e Ensaio

Estas chaves seccionadoras deverão ser projetadas, construídas e ensaiadas segundo as normas EN 50123-4 e IEC 61992-4.

2.5.18.8.3. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas da chave, do cubículo e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.5.18.9 Para-raios 4 kVcc com Chave de Seccionamento – Instalação ao Tempo

Os para-raios deverão ser formados por um conjunto de elementos isolantes quando submetidos à tensão nominal e que ao sofrerem uma sobretensão tornar-se-ão condutores, descarregando a sobretensão para a terra (resistores variáveis com a tensão), para instalação ao tempo.

2.5.18.9.1. Características Técnicas

Os para-raios deverão ser do tipo polimérico, óxido de zinco, projetados, construídos e ensaiados para instalação ao tempo, com os respectivos acessórios para conexão à rede aérea:

Tabela 41

Normas	ABNT/IEC
Tensão de operação	3,6 kV
Tensão nominal	4,0 kV
Corrente de descarga	10 kA
Tensão desruptiva máxima, com onda de 1,2/50 µs (valor de crista)	12 kV
Tensão residual máxima, de descarga para impulso de corrente, com onda de 8/20 µs (valor de crista), de:	
5 kA	9,06 kV
10 kA	9,92 kV
20 kA	10,90 kV

2.5.18.9.2. Normas Técnicas e Ensaios

Estes para-raios deverão ser projetados, construídos e ensaiados atendendo às normas IEC 61992-5 e IEC 60099-4.

2.5.18.10 Chaves de seccionamento de para-raios 3 kVcc - 300 A

Estas chaves seccionadoras com abertura sob carga deverão ser projetadas e construídas para instalação externa e devem ser prateadas.

A chave, devidamente localizada, deverá ser dotada de dispositivo mecânico que possibilite facilidade de operação manual de abertura e fechamento desta, com auxílio de bastão de manobra.

2.5.18.10.1. Características Elétricas

As chaves seccionadoras de corrente contínua deverão atender às características a seguir:

Tabela 42

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tensão nominal do sistema	3,0 kVcc
Corrente nominal da chave	300 ^a
Tensão de impulso:	40 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial	18,5 kV

2.5.18.10.2. Normas Técnicas e Ensaios

Estas chaves seccionadoras deverão ser projetadas, construídos e ensaiadas atendendo e ensaiadas segundo as normas EN 50123-4 e IEC 61992.

2.6 Equipamentos do Sistema de Proteção, Controle e Medição

2.6.1 Painel com Sistema Digital de Comando, Controle e Proteção Geral com IHM e UTR para Telecontrole

O Sistema de Comando, Controle e Supervisão - SCCS, aplicado ao sistema elétrico em alta tensão, média tensão, tração, baixa tensão (incluindo equipamentos auxiliares), deverá cumprir às condições mínimas e requisitos técnicos descritos neste capítulo no que se refere ao projeto, ao fornecimento, à construção, ao ensaio e à instalação, em atendimento às últimas prescrições das normas da ABNT e, quando omissas, às normas internacionais aplicáveis.

O SCCS deverá desempenhar todas as funções de comando, proteção, controle, medição, intertravamentos, automatismos, registro de eventos, oscilografia, monitoramentos, sinalização, alarmes e comunicação entre os diversos níveis de operação da subestação/cabine.

Para atender às condições operativas das Subestações e Cabines Seccionadoras, deverá ser fornecido sistema com dispositivos integrados e redes redundantes, compatíveis aos padrões IEC 61850 e IEC 104, de alto grau de confiabilidade, segurança e disponibilidade.

2.6.1.1 Requisitos Técnicos

2.6.1.1.1. Normas aplicáveis

O SCCS, de característica digital, referido ao dispositivo interno, deverá obedecer aos requisitos técnicos e às seguintes normas:

- (i) NBR 7116 - Relés elétricos - Ensaio de isolamento;
- (ii) NBR IEC 60529 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos;
- (iii) IEC 60255 - Measuring relays and protection equipment;
- (iv) IEC 60297 - Mechanical structures for electronic equipment;
- (v) IEC 60834 - Tele protection equipment of power systems;
- (vi) IEC 60870 - Telecontrol equipment and systems;
- (vii) IEC 60917 - Modular order for the development of mechanical structures for

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

electronic equipment practices;

- (viii) IEC 61131 - Programmable controllers;
- (ix) IEC 61140 - Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment;
- (x) IEC 61508 - Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems;
- (xi) IEC 61587 - Mechanical structures for electronic equipment - Tests for IEC 60917 and IEC 60297;
- (xii) IEC 61850 - Communication networks and systems in substations;
- (xiii) IEC 62351 - Power systems management and associated information exchange - Data and communications security;
- (xiv) IEC 62439 - Industrial communication networks - High availability automation networks;

2.6.1.2 Arquitetura da rede

A arquitetura da rede de comunicação para as subestações/cabines deverá ser baseada no protocolo IEC 61850.

Os dispositivos IEDs e switches gerenciáveis dos subsistemas de alta, média e baixa tensão em corrente alternada e tração (3 kVcc) deverão ser integrados à rede padrão Ethernet em anel auto reconfigurável através de cabos de fibras ópticas, para incorporar o padrão de protocolo IEC 61850.

No caso específico de dispositivos (IEDs) aplicados ao sistema a tração (3 kVcc) e baixa tensão (incluindo equipamentos auxiliares), poderão ser utilizados protocolos tradicionais com conversores para interface com a rede IEC 61850; tais dispositivos deverão ter comprovadas as características originais especificadas e serem homologados por órgão certificador oficial.

A arquitetura de comunicação padronizada para as subestações/cabines deverá consistir em:

- (i) implantação de anel de cabos de fibra óptica independentes, interligando os switches gerenciáveis (sem ventilação forçada e função de auto monitoração), comunicando-se em rede Ethernet de alta velocidade 1000 Mbytes, de elevada confiabilidade, segurança e continuidade de serviço. As interligações do anel de fibra óptica, em caso de falha de um switch, disponibilizarão um caminho alternativo para acessar qualquer outro switch.
- (ii) a comunicação entre os switches e os IEDs (dispositivos eletrônicos inteligentes)

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

em dupla estrela (duas portas de comunicação independentes), com fibras ópticas, permitirão a integração, a garantia de expansibilidade e a interoperabilidade entre diversos IEDs.

- (iii) cabos de fibra ópticos duplicados entre os equipamentos.
- (iv) sincronização de tempo em dois sistemas permissíveis. Uma rede de comunicação com interface de saída com demodulador IRIG B e uma interface conectada na rede de comunicação utilizando o protocolo SNTP (Simple Network Time Protocol).
- (v) unidades de processamento central (UPC), redundantes, responsáveis pela aquisição e controle de dados, conectadas no anel através de fibra óptica, realizarão as interfaces entre os equipamentos da subestação/cabine e CCO/IHM.
- (vi) a IHM sincronizada será utilizada pelo operador do sistema para realizar funções de comando, controle e supervisão (exemplos: comandos, medições, leitura de alarmes, eventos, relatórios, ajustes, etc.).
- (vii) unidades terminais remotas (UTR) (ou conversor de protocolo de comunicação equivalente) deverão ser unidades robustas utilizadas para complementarem a aquisição de dados onde não possuem recursos de comunicação com IEDs via protocolo, como estado de equipamentos e dispositivos ou obter dados de medições de equipamentos ou aumentar a quantidade de entradas e saídas digitais.

Nessa configuração, deverá existir redundância de processamento e comunicação, sendo que a perda ou falha de qualquer meio não irá interromper ou comprometer o tráfego de informações, pois a comunicação pode ser transferida para outra interface Ethernet sem degradar o sistema (dispositivos operam num esquema de redundância hot standby). A alimentação auxiliar será com circuito redundante para fonte em 125 Vcc.

O sistema SCCS deverá possuir facilidade e capacidade para futuras expansões as quais não deverão introduzir degradações de performances na parte existente, isto é, não deverá haver interrupções (tipo troca a quente) no sistema de comunicação com reprogramações e o acréscimo de novas unidades no sistema.

A tensão das alimentações dos dispositivos do SCCS, providas de isolamento galvânica dc/dc, será em tensão de 125 Vcc.

As características técnicas dos vários dispositivos deverão ser submetidas à liberação final da PODER CONCEDENTE.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

A CONCESSIONÁRIA deverá realizar teste de validação da estrutura da rede, com apresentação da respectiva certificação ao PODER CONCEDENTE.

2.6.1.3 Requisitos Funcionais e Operativos

2.6.1.3.1. Níveis de Comando, Controle e Supervisão

A centralização de comando, controle e supervisão do sistema elétrico da subestação/cabine, em ordem crescente, será dividida em 4 níveis de forma a permitir os seguintes modos de operação:

- (i) Nível 0: Equipamentos primários do sistema elétrico (exemplos: disjuntores, chaves seccionadoras);
- (ii) Nível 1: Painéis com dispositivos inteligentes e independentes (posto local: relé de proteção IEDs);
- (iii) Nível 2: Sistema de Comando, Controle e Supervisão em tempo real (posto local - IHM);
- (iv) Nível 3: Centro de Controle Operacional (posto remoto – CCO).

Nos postos locais e remotos deverão existir chaves seletoras "local-remoto" para seleção do nível de comando sobre os equipamentos.

Posicionando a seleção em modo "local" deverá permitir o comando local nesse nível, desde que os níveis inferiores estejam com suas respectivas chaves seletoras nas posições "remotos". Também, deverá inibir os comandos remotos à montante desse nível.

Desta forma, a seleção do nível de comando deverá ser escolhida como prioridade o ponto mais próximo ao equipamento.

Os demais sinais (posicionamento ou estado, alarmes, medição e intertravamentos, etc.) deverão ser permanentes, ou seja, independentes da chave seletora de comando.

O novo CCO (Centro de Controle Operacional) deverá possuir as funções de comando, controle e supervisão das linhas.

A comunicação de dados entre os postos locais da subestação/cabine (equipamentos, cubículos, quadros e SCCS) e o posto remoto (CCO) será sempre realizada através da rede IEC 61850 e IEC 104, seja para recepção de comandos, seja para envio de sinais, estados, alarmes e medições.

A CONCESSIONÁRIA deverá receber dos fabricantes certificados ou relatórios de ensaios dos respectivos dispositivos e dos protocolos aplicados ao SCCS, homologados por

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

entidades oficiais.

2.6.1.4 Características Funcionais do SCCS

Dentre as principais funções, a serem implementadas no sistema de comando, controle e supervisão, podem ser destacadas:

- (i) centralização e gerenciamento de todas as informações provenientes dos equipamentos de alta tensão, média tensão, baixa tensão, tração e auxiliares, que pertencem ao SCCS;
- (ii) comunicação para o comando, controle e supervisão dos sistemas, incluindo as prioridades de comando com o CCO, através da rede IEC 61850 e IEC 104;
- (iii) capacidade para discretização de amostragem de eventos (resolução) de 1 ms para fins de geração de históricos de eventos envolvendo todo o sistema de alta, média, baixa tensão, tração e auxiliares de forma sincronizada (pulsos de sincronização deverão ser fornecidos pelo GPS ao sistema);
- (iv) manobras de disjuntores, seccionadoras e contadores, entre outros eventuais, do sistema SCCS, desde que os intertravamentos eletromecânicos, bloqueios elétricos e as sequências automáticas de manobras descritas nas especificações técnicas os permitam;
- (v) recebimento dos comandos vindos do CCO através da rede IEC 104 e IEC 61850 e transmissão aos equipamentos, cubículos e quadros, desde que os intertravamentos, bloqueios elétricos e de softwares dos sistemas comandados os permitam e desde que o SCCS esteja em remoto;
- (vi) registro sequencial das últimas 24 horas (com rótulos de tempo), com no mínimo os últimos 1000 (mil) eventos de manobra, estados e falhas/faltas para levantamento histórico e estatístico;
- (vii) medição integrada de grandezas elétricas, via IHM e CCO.

As mensagens de alta velocidade deverão ser classificadas em GOOSE (generic object oriented substation event), para a troca de informações entre os diversos IEDs e a utilização destas informações nas lógicas de automatismos, bloqueios e intertravamentos.

O sincronismo de tempo via rede poderá ser realizado com a utilização de protocolo SNTP, e onde necessária precisão maior, com utilização de sinal IRIG B, com contato de alarme.

O sincronismo de tempo por GPS será responsável pela sincronização de tempo nos relógios através dos sinais enviados por satélites, garantindo que todos os dispositivos do sistema estejam trabalhando na mesma marcha de tempo.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

O sistema digital de comando, controle e supervisão deverá possuir também lógica de auto supervisão (diagnóstico e monitoramento de falha interna), com imediata sinalização de falha local e remota (via CCO), possibilitando a identificação e o reconhecimento preciso do tipo e localização da falha.

O sistema digital de comando, controle e supervisão deverá ter proteção contra falha na alimentação elétrica e ter partida automática após falha na mesma, com “reset” automático da varredura de dados do campo.

O SCCS deverá ser composto de equipamentos específicos de alto grau de confiabilidade, de padrão industrial, para utilização em ambiente de subestação elétrica, com número reduzido de componentes ou partes móveis (exemplos – ventilador forçado/winchester/disk drive), deverá ser capaz de manobrar e supervisionar os equipamentos de campo em tempo real, ter capacidade de armazenar o sistema operacional e todos os softwares aplicativos necessários, deverá ter capacidade de armazenar todos os eventos de manobra e faltas das últimas 24 horas de operação comercial, com no mínimo 1000 (mil) eventos, e resolução mínima de 1 ms, ter interfaces de leitura e gravação de todos os softwares de instalação, operacional e de aplicativos, e outros periféricos que a CONCESSIONÁRIA considerar adicionalmente necessários para atender às condições operacionais e de manutenção.

O sistema deverá ser imune às influências de campos ou interferências eletromagnéticas dos sistemas adjacentes, das descargas atmosféricas, dos ruídos de radiofrequência, presença de componentes de harmônicas, de surtos de tensões e correntes (transitórios), entre outras fontes internas ou externas capazes de afetar a operação normal do sistema.

A proteção contra surtos e transitórios deverá estar conforme a norma IEC 60255 ou similar.

2.6.1.5 Interface Homem-Máquina (IHM)

A IHM a ser adotada para o SCCS, prevista para instalação em sala de operação, deverá permitir uma interação completa do operador com os sistemas comandados, controlados e supervisionados da subestação/cabine.

Para isso, deverá ser implantado um supervísório de alta confiabilidade com monitor ou tela plana colorida de 21” de alta resolução gráfica e tela antirreflexiva, sistemas iterativos de IHM com telas operacionais capazes de visualizar claramente os esquemas unifilares de alta tensão, média tensão, baixa tensão, tração e auxiliares, e com subtelas ou janelas

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

individualizadas para cada equipamento comandado de forma a obter dados e parâmetros do mesmo pelo operador. A IHM, como acessórios complementares, deverá possuir impressora, teclado e “mouse”.

A disposição ergonômica dos dispositivos de IHM deverá permitir conforto e facilidade de operação ao usuário, conforme a norma NR 17.

2.6.1.6 Software

Deverá ser implantado um software para comando, controle e supervisão remoto do sistema elétrico de alta tensão, média tensão, baixa tensão, tração e auxiliares, específicos para cada subestação/cabine, e que também desempenhe todas as funções descritas neste documento, incluindo comando, controle e supervisão centralizada.

Esse software deverá contemplar todas as telas mímicas do unifilar do sistema elétrico e as telas de alarmes e sinalizações individualizadas, de forma que o operador seja informado visualmente e por sonorização audível externa por ocasião de ocorrência de falha/falta no sistema elétrico.

Os softwares e aplicativos utilizados para o comando, controle e supervisão deverão atender às filosofias operacionais definidos para o sistema elétrico.

O software aplicativo a ser utilizado deverá ser, preferencialmente, do tipo supervisão e deverá prever a apresentação dos dados dos equipamentos controlados através de telas e/ou janelas específicas para cada função no monitor de vídeo ou tela de sistema interativo, e deverá ser desenvolvido com acompanhamento.

Deverão ser previstas, no mínimo, as seguintes telas:

- (i) telas de apresentação do sistema supervisão e dos sistemas controlados, com obrigatoriedade de senha de acesso para pessoal técnico e operacional autorizados, sendo que, em caso de alarme, deverá haver indicação piscante e intermitente do sistema com falta/falha e aparecer na tela do monitor
- (ii) instantaneamente. A senha de acesso sequencial aos usuários, mediante concessão ou permissão de grupos de acesso, deverá possibilitar o controle, seleção e disponibilização das funções operativas.
- (iii) diagramas unifilares dinâmicos completos dos sistemas de alta, média, baixa tensão, tração, e auxiliares, com as correspondentes identificações operacionais dos barramentos, transformadores, disjuntores, contadores e seccionadores, mostrando o estado de cada equipamento e barramento, além de subtelas que

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

identifiquem IEDs, dispositivos digitais de controle do disjuntor, relés e instrumentos correspondentes a cada elemento comandado.

- (iv) comando em tempo real dos equipamentos de alta tensão, média tensão, baixa tensão, tração e auxiliares, pelo SCCS, com permissão para o CCO, via chave local-remoto.
- (v) apresentação de grandezas elétricas de medições, tais como tensão, corrente, demanda, potência ativa e reativa, fator de potência, temperatura do enrolamento dos transformadores de potência, etc.
- (vi) telas de alarmes dos sistemas supervisionados, no mínimo, indicando sistema, equipamento, cubículo, quadro, horário da ocorrência da falha/falta, descrição e natureza da falha/falta e estado de reconhecimento da falha/falta.

Com a utilização de janelas, deverá ser possível acessar os eventos ocorridos sequencialmente através de listagens, com a resolução de tempo estabelecido para os equipamentos, bem como as manobras efetuadas no âmbito da subestação/cabine.

No caso específico dos alarmes, deverão ser geradas janelas individuais para cada equipamento, cubículo e painel, com visualização dos alarmes e eventos e com reconhecimento local.

O software a ser implantado deverá possibilitar eventuais reconfigurações das telas e janelas de apresentação do sistema pelo pessoal técnico.

Deverão, ainda, serem implantados os seguintes softwares para implantação no SCCS:

- (i) um software de diagnóstico para manutenção, capaz de indicar cartões ou módulos substituíveis com defeito no sistema.
- (ii) um software de treinamento, onde deverá ser possível simular situações reais de funcionamento dos equipamentos.
- (iii) um software para a apresentação de gráficos de grandezas elétricas, tais como tensão, corrente, demanda, potência ativa e reativa, energia nos equipamentos de alta, fator de potência, temperatura do enrolamento dos transformadores de
- (iv) potência, etc.
- (v) um software para análise oscilo-perturbográfica de falhas/faltas ocorridas no sistema e geração de histórico de eventos, para o qual o sistema digital de comando, controle e supervisão deverá fazer a aquisição de dados com resolução de tempo de 1 ms para os eventos de falhas/faltas e de manobras.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.6.1.7 Comunicação de Dados com o Posto Remoto (CCO)

Toda a comunicação de dados entre os postos locais e remoto, como o CCO, o SCCS e os equipamentos de alta tensão, média tensão, baixa tensão, tração e auxiliares, deverá ser feita através da rede IEC 61850 e IEC 104.

Deverá fazer parte da implantação a interligação com a rede IEC 61850 e IEC 104 incluindo todo o cabeamento, conectores e acessórios

A CONCESSIONÁRIA deverá integrar o SCCS com os pulsos de sincronismo originários do GPS e utilizá-los para a sincronização de horário com os equipamentos das subestações/cabines.

2.6.1.8 Comandos, Controles e Supervisões Locais e Remotas

Para o SCCS e os equipamentos comandados, o desempenho do sistema deverá ser tal que, na ocasião de um comando, na atuação de um intertravamento ou de uma proteção elétrica, ou de uma mudança de estado, descontado o tempo intrínseco do equipamento de manobra (disjuntor, contator, seccionadora), o tempo de atualização dos estados na tela do IHM do SCCS, a partir do início da operação até a conclusão da mesma, não deve ser superior a 1 (um) segundo.

A fim de permitir o comando, controle e supervisão dos equipamentos de alta, média, baixa tensão, tração e auxiliares nos postos locais e remoto, deverão ser previstos o envio e recebimento ao CCO, via rede IEC 61850 e IEC 104, das informações indicadas a seguir.

Comandos:

Deverá possibilitar o comando remoto de abertura e fechamento de todos os equipamentos comandáveis do sistema de alta, média, baixa tensão, tração e auxiliares, em tempo real.

Deverão participar da hierarquia de comando local/remoto, desde o local de instalação do equipamento, cubículo/painel de proteção e controle, supervisão - IHM até o CCO.

Controle:

Deverão ser previstos lógicas de intertravamentos de segurança aos equipamentos para evitar erros de manobra, incluindo bloqueios elétricos, que possam resultar em danos materiais e ou pessoais.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Supervisão:

Sinalizações:

Deverão ser enviadas (transmissão serial) aos postos locais e remotos as sinalizações de estado de todos os equipamentos controlados e supervisionados e, ainda, as seguintes:

- (i) posição de inserido, teste e/ou extraído, bloqueado (disjuntores em geral).
- (ii) seccionadores em movimento.
- (iii) presença de tensão e falta de tensão (linhas e barramentos).

Alarmes:

Deverão ser enviados (via serial) aos postos locais e remotos todas e quaisquer anormalidades nos equipamentos principais e auxiliares da subestação/cabine, e, onde se fizerem necessários, na forma condensada de alarmes.

A partir do recebimento de um comando, no entanto, deverá ser possível abrir o arquivo de eventos da subestação/cabine e permitir o acesso das últimas 24 horas, com no mínimo 1000 (mil) últimos eventos ocorridos, sem condensação, com o horário de ocorrência. Com essa abertura, deverá ser possível identificar precisamente o equipamento que provocou a ocorrência.

Medições de grandezas elétricas:

Basicamente, deverá ser realizado o envio das seguintes grandezas elétricas para fins de monitoramento e comissionamento da subestação:

- (i) tensão nos barramentos da subestação (fases e sincronismo);
- (ii) corrente de cada linha de entrada (fases e neutro);

potência ativa e reativa (trifásica e por fase);

- (iii) demanda (trifásica e por fase);
- (iv) energia ativa e reativa (trifásica e por fase);
- (v) fator de potência (trifásica e por fase);
- (vi) frequência instantânea; e
- (vii) temperatura dos enrolamentos dos transformadores de potência.

Basicamente, deverá ser realizado o envio das seguintes grandezas elétricas para fins de monitoramento e comissionamento dos circuitos de tração:

Entrada com origem nos retificadores e saídas alimentadoras (parcial/total): tensão,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

corrente e potência instantânea.

As faixas de variação, os degraus de precisão e os intervalos de amostragem deverão ser adequados para as necessidades operacionais e serem definidos pela CONCESSIONÁRIA

Qualidade de Energia:

Os diversos equipamentos alimentadores, baterias, geral de alta, média, baixa tensão, tração e auxiliares deverão possuir monitoramento de qualidade de energia elétrica, onde se exigem relatórios de ocorrências (exemplos: sub e sobretensões momentâneas) e de interrupções de energia, que serão enviados e monitorados através do SCCS.

Lógicas:

Todas as lógicas de comando, controle e supervisão deverão seguir uma padronização a ser estabelecida de comum acordo entre as partes, de forma a facilitar o entendimento e propiciar intervenções da equipe de operação e manutenção.

Tais lógicas deverão ser obrigatoriamente descritas na documentação do projeto em forma de diagrama de blocos, circuitos lógicos ou equações lógicas. A CONCESSIONÁRIA deverá anexar documento sobre a metodologia de elaboração de lógicas de comando, controle e supervisão.

2.6.1.9 Disponibilidade e MTTR do Sistema SCCS

A disponibilidade do sistema digital do SCCS é definida como o funcionamento normal de todos os dispositivos internos, de todas as funções operacionais dos programas instalados e da comunicação com os equipamentos de alta, média, baixa, tração e auxiliares, de forma que é admitida uma indisponibilidade máxima de 2 horas para cada 10.000 horas de operação normal do sistema, excluídos desse tempo os períodos de manutenção preventiva e as paradas programadas.

2.6.1.10 Painel de Comando, Controle e Proteção, nas Tensões: 88/138 kV; 34,5 kV, 1,25 / 6,6 / 13,2 / 13,8 kV e 3 kVcc

2.6.1.10.1 Filosofia de Proteção

A proteção do sistema elétrico, além de garantir perfeita segurança dos equipamentos, dos usuários e dos operadores, deverá assegurar perfeita seletividade em caso de defeito, restringindo o mesmo ao circuito, equipamentos ou barramento com defeito. Para isso, o sistema incluirá todo o sistema de proteção, os cálculos e estudos de coordenação, seletividade, escolha

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

dos relés e sua calibração. Esse estudo se estenderá desde os níveis mais baixos de tensão de tração (3.000 Vcc), de serviços auxiliares (220 Vca), dos serviços auxiliares de sinalização (6,6 / 13,2 / 13,8 kV) até o suprimento da subestação em 88/138 kV. Evidentemente, a seletividade das proteções deverá contemplar não somente a operação normal da rede, como também a sua operação em degradação.

Os Dispositivos Eletrônicos Inteligentes (IEDs) deverão ser dispositivos eletrônicos dedicados para cada elemento do sistema elétrico, e responsáveis pelas funções de comando, supervisão, proteção, intertravamentos, medição, sinalização e alarmes.

A escolha da calibração dos relés deverá ser efetuada pela CONCESSIONÁRIA e será de sua inteira responsabilidade o perfeito funcionamento do sistema com toda a segurança, confiabilidade, disponibilidade e seletividade.

2.6.1.10.2. Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas dos Painéis de Comando, Controle e Proteção e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.6.1.11 Painéis de Comando, Controle e Proteção - PCCP

De modo resumido, o sistema de proteção das subestações e cabines deverá estar de acordo com as premissas descritas a seguir:

2.6.1.11.1. Proteção da entrada e barramentos em 88/138 kV

A proteção da entrada e barramentos deverá ser constituída por relés multifunção com unidade de sobrecorrente de fase e neutro, temporizadas e instantâneas, sobretensão e subtensão constituindo a proteção principal e constituindo a proteção de retaguarda, unidades de proteção de fase e neutro instantâneas, temporizadas e também unidade de proteção contra falha do disjuntor ("breaker failure"). Os relés deverão ser ligados aos transformadores de corrente e potencial, quando aplicável, instalados na entrada de linha, e terão adequada seletividade com as demais proteções do sistema.

2.6.1.11.2. Proteção do transformador 88/138-34,5 kV

A proteção principal do transformador deverá ser constituída basicamente por relés multifunção com unidade de sobrecorrente de fase, neutro, temporizadas / instantânea, subtensão, sobretensão e diferencial.

O transformador também deverá possuir proteção diferencial, protegendo inclusive os

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

cabos que interligam o secundário do transformador até o cubículo de entrada de 36 kV.

A proteção de falta à terra, também considerada como proteção secundária, deverá ser constituída por relé multifunção com unidade de sobrecorrente de terra instantânea e temporizada, ligado ao transformador de corrente a ser instalado entre o neutro do transformador e o terra da Subestação, através de uma resistência de aterramento.

2.6.1.11.3. Proteção do transformador retificador 88/138 kV ou 34,5 kV-1.250 V

A proteção principal do transformador retificador deverá ser constituída por relés multifunção com unidade de sobrecorrente de fase e neutro, temporizadas e instantâneas, subtensão e sobretensão.

A proteção de falta à terra, também considerada como proteção secundária, deverá ser constituída por relé multifunção com unidade de sobrecorrente de terra instantânea e temporizada, ligado ao transformador de corrente a ser instalado entre a carcaça do transformador e o terra da Subestação e sistema de monitoramento.

Os relés deverão ser ligados aos transformadores de corrente e potencial, quando aplicável, instalados no primário do transformador retificador, e terão adequada seletividade com as demais proteções do sistema.

2.6.1.11.4. Proteção da entrada e barramentos em 34,5 kV

A proteção da entrada em 34,5 kVca deverá ser constituída por relés multifunção com unidade de sobrecorrente de fase e neutro, temporizadas e instantâneas, sobretensão e subtensão constituindo a proteção principal e também unidade de proteção contra falha do disjuntor ("breaker failure"), incluindo relé diferencial de barras, desequilíbrio/sequência de fases e arco elétrico. Os relés deverão ser ligados aos transformadores de corrente e potencial, quando aplicável, instalados na entrada de linha, e terão adequada seletividade com as demais proteções do sistema.

2.6.1.11.5. Proteções da Linha de Distribuição Aérea 34,5 kV

A proteção principal do transformador deverá ser constituída por relés multifunção com unidade de sobrecorrente de fase e neutro, temporizadas e instantâneas, subtensão e sobretensão.

Os relés deverão ser ligados aos transformadores de corrente e potencial, quando aplicável, instalados no primário do transformador retificador e terão adequada seletividade com as demais proteções do sistema.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.6.1.11.6. Proteção do transformador 34,5 V ou 1250 Vca - 6,6 / 13,2 / 13,8 kV

A proteção principal do transformador deverá ser constituída por relés multifunção com unidade de sobrecorrente de fase e neutro, temporizadas e instantâneas, subtensão e sobretensão.

Os relés deverão ser ligados aos transformadores de corrente e potencial, quando aplicável, instalados no primário do transformador retificador e terão adequada seletividade com as demais proteções do sistema.

2.6.1.11.7. Proteção do sistema 6,6 / 13,2 / 13,8 kV

A proteção dos circuitos de saída deverá ser constituída por relés multifunção com unidade de sobrecorrente de fase e neutro, temporizadas e instantâneas, subtensão e sobretensão, incluindo desequilíbrio/sequência de fases e arco elétrico.

Os relés deverão ser ligados aos transformadores de corrente e potencial, quando aplicável, instalados no primário do transformador retificador e terão adequada seletividade com as demais proteções do sistema.

2.6.1.11.8. Proteção do Sistema de Corrente Contínua 3 kVcc

Deverá ser implantado um painel onde deverão ser alocados os sistemas de comando, controle e proteção dos equipamentos da parte de 3 kVcc da subestação/cabine, excetuando-se os dos disjuntores extrarrápidos, que terão seus painéis integrados no próprio cubículo.

Este painel deverá centralizar as informações referentes aos retificadores e chaves de seccionamento dos barramentos de 3 kVcc e chaves seccionadoras de conexão com a via (rede aérea e negativo).

2.6.1.12 Características dos Equipamentos do Sistema de Proteção

2.6.1.12.1. Relés de Proteção

Os relés deverão atender aos requisitos prescritos nas normas ABNT NBR 12523, NBR IEC 60050-446, NBR 7098, NBR 7116, IEC 61131, IEC 60870, IEC 255-4/5/6, ANSI C 37.90, C37.90a, IEEE 273 e IEC 61850. Os relés devem ser do tipo numérico, montados nos próprios cubículos ou em racks e devem ser do tipo estático.

Os relés de proteção deverão ser do tipo IED (Dispositivo Eletrônico Inteligente) com comunicação redundante.

Os relés e os respectivos dispositivos e acessórios deverão suportar, sem danos, uma

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

sobrecarga permanente de 4 vezes a corrente nominal e operarão com até 150 Vcc. Os relés deverão funcionar corretamente e em todo o campo de alimentação prescrito. Os relés deverão ter contatos suficientes, independentes e livres de potencial, e adequados para executar as funções de desligamento e alarme.

Todos os disjuntores envolvidos na zona de atuação dos relés deverão receber ordem direta de desligamento, ou seja, os contatos de desligamento dos relés deverão atuar os circuitos de abertura dos respectivos disjuntores.

Todos os alarmes ou sinalizações deverão estar disponíveis, através de interfaces ópticas, na subestação/cabine e nos centros remotos (futuro) de supervisão. As unidades de proteção devem ser independentes.

Os relés de proteção devem ser dotados de memória para armazenamento de dados destinados à análise de faltas bem como de interface apropriada para transmissão destes dados por meio de fibra ótica.

O instante de referência para gravação dos dados deverá ser definido tanto por detecção de falta pelo próprio relé quanto por comando remoto ou local.

Devem ser armazenados, com resolução mínima de 2 ms, os valores instantâneos de todas as grandezas de operação (tensões, correntes etc.) durante um período ajustável de até 0,5 segundos antes do instante de referência e até 0,5 segundos após o comando de desligamento. A memória dos relés é suficiente para armazenamento dos dados referentes a até 8 faltas com um tempo máximo de 5 s.

Os relés deverão possuir as seguintes características:

2.6.1.12.2. Relés de Sobrecorrente

Deverão ter possibilidade para ajuste de curvas em tempo definido ou inverso e deverão permitir o ajuste separado, tanto do tempo como da corrente de Intervenção. Deverão possuir uma unidade de ajuste dos níveis das curvas de tempo, com possibilidade de ajuste das diversas curvas tempo.

Tanto o elemento instantâneo como o temporizado deverão ser passíveis de exclusão e cada elemento deverá possuir, no mínimo, 2 contatos de saída independentes.

2.6.1.13 Dispositivos Auxiliares para Proteção e Intertravamento

2.6.1.13.1. Transformadores Auxiliares e Adaptadores

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Os transformadores de potencial e de corrente deverão ter as relações de transformação definidas pelas necessidades do sistema. Deverão ser implantados, quando necessário, transformadores adaptadores para ajustar em valor e fase as correntes e tensões secundárias, de modo a manter o relé no campo de operação adequado.

2.6.1.13.2. Relés Auxiliares para Proteção

Quando for necessário utilizar relés auxiliares nos circuitos de proteção, devem ser utilizados relés auxiliares de alta velocidade (<5 ms), de elevada confiabilidade, de reconhecido desempenho, com isolamento elétrico e capacidade de sobrecarga térmica não inferiores às dos outros relés que fazem parte do circuito.

2.6.1.13.3. Relés de Bloqueio

Os relés de bloqueio deverão ser do tipo biestável, com rearme elétrico, e terá contatos com capacidade e em quantidade suficiente para executar desligamentos de disjuntores e acionar o sistema de alarme.

A atuação desses relés comandará a abertura dos disjuntores a eles associados.

2.6.1.13.4. Temporizadores

Deverão ter tempos ajustáveis, segundo os valores desejados, com suficiente precisão. O valor ajustado deverá permanecer constante com o decorrer do tempo.

2.6.1.13.5. Resistores de Estabilização

Deverão ser implantados, se necessários for resistores convenientemente calibrados para evitar a intervenção dos relés diferenciais em caso de defeito externo à zona protegida.

2.6.1.13.6. Resistores Limitadores

Os relés, que em condições normais de operação deverão permanecer excitados, deverão ser providos de resistor limitador apropriado, se necessário.

2.6.1.13.7. Dispositivos para Testes

O circuito de cada relé de proteção deverá ser provido de um dispositivo para efetuar o teste conforme o método de injeção secundária.

O tipo do plug do equipamento para teste, que deverá ser implantado, deverá permitir inseri-lo automaticamente nos circuitos com abertura simultânea das chegadas dos transformadores de potencial e o curto-circuito dos transformadores de corrente.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.6.1.14 Medições

As medições deverão obedecer às prescrições da Norma ABNT NBR 5180 e às características aqui especificadas.

As medições deverão ser provenientes dos secundários dos transformadores de potencial na tensão nominal de $115/\sqrt{3}$ V e dos secundários dos transformadores de corrente, na corrente nominal de 5 A.

As medições deverão estar acopladas aos relés de proteção numéricos multifunção.

As escalas devem ser referidas às grandezas primárias medidas.

Incluem as medições de temperaturas do óleo e enrolamento de transformadores de potência.

As grandezas analógicas deverão ser alimentadas diretamente dos relés de proteção de cada bay, para disponibilizar as indicações de corrente, tensão, potência e fator de potência.

Devem ser medidas as tensões entre fases nos seguintes pontos dos circuitos:

- (i) entrada de linha 1;
- (ii) entrada de linha 2;
- (iii) primário do Transformador Abaixador 88/138-34,5 kV no. 1;
- (iv) primário do Transformador Abaixador 88/138-34,5 kV no. 2;
- (v) primário do Transformador Sinalização no. 1;
- (vi) primário do Transformador Sinalização no. 2;
- (vii) primário do Transformador Retificador no. 1; e
- (viii) primário do Transformador Retificador no. 2.

Da mesma forma, deverá também ser prevista a medição de grandezas (tensão, corrente e potência) no lado de corrente contínua 3 kVcc.

2.6.1.14.1. Blocos de Testes

O bloco de teste deverá permitir a execução de medições ou calibrações, em circuitos dos transformadores de potencial e de corrente, através da ligação de qualquer sistema convencional de teste.

2.6.1.15 Sinalizações

Os alarmes e sinalizações de ocorrências e estados operacionais dos equipamentos devem ser indicados na parte frontal dos cubículos e painéis e disponibilizados através de

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

interfaces Digital-Analógico Analógico - Digital.

2.6.1.16 Comandos

Os Comandos devem ser realizados prioritariamente, quando em modo de controle local, nos equipamentos de controle associados a cada bay ou equipamento, seguindo uma hierarquia até o CCO.

Todas as saídas de comando deverão ser constituídas de contatos independentes e livres de potencial. Todavia, estas saídas terão capacidade adequada para executar o comando dos vários equipamentos da subestação, que devem ser em 125 Vcc (+8 % a -15 %), e terão uma capacidade de interrupção de 0,2 A em circuito indutivo de 125 Vcc, com $L/R = 40$ ms;

Todas as saídas de comando de fechamento de disjuntor devem ser intertravadas, externamente, com os respectivos relés de bloqueios;

Todas as saídas destinadas aos alarmes e sinalizações nos painéis de comando, controle e proteção deverão estar disponíveis por meio de portas seriais para tele transmissão, sendo levadas a réguas de bornes terminais (interfaces) localizadas dentro dos referidos painéis.

2.6.1.17 Comutação de Fontes Auxiliares

Deverá ser prevista uma lógica de transferência para os circuitos alimentadores auxiliares com origem nos transformadores de potencial de entrada de linha, para referência de tensão nos relés/medidores que supervisionam os transformadores de potência.

2.6.1.18 Medidor Eletrônico de Energia

2.6.1.18.1. Equipamentos de Medição

Os medidores deverão ser instalados no painel de controle e proteção de entrada de linha com as seguintes características:

- (i) deverão ser compatíveis com a legislação atual do setor elétrico, notadamente com a categoria de “consumidor livre”;
- (ii) porta de comunicação serial para conexão simultânea a medidores de concessionária de energia elétrica com saída serial no padrão ABNT- CODI;
- (iii) entradas de pulsos que podem ser utilizadas para receber pulsos proporcionais ao consumo de energia elétrica;
- (iv) 32 campos de memória de massa;
- (v) 1 (uma) saída serial RS 485 para comunicação com instrumentos de medição

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- MODBUS RTU (PORTA DE MEDIÇÃO); e
- (vi) alimentação em tensão de 125 Vcc.

Deverá ser prevista uma fonte de alimentação trifásica com 04 (quatro) fios, estrela-aterrada de 127/220 V, no interior do Cubículo. **Nota:** além da Concessionária, deverão ser previstos também esses medidores nas entradas de 34,5 kVca.

2.6.1.19 Cubículo de Medição da Concessionária de energia

O Cubículo de Medição deverá atender aos requisitos estabelecidos pela Concessionária de energia local:

- (i) o Cubículo deverá ser instalado em recinto fechado, de maneira que os cabos de controle dos secundários dos TPs e TCs tenham no máximo 60 (sessenta) metros. As Canaletas ou os dutos deverão terminar logo abaixo do Cubículo;
- (ii) deverá haver acesso de no mínimo de 01 (um) metro, tanto na parte da frente como na parte de trás do Cubículo;
- (iii) o Cubículo de medição deverá ser empregado para abrigar exclusivamente equipamentos da Concessionária de Energia;
- (iv) deverá ser prevista uma fonte de alimentação trifásica com 04 (quatro) fios, estrela-aterrada de 127/220 V, no interior do Cubículo, incluindo ponto de telefonia externa;
- (v) todos os equipamentos (incluindo materiais e acessórios) a serem instalados neste cubículo deverão ser fornecidos conforme padrão da Concessionária de energia local e legislação pertinente, vigente à época da energização desta Subestação, sua instalação e seus custos decorrentes serão de inteira responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

2.7 Equipamentos do Sistema Auxiliar, Materiais e Serviços

2.7.1 Painel de Distribuição de Corrente Alternada – PDCA – 220/127 Vca

Os painéis distribuidores de corrente alternada se destinam à alimentação dos serviços auxiliares, em corrente alternada.

2.7.1.1 Características Técnicas

Tabela 43

Tensão nominal	220/127 V
Frequência nominal:	60Hz
Corrente nominal do barramento:	300A

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Nível de isolamento nominal	
Tensão suportável a 60 Hz, 1 minuto	2500V
Corrente de curto-circuito simétrica (eficaz) mínima	10KA

2.7.1.2 Normas Técnicas e Ensaios

O Painel de Distribuição de Corrente Alternada (PDCA) de 220/127 Vca deverá ter projeto, características técnicas e ensaios de acordo com a Norma NBR IEC 60439-1 da ABNT, exceto quando aqui especificado de outra forma, prevalecendo sempre os termos deste documento.

Deverão ser realizados todos os ensaios de rotina segundo as normas ABNT.

2.7.1.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.7.2 Painel de Distribuição de Corrente Contínua – PDCC – 125 Vcc

O Painel de Distribuição de Corrente Contínua 125 Vcc (PDCC) deverá fornecer energia auxiliar destinada à alimentação dos circuitos de controle, proteção, sinalização, alarmes e iluminação de emergência da subestação ou cabine, além de suprir energia aos mecanismos de acionamento de chaves seccionadoras e disjuntores.

2.7.2.1 Características Técnicas

Tensão nominal	125 V
Classe de isolamento	600V
Corrente nominal do barramento:	300A
Corrente de curto-circuito	10KA

2.7.2.2 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.8 Sistema de 125 Vcc – Carregador de Baterias

A presente descrição tem por objetivo fixar os requisitos para o sistema de 125 Vcc. Fazem parte do sistema os seguintes equipamentos:

- (i) dois carregadores de baterias, constituídos cada um por um retificador, uma unidade de supervisão USCC contendo, também, a unidade diodos de queda UDQ, diodos de bloqueio e as saídas para as baterias e consumidor;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (ii) Duas caixas porta-fusíveis (uma para cada carregador).

O carregador de baterias deverá dispor dos seus principais alarmes e estados levados a bornes, em contatos secos e livres de tensões, e permitir também a aquisição e comunicação com equipamentos integrantes do sistema de alimentação elétrica da Subestação ou Cabine com características digitalizadas de dados, via rede IEC 61850 (saídas de comunicação redundantes) da Subestação ou Cabine para possibilitar a supervisão remota.

2.8.1 Características Técnicas

2.8.2 Retificadores

Cada retificador deverá ser projetado, construído e ensaiado de acordo com as prescrições das normas NBR 11468, IEC 60146 e IEC 60478 "Stabilized Power Supplies, DC Output" e com base nas características abaixo:

Tabela 45

Tensão de alimentação trifásica	220 V ± 10 %;
Frequência de alimentação:	60 Hz ± 5 %;
Distorção harmônica total tolerada:	20 %;
Fator de potência mínimo	0,92 indutivo;
Faixa de tensões permissíveis na saída para o consumidor	125 Vcc +8 % a -15 %;
Rendimento comprovado	maior que 90 %
MTBF	maior que 50.000 horas

Cada retificador deverá ter pelo menos a capacidade de suprir simultaneamente as correntes de recarga das baterias e as correntes de regime de 40 A para a subestação ou cabine.

Nas condições normais, um retificador sustentará o sistema e o outro ficará em espera (com possibilidade de funcionamento em paralelo), para garantir a segurança do sistema em caso de falha.

Deverá ser previsto transformador de potência isolador, com dois enrolamentos secundários próprios para retificadores de 12 pulsos, antes das colunas retificadoras.

Cada retificador permitirá os três regimes operacionais de flutuação, equalização e carga profunda, todos com possibilidade de ajustes para trabalhar tanto com baterias alcalinas como chumbo-ácidas.

Ripple máximo de tensão de saída para o consumidor, com uma bancada de bateria correspondente conectada (valor pico a pico) – 1 V.

O funcionamento e regulação em cada um dos possíveis regimes de operação deverão

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

ser completamente automáticos.

A transferência do regime de flutuação para carga de equalização deverá ser automática, exceto para aplicação de carga profunda, que deverá ser efetuada manualmente através da chave de seleção correspondente.

O circuito retificador, configuração de doze pulsos, deverá ser do tipo ponte de onda completa e sistema de regulação com retificadores controlados de silício (tiristores) protegidos por fusíveis limitadores de corrente em cada fase com atuações supervisionadas. O sistema deverá possuir sensores para monitorar a temperatura nas colunas retificadoras.

Cada retificador deverá ser provido de circuito limitador de corrente de saída com ajuste desde 10 % até 110 % de sua corrente nominal.

Além do circuito de limitação de corrente acima, cada retificador deverá também ser previsto com limitador de corrente para a bateria, com ajuste desde 10 % até 50 % da somatória das capacidades nominais das baterias correspondentes expressas em Ampères, respeitando a vida útil da bateria.

Na saída de cada retificador deverá ser previsto um diodo de bloqueio para proteção contra curtos-circuitos internos e um dispositivo sensor de tensão que coloque o mesmo automaticamente fora de serviço, interferindo no disparo dos tiristores quando a sua tensão na saída atingir valores fora da faixa previamente fixada.

Na entrada de cada retificador deverá ser previsto um disjuntor em caixa moldada, com supervisão de estado e proteção, para permitir a sua isolação elétrica nos casos de defeito e reparos em manutenção.

Os retificadores deverão ser dimensionados para atender às prescrições da norma IEC 1.000-4-3, no que diz respeito às interferências das ondas de rádio.

Os valores de harmônicas de tensão e corrente gerados pelos retificadores não deverão ultrapassar os valores admissíveis estabelecidos na norma IEEE-519/92.

Os cartões de circuito impresso deverão conter serigrafia dos componentes e receber tratamento de tropicalização e ensaios de "*burn-in*" comprovados.

A CONCESSIONÁRIA deve dimensionar e instalar um banco de capacitores para atender ao fator de potência de 0,92 e com a introdução deste componente não deve interferir na estabilidade do Sistema Elétrico, inclusive no caso de baixo consumo. Os capacitores devem ser acondicionados em involucro de alumínio, para proteção contra sobrepressão e módulo de descarga. A proteção contra curto-circuito e sobretensões devem ser através de fusíveis ou disjuntores e a sua conexão será na entrada do carregador.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.8.2.1 USCC + UDQ - Unidade de Supervisão de Corrente Contínua e Unidade de Diodos de Queda

A unidade de supervisão deverá supervisionar simultaneamente as tensões de saída para a bateria e consumidor, em todos os regimes operacionais, a saber:

- (i) Flutuação:
 - a. 2,2 V/ elemento para baterias chumbo-ácidas;
 - b. $1,4 \pm 0,02$ V/elemento para baterias alcalinas.
- (ii) Equalização:
 - a. 2,4 V/elemento para baterias chumbo-ácidas;
 - b. 1,55 V/elemento para baterias alcalinas.
- (iii) Carga Profunda:
 - a. 2,7 V/elemento para baterias chumbo-ácidas;
 - b. 1,7 V/elemento para baterias alcalinas.

A unidade de supervisão deverá ser provida de um circuito para a recarga automática das baterias, passando simultaneamente o retificador do regime de flutuação para equalização e retornando para flutuação, depois de completada a carga.

Somente a carga profunda deverá ser introduzida manualmente, através de uma chave de seleção instalada no armário do retificador. Nessa condição, a carga do consumidor não deverá ser alimentada pelo retificador correspondente.

Deverão fazer parte da USCC os sensores que emitirão sinalizações luminosas, sonoras e remotas através de relés para os seguintes eventos:

- (i) flutuação Baixa: que deverá atuar quando a tensão no barramento de bateria estiver abaixo da especificada, comprometendo o seu estado de carga;
- (ii) flutuação Alta: que deverá atuar quando a tensão no barramento de bateria atingir níveis de tensão que irão prejudicar a mesma;
- (iii) consumidor Baixo: que deverá atuar quando a tensão nos bornes de saída para o consumidor for inferior a $125 V_{cc} - 15\%$;
- (iv) consumidor Alto: que deverá atuar quando a tensão nos bornes de saída para o consumidor for superior a $125 V_{cc} + 8\%$. Neste caso, a USCC deverá também emitir um comando de desligamento para o retificador.

A unidade diodo de queda "UDQ" deverá monitorar a tensão de saída do consumidor em todos os regimes operacionais previstos, inclusive quando retificador estiver fora de operação e

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

o sistema estiver alimentado somente pelas baterias. Para controlar a tensão no consumidor dentro do limite de 125 Vcc +8 % a -15 % deverão ser previstas, no máximo, três etapas de diodos de queda controladas através de sensores de alta sensibilidade e confiabilidade e contadores elétricos.

A UDQ deverá ser projetada de tal maneira que, com o sistema em flutuação, preferencialmente, nenhuma etapa de diodos de queda esteja inserida.

A UDQ deverá permitir ajustes das tensões de entrada e saída das etapas de diodos de queda.

As etapas de diodos de queda deverão ser dimensionadas para permitir a aplicação de carga de equalização de 1,55 V por elemento, para baterias alcalinas, ou 2,4 V por elemento, para baterias chumbo-ácidas, mantendo a tensão dos consumidores dentro da faixa admissível.

A UDQ deverá ter uma disposição física, que permita efetuar reparos de maneira segura, tanto nos diodos como nos contadores, com o sistema em operação, através de dispositivos adequados de interligação (jumpers) e isolamento.

- (i) MTBF da USCC - 100.000 horas
- (ii) MTBF da UDQ - 100.000 horas

A USCC, a UDQ, o circuito de carga automática e as saídas deverão ser acomodados convenientemente, preferencialmente junto com o armário do retificador, obedecendo todos os critérios de segurança e confiabilidade na execução do projeto.

Na saída da USCC/UDQ para o consumidor, deverão ser previstos disjuntores de caixa moldada de proteção seletivos e compatíveis com a montante das respectivas cargas, de atuação supervisionada.

Para maior eficiência da proteção, também deverão ser previstos supressores de transientes (surto de tensão) nas saídas de energia para o consumidor.

Para efeito de monitoração local, prever módulo e indicação para controle de número de recargas automáticas de baterias.

2.8.2.2 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apêndice 7 deste ANEXO.

2.8.3 Banco de Baterias -125 Vcc

As baterias deverão ser ventiladas do tipo alcalinas ou chumbo-ácidas, para instalação estacionária no interior de salas técnicas apropriadas

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

O número de elementos deverá ser compatível com a filosofia operacional do sistema, de modo a se obter no consumidor a faixa de tensão admissível de 125 Vcc +8 % a -15 %.

2.8.3.1 Dados Elétricos

O dimensionamento das baterias deverá ser efetuado com base nas seguintes características e de acordo com as prescrições das Normas ABNT:

Tabela 46

Tensão Nominal:	125 V;
Tensão de flutuação:	132 V
Capacidade, referida a descarga em 10 horas:	Não inferior a 200 Ah
Flutuação	2,2 V por elemento para baterias chumbo-ácidas; 1,4 V $\pm$ 0,2 V por elemento para baterias alcalinas
Equalização:	2,4 V por elemento para baterias chumbo-ácidas; 1,55 V por elemento para baterias alcalinas
Carga Profunda:	2,7 V por elemento para baterias chumbo-ácidas; 1,7 V por elemento para baterias alcalinas

2.8.3.2 Normas Técnicas e Ensaio

Dependendo do tipo proposto, as baterias deverão ser fabricadas e testadas de acordo com as prescrições das seguintes Normas:

- (i) NBR 14197 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado - Especificação;
- (ii) NBR 14198 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado - Terminologia;
- (iii) NBR 14199 - Acumulador Chumbo - Ácido - Estacionário Ventilado - Ensaio
- (iv) NBR 14201 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário - Especificação;
- (v) NBR 14202 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário - Ensaio
- (vi) NBR 14203 - Acumulador Alcalino de Níquel - Cádmio Estacionário - Terminologia.

2.8.3.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências se encontram no Apêndice 7 deste ANEXO.

2.8.4 Critérios Operacionais do Sistema

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.8.4.1.1. Condições Normais de Operação

Nas condições normais de operação, como opção operacional, os dois retificadores trabalham em paralelo com desequilíbrio de corrente, mantendo as respectivas baterias em flutuação e alimentando as cargas do PDCC conectadas ao barramento (+) e (-) através do diodo de bloqueio e sob supervisão da USCC.

2.8.4.1.2. Condições Degradadas

Com a falta de alimentação CA no retificador que estiver em funcionamento, o outro retificador irá assumir as cargas do consumidor e, na falta deste último, as baterias deverão continuar alimentando os consumidores conectados ao PDCC, ainda com a supervisão da USCC.

Na situação de um carregador danificado, a transferência para o outro carregador normal poderá ser possível também no modo manual ou automático através do disjuntor instalado no PDCC.

2.8.4.2 Critérios Operacionais

2.8.4.2.1. Regime de Flutuação

Este deverá ser o regime normal de operação, isto é, o retificador deverá manter sob controle automático a tensão de flutuação nas baterias suprindo, simultaneamente, o consumo das cargas conectadas ao barramento, através da USCC.

2.8.4.2.2. Regime de Carga Automática de Equalização

Sempre que ocorrer a falta da rede, a bateria deverá passar a fornecer corrente ao consumidor. Quando a rede normalizar, o retificador deverá tender a imprimir uma corrente elevada às baterias a fim de recompor o seu nível de tensão.

2.8.4.2.3. Regime de Carga Profunda

Devido este ser usado somente na manutenção das baterias, este regime só deverá ser comandado manualmente através de chave de seleção localizada na USCC ou de preferência no retificador.

2.9 Cabos de Energia de Média, Baixa Tensão e Tração

Os cabos de alimentação deverão ser constituídos de condutores de cobre de classe de temperatura (mínima) 90°C, com isolamento sólida extrudada de etileno-propileno (EPR) e com

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

cobertura à base de PVC e borracha sintética, isenta de halogênios.

Deverão ser instalados todos os cabos de alimentação necessários ao pleno funcionamento da Subestação ou Cabine, tais como:

- (i) Cabos de Alimentação média tensão, tração e baixa tensão;
- (ii) Cabos do circuito de retorno da energia de tração (polaridade negativa) interligando a subestação/cabine aos trilhos;
- (iii) Cabos para alimentadores de polaridade positiva da subestação/cabine até as chaves seccionadoras externas (chifres) e destas à rede aérea, com isolamento e tensão nominais compatíveis como a máxima tensão de operação dos circuitos.

2.9.1 Dados do Projeto

Os cabos deverão ser instalados ao ar livre, ou abrigados em canaletas, em eletrodutos, em dutos subterrâneos, e em berços metálicos, conforme o caminhamento a ser definido pela Concessionaria no projeto executivo.

A temperatura ambiente a ser considerada, quando da instalação ao ar livre, em canaletas ou em eletrodutos deverá ser de 40 °C.

A temperatura ambiente a ser considerada, quando da instalação em dutos subterrâneos, deverá ser de 25 °C.

Os cabos deverão ser do tipo singelo, com condutor de cobre, de baixa toxidade, utilizando isolamento de borracha etileno-propileno e com capa externa de proteção à base de borracha sintética de baixa emissão de fumaça e isenta de halogênios.

2.9.2 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências para cabos se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.10 Cabos de Energia de Alta Tensão - 145 Kv

Estes cabos e seus acessórios serão aplicados na interligação de barras de subestação.

2.10.1 Dados do Projeto

Os cabos deverão ser para instalação em galeria subterrânea em lance único, para subestação de área urbana, previstos para ambiente úmido contínuo.

Os cabos deverão ser dimensionados e confirmados no projeto executivo em função da

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

tensão, capacidade do circuito, temperatura, modo de instalação e carga, conforme memorial de cálculo. Como valor preliminar a ser adotado, a seção mínima do cabo deverá ser de 400 mm² (corrente nominal de 615 A).

A temperatura ambiente a ser considerada, quando da instalação em galeria subterrânea, deverá ser de 25 °C.

2.10.2 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências para cabos alta tensão se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.11 Cabos de Controle e Fibra Óptica

2.11.1 Cabos de controle blindado

2.11.1.1 Normas Aplicáveis

O projeto, a fabricação e os ensaios dos cabos constantes deste documento deverão obedecer às Normas NBR 7290, NBR 5368, NBR NM IEC 60332-3-10, NBR NM IEC 60332-3-21, NBR NM IEC 60332-3-22, NBR NM IEC 60332-3-23, NBR NM IEC 60332-3-24, NBR NM IEC 60332-3-25, e a cobertura dos cabos à Norma NES (Naval Engineering Standard).

2.11.1.2 Dados do Projeto

Os cabos serão utilizados nos seguintes sistemas:

- (i) Corrente Alternada:
 - a. tensão de Operação (fase-neutro): 127 V +/-10 %
 - b. frequência: 60 Hz
- (ii) Corrente Contínua
 - a. tensão de operação: 125 V (+8 % a -15 %)
 - b. classe de Isolamento
 - c. os cabos deverão ser previstos com classe de isolamento para tensão de serviço entre condutores de 1.000 V.
- (iii) Temperatura de Operação:
 - a. os cabos deverão operar com temperatura máxima de 90 °C no condutor, em regime permanente.

2.11.1.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências para cabos de controle se

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.11.2 Fibra Óptica

2.11.2.1 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências para fibra se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.12 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA

Deverão ser priorizadas na fase inicial da obra, instalando proteções contra descargas atmosféricas constituídas de cabos guarda e hastes para-raios nas estruturas do “outdoor”, e interligados à malha de terra da subestação por meio de cabos de descida.

Os cabos guarda e de descida, constituídos de cabos de aço, bem como as hastes e todas as ferragens de fixação, deverão ser zincados por imersão a quente e próprios para uso ao tempo.

O sistema deverá ser abrangente a todo o pátio externo, edificações e inclusive os pórticos de saída de ca e cc.

Este sistema deverá ser implantado desde o início da obra, para proteção de equipamentos e pessoas, por exemplo quando da implantação de qualquer ponto elevado como estrutura de subestação, deve-se estar com o cabo de descida instalado e aterrado.

O projeto, a instalação e os materiais deverão atender plenamente às normas aplicáveis em suas versões atualizadas e vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT: quando estas normas forem omissas, poderão ser utilizadas normas internacionais, de reconhecida competência.

Além destas normas técnicas, deverão ser respeitadas obrigatoriamente as normas e legislações oficiais referentes à segurança e prevenção de acidentes de trabalho vigentes no Brasil, em especial a Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (NRs).

Onde pertinentes, também deverão ser atendidas as Instruções Técnicas vigentes determinadas pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de São Paulo e Orientações Gerais para Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão de Subtransmissão 88/138 kV da Concessionária de energia local.

2.12.1 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências para o sistema SPDA se

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.13 Projeto, Documentação e Manuais para o Sistema de Energia

São descritos neste item, o conteúdo mínimo de informações da documentação técnica, que a CONCESSIONÁRIA deverá produzir ou receber de terceiros. Estas informações podem fazer parte de um ou mais documentos ou agrupados em documentos específicos.

Outros documentos que podem ser necessários são repertoriados no Apenso 7 deste ANEXO.

2.13.1 Documentação de Projeto do Sistema Elétrico de Potência

O projeto deve ser desenvolvido, obedecendo as recomendações das Normas técnicas relacionadas neste documento, com o objetivo de assegurar: qualidade, segurança e propiciar facilidades na implantação, operação e manutenção. Para atender os objetivos esperados deverão ser elaborados, basicamente, os projetos abaixo relacionados:

- (i) índice de Documentos;
- (ii) diagrama unifilar;
- (iii) diagrama trifilar;
- (iv) projeto civil;
- (v) projeto de fabricação;
- (vi) diagrama funcional;
- (vii) projeto do software;
- (viii) diagrama de blocos operacionais, lógicos e telecontrole;
- (ix) diagrama dos esforços nos pórticos e estruturas;
- (x) estudo de curto-circuito e coordenação e seletividade e bem como a sua calibração do sistema em instalação e a integração com o existente;
- (xi) plano de lançamento (procedimento) e diagramas de interligação de cabos de força controle (de / para);
- (xii) planta de locação;
- (xiii) projeto montagem e instalação de equipamentos;
- (xiv) planta/cortes de disposição de equipamentos na sala de controle e pátio (lay-out), (o arranjo dos equipamentos deverá possibilitar a retirada/instalação dos equipamentos montados);
- (xv) planta/cortes/detalhes de distribuição de canaletas e eletrodutos;
- (xvi) planta/cortes/detalhes de distribuição de força, controle, iluminação e tomadas;
- (xvii) planta/detalhes do sistema de aterramento;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (xviii) descritivos operacional/funcional e manuais;
- (xix) memoriais de cálculo e estudos técnicos;
- (xx) lista de materiais, equipamentos, outros necessários para operação e manutenção;
- (xxi) manual de Programa de Qualidade;
- (xxii) procedimento de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho;
- (xxiii) procedimento de Movimentação e Armazenagem de Carga e Conservação;
- (xxiv) relatórios dos testes e ensaios de fábrica e campo;
- (xxv) lista de sinais de comunicação remotos;
- (xxvi) relação de sobressalentes;
- (xxvii) relação de equipamentos e ferramentas de manutenção;
- (xxviii) planos e procedimentos de testes e ensaios (fábrica e campo);
- (xxix) programas e Documentos de treinamento.

Descrição Funcional

Descreve detalhadamente o funcionamento do sistema, as funções desempenhadas em cada parte funcional, as suas entradas/saídas, utilizando-se de diagramas de blocos.

Desenho da Configuração

Representação das configurações possíveis dos equipamentos/sistema, detalhando a localização e identificação, como também a configuração utilizada.

Diagrama de Interligação

Representação detalhada das interligações externas dos equipamentos, com identificações de sinais, pontos de ligação, cabos condutores, borneiras, terminais e conexões de pontos de aterramento, inclusive entre equipamentos ou sistema de fornecimentos distintos.

Esquema Unifilar

Representação das partes essenciais do sistema ou elementos do circuito, apresentando os diversos condutores de cada circuito, que desempenham a mesma função, como se fosse um único.

Esquema Elétrico

Representação das partes componentes e as ligações dos elementos do circuito, contendo:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (i) interligação de todos os componentes;
- (ii) identificação, tipos e valores dos componentes;
- (iii) indicação da versão (revisão) do circuito; e
- (iv) valores de tensão dos principais pontos de testes.

Memorial de Cálculo

Registro dos critérios, cálculos, esboços, etc. que conduzem ao dimensionamento do objeto (exemplo: seletividade, confiabilidade, simulação, etc.).

Sempre que necessário, em situações de conflitos de interpretações sobre características de equipamentos e/ou necessidade de se garantir sua adequada aplicabilidade dentro do sistema onde ele vai ser inserido, a CONCESSIONÁRIA, às suas expensas, deverá providenciar estudos, memoriais de cálculo e equivalentes elaborados por entidades independentes e de respeitada credibilidade no mercado.

Memorial Descritivo e Justificativo

Documento que contém as premissas, bases técnicas e justificativas das soluções adotadas.

Diagrama de Aterramento

Define os requisitos e detalhes de ligação do aterramento ao sistema de terra, de forma a garantir o seu perfeito funcionamento.

Especificação Técnica de Equipamento

Documento que apresenta a concepção do equipamento, com descrição das funções, características técnicas, requisitos operacionais e de manutenção, condições de trabalho, desempenho esperado, confiabilidade, etc.

Desenhos Dimensionais

Representação dimensional do equipamento e componentes com identificações, detalhes de montagem/instalação, fixação, indicações de torque e peso (onde aplicável), cotas, tolerâncias, tipos de materiais, tratamentos superficiais e pontos de aterramento.

Lista de Material

Relação detalhada de todos os materiais que são utilizados nos equipamentos/instalações, especificando o tipo, características, quantidade, código, nome do

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

fabricante e equivalência.

Placa de Identificação e Características

Representação detalhada das dimensões, tipo de material das placas, formatos das letras (quando aplicável), modo de fixação, cores utilizadas, conteúdo informativo das placas e locais de instalação.

Outros documentos necessários à complementação e entendimento das especificações técnicas.

2.13.2 Documentação de Projeto de Montagem e Instalação

Desenho de Caminhamento e Instalação de Cabos

Representação detalhada do caminhamento dos cabos em eletrodutos, bandejas, canaletas, etc. Detalha a distribuição, o agrupamento e a formação dos cabos. Identifica os cabos e condutores ao longo do caminhamento. Apresenta a localização e identificação de emendas e detalhes dos pontos de aterramento.

Desenho de Montagem e Instalação de Equipamentos

Contém as cotas, os detalhes referentes a montagem e posicionamento do equipamento no local de instalação e detalhamento de fundações (onde aplicável).

Lista de Material

Relação detalhada de todos os materiais que são utilizados nos equipamentos / instalações, especificando o tipo, características, quantidade, código, nome do fabricante e equivalência.

2.13.3 Documentação de Projeto de Obras Civas

A documentação relativa ao projeto Executivo das Obras Civas da subestação/cabine deverá contemplar a arquitetura e construção civil e compreender, entre outros documentos, a apresentação de:

- (i) plano de sondagem;
- (ii) projeto de terraplenagem;
- (iii) projeto do sistema de drenagem;
- (iv) plantas de locação das bases para equipamentos, canaletas, estruturas, caixas de passagem, dutos, base / bacias / caixa separadora de água + óleo dos

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

transformadores, trilhos de rolamento, arruamento e edificação da subestação/cabine;

- (v) projeto das bases e fundações para os equipamentos do “outdoor” da subestação;
- (vi) projeto das bases e fundações para as estruturas do “outdoor” e seccionamentos da subestação, incluindo para rede aérea (da subestação/cabine até a via);
- (vii) projeto de forma e armação das canaletas, caixas de passagem, base / bacia coletora / caixa separadora de água + óleo dos transformadores, apoio dos trilhos de rolamento / morto e paredes corta-fogo / Edificações;
- (viii) projeto arquitetônico;
- (ix) projeto estrutural das Edificações;
- (x) projeto das instalações hidráulicas e sanitárias;
- (xi) projeto de arruamento, muros, grades e portões;
- (xii) sistema de iluminação, tomadas e telefonia - indoor e outdoor;
- (xiii) malha de terra;
- (xiv) projeto do sistema de detecção, alarme e combate a incêndio;
- (xv) projeto completo de Sistema de Proteção de Descarga Atmosféricas - SPDA (Sala de equipamentos e outdoor);
- (xvi) memórias de cálculo relativas ao dimensionamento dos projetos supracitados.

2.13.4 Documentação de Software

Descrição do Sistema

Descreve a arquitetura (hardware e software), as funções do sistema e dos módulos de software, utilizando-se de diagrama de fluxo de dados (DFD) e diagramas de blocos. Inclui as inter-relações, tempos de respostas e capacidade de expansão do sistema.

Descrição do Software de Comunicação

Descreve o funcionamento dos protocolos, a estrutura (formatação das mensagens), sincronismo, cartas de tempo, método de acesso, limitações, codificação de dados, detecção / correção de erros, diagnósticos, gerenciamento e segurança.

Descrição do Projeto de Software

Descreve as características envolvidas no desenvolvimento do software, tais como: modelamento matemático, estudo de caso, princípios lógicos e matemáticos dos algoritmos,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

estruturação, codificação, vínculos temporais, etc.

Dicionário de Variáveis

Documento que detalha as tabelas, listas, estrutura, tipo de cada variável, vetores, constantes etc., e indica as rotinas que inicializam, leem e alteram tais elementos.

Dicionário da Geração do Sistema

Descreve de forma sequencial a geração do software, orientando na edição, teste e funções, configuração, compilação, ligação, depuração, alteração e criação do código executável.

Descrição de cada Rotina

Descreve detalhadamente as rotinas do software executável, apresentando o encadeamento (quem a ativa, quando, rotinas chamadas e retorno, nível de prioridade, tempo de execução e tamanho em bytes) das rotinas residentes em disco ou memória, etc.

Descreve, também, as variáveis internas e externas manuseadas pela rotina em questão. As rotinas devem ser acompanhadas de fluxogramas e Modelo-Entidade-Relacionamento (MER).

Descrição dos Testes em Nível de Módulo e Rotinas

Descreve passo a passo os testes efetuados nos módulos/rotinas, a fim de verificar o seu perfeito funcionamento, incluindo, também, os recursos necessários para sua execução (hardware, software, recursos humanos, etc.).

Listagens das Rotinas

Documento que contém: objetivo, introdução, índice com paginação de todos os itens, linguagem, documento de referência, páginas no início do documento, registrando a revisão de cada rotina, e programa fonte comentado a cada operação envolvida. As listagens das rotinas devem, também, estar disponíveis em mídia magnética.

Mapa de Memória

Documento que apresenta as áreas e os endereços de todas as variáveis, rotinas de E/S, vetores de interrupção, "buffers", arquivos, etc. Enfim todas as áreas de memória ROM, EPROM e qualquer outro periférico de armazenamento.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Manuais de Referência Técnica do Usuário do Sistema Operacional

Documentos que possibilitam ao usuário instalar, alterar, configurar e operar o sistema operacional. Devem conter todas as informações necessárias da configuração da plataforma adotada, das possibilidades de expansão do hardware, para utilização de aplicativos e/ou utilitários, mensagens de erro com diagnósticos das causas, utilização de comandos e funções, técnicas avançadas, limitações, glossários, etc.

Os manuais e discos do sistema operacional devem estar disponíveis em versão original.

Manual de Referência Técnica do Usuário das Ferramentas e Utilitários de Software Desenvolvido

Documento que possibilita a completa manipulação de todos os recursos, comandos e funções do software. Devem conter informações sobre instalação, alteração, configuração, limitação, compatibilidade com outros softwares, mensagens de erro, configurações de teclado, tela e arquivos, pré-requisito para inicialização do sistema, macros, técnicas de programação, dispositivos suportados, hardware necessário, etc. O software desenvolvido deve ser acompanhado de um tutorial.

Os softwares adquiridos no mercado, que porventura a CONCESSIONÁRIA execute modificações (são considerados softwares desenvolvidos), devem ser acompanhados por versão original. Os manuais e discos dos utilitários, das ferramentas de software, montadores, compiladores e sistema operacional utilizado devem, também, estar disponíveis em versão original.

Observação Geral da Documentação de Software

Os documentos de software devem ser acompanhados de: glossário, índices, simbologias, bibliografias, convenções e documentos de referência. Entende-se por índices, a organização do conteúdo dos documentos de referência, a descrição de todos os documentos (memorial descritivo, listagem, mapa de memória e referências cruzadas, estruturas de banco de dados, de arquivo e "buffers") que completam o sistema, obedecendo a uma rigorosa concordância.

2.13.4.1 Simulações para Resolução de Redes de Tração por Linha

Para subsidiar o projeto e análise dos efeitos das implantações de subestações e cabines novas a serem construídas e das substituições e/ou complementações de equipamentos em cada linha, a CONCESSIONÁRIA deverá elaborar simulações da rede em 3 kVcc que contemple todos os elementos constante deste sistema, para cada linha constante do escopo.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Estas simulações deverão ser executadas no início do projeto executivo.

Tais simulações poderão ser feitas utilizando-se de programa de simulação disponível no mercado, que possua características semelhantes ao descrito em item específico deste documento, mas que não necessariamente atenda todas suas particularidades. Cumpre observar que a CONCESSIONÁRIA deve atentar para utilizar em suas simulações, programa de simulação de comprovada precisão e confiabilidade, homologados por entidade de notória credibilidade e desempenho. (Item ajustado em decorrência da Resposta STM 37)

A qualquer momento, a PODER CONCEDENTE poderá dispor de programa de simulação próprio para aferir casos processados pela CONCESSIONÁRIA para confirmar a coincidência dos resultados.

2.13.4.2 Grandezas de Saída das Simulações

As correntes e potências em função do tempo, fornecidas pelos grupos retificadores à barra de 3 kVcc de cada subestação retificadora, bem como os valores médio e eficaz dessas grandezas num intervalo de tempo pré-fixado; a energia elétrica consumida nesse intervalo.

As mesmas grandezas citadas anteriormente, agora no primário do transformador de tração e em corrente alternada, complementadas pelos valores de potência ativa, potência aparente e fator de potência.

As correntes e potências em função do tempo de cada alimentador de interconexão entre o barramento de 3 kVcc das subestações e das cabines à rede aérea, bem como os respectivos valores médio e eficaz dessas grandezas num intervalo de tempo pré-fixado; a energia elétrica consumida nesse intervalo.

Os valores da tensão no barramento de 3 kVcc das subestações e cabines em função do tempo, bem como os respectivos valores médio e eficaz dessas grandezas num intervalo de tempo pré-fixado.

Dentro de um intervalo de tempo pré-determinado, os 3 menores e os 3 maiores valores da tensão e os pontos (locais) onde elas ocorrem nos trechos entre cada subestação e a cabine contigua.

As correntes e potências em função do tempo absorvidas por cada trem e sua respectiva localização na linha (posição física), não considerando frenagem regenerativa, bem como os valores médio e eficaz dessas grandezas num intervalo de tempo pré-fixado; o valor do consumo de energia de cada trem num intervalo de tempo pré-fixado quando de seu deslocamento pela linha nas condições anteriores.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Idem ao solicitado acima, agora considerando a existência de frenagem regenerativa dos trens.

Para cada trem, o valor da tensão em função do tempo e sua respectiva localização na linha (posição física) quando de seu deslocamento pela linha.

O valor da tensão entre trilho e terra externa (com sua polaridade) em função do tempo para os locais onde se situam as estações de passageiros, subestações e cabines; o valor da corrente de fuga em função do tempo nas subestações.

Para 2 pontos da rede de cada linha (a serem estabelecidos no projeto executivo), os valores da corrente de curto-circuito entre Rede Aérea e Trilho e as respectivas correntes de contribuição providas da(s) Subestação(ões) e Cabine(s) que alimentam o curto.

O valor da tensão entre trilho e terra externo (com sua polaridade) para os locais onde se situam as estações de passageiros, subestações e cabines.

2.13.4.3 Alternativas dos Casos a Serem Simulados

A CONCESSIONÁRIA deverá processar as simulações para os resultados solicitados no item precedente grandezas de saída das simulações, levando em conta as seguintes alternativas:

Alternativa A)

Quando todas as subestações, cabines, conexões elétricas e trens estiverem operando em condições normais, sem degradação e para 3 headways: de 3 minutos, de 6 minutos e de 9 minutos.

Alternativa B)

As mesmas condições expressas na alternativa A) acima, porém com simulações considerando 1 subestação por vez fora de operação (desconectada da rede elétrica)

2.13.5 Manuais de Operação e Manutenção

Cada equipamento deverá ser acompanhado de 03 (três) vias do manual de instalação/operação e manutenção, além das vias em mídia magnética, conforme estabelecido neste documento.

Estes manuais deverão ser entregues redigidos na língua portuguesa, encadernados conforme as seguintes exigências e instruções:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Formato

Os manuais deverão ser reproduzidos no padrão de documentos.

Conteúdo do Texto

O texto deverá conter:

- (i) dados e características técnicas do equipamento e de todos os seus acessórios;
- (ii) valores de ensaios e valores indicativos;
- (iii) instruções e métodos de trabalho:
 - a. para colocação em serviço e operação;
 - b. para manutenção preventiva e decorrente de acidentes;
 - c. para movimentação e içamento do equipamento;
 - d. para armazenagem.
- (iv) Lista de Materiais com a codificação e marcação;
 - a. para as peças e acessórios;
 - b. para as peças e acessórios de reserva;
 - c. para as ferramentas.
- (v) Uma via de cada relatório de ensaio realizado;
- (vi) Todo e qualquer gráfico necessário;
- (vii) Catálogo e instruções dos aparelhos auxiliares, relés de comando e proteção, indicadores à distância, etc.

Desenhos

Os desenhos deverão ser codificados, numerados, corretamente dobrados e presos ao manual de instruções de forma análoga a das páginas do texto. Cada manual deverá conter, no mínimo, os seguintes desenhos:

- (i) Movimentação, embalagem e transporte dos equipamentos;
- (ii) Desenhos definitivos necessários à plena compreensão das informações prestadas.

2.13.5.1 Manuais de Operação

Documento que reúne o conjunto de informações necessárias para a operação do sistema. Podendo utilizar-se dos dados contidos na documentação de projeto. Tais informações, reunidas em diferentes fascículos, indicam os conteúdos que devem ser obedecidos em cada caso.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Em particular os Manuais de Operação, bem como os de Manutenção, citados a seguir, deverão possuir um tópico de simulação de falhas operacionais, descrevendo a forma de aplicação/normalização da situação, atuação operacional, etc.

Os manuais de operação deverão ser o mais didático possível, considerando a formação cultural dos usuários a que se destinam, os quais, não possuem necessariamente nível de escolaridade universitária.

Deverão ser descritos os eventuais cuidados que deverão ser tomados pelos usuários, incluindo os procedimentos operacionais que deverão ser seguidos pelos mesmos.

As informações destes Manuais devem ser estruturadas de maneira a facilitar e agilizar sua consulta, evitando-se a necessidade de consultar outros documentos, quaisquer que sejam as dúvidas referentes à operação do Sistema de Alimentação Elétrica.

As informações devem conter um bom nível de detalhamento, enfocando todos os aspectos relacionados à operação do Sistema, de maneira clara, completa e precisa.

Os módulos do Sistema, cuja operação deve ser detalhada no Manual de Operação, devem ser definidos em comum acordo entre as partes.

Deverá conter o detalhamento de como e quando operar o Sistema, os resultados esperados, as indicações referentes a anormalidades (alarmes), as requisições e comandos possíveis, as mensagens de erro, a sequência de operação de cada módulo, etc.

A sequência de operação dos módulos do Sistema deve ser descrita contemplando-se o detalhamento das diversas telas apresentadas nas IHMs do equipamento, os comandos necessários e as indicações apresentadas.

Deverá conter o detalhamento da capacidade de trabalho dos módulos do Sistema, apresentando os regimes de operação normal e degradada.

Deverá descrever os níveis de degradação do Sistema e o desempenho esperado para cada nível (Considerando-se para isto, as interações tanto da operação quanto da manutenção).

Deverá conter a descrição das principais falhas, orientação para sua identificação, alternativas de operação segura com falhas e estratégias recomendadas.

Deverá conter as limitações operacionais dos equipamentos, cuidados com a conservação, descarregamento das baterias, degradação do intertravamento, processo e periodicidade da limpeza, produtos (marcas) recomendados na limpeza de cada equipamento, etc.

Deverá conter ainda:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Descrição do Sistema

Visão geral do sistema com suas características principais. Diagrama de blocos, ou similar, de funcionamento e as interferências/relacionamento com outros equipamentos.

Divisão do Sistema

Apresentação dos principais equipamentos que compõem o sistema, suas inter-relações, funcionamento e o desempenho esperado de cada um.

Detalhamento Funcional de Cada Equipamento

Cada Equipamento deve ser tratado como um sistema independente e possuir:

- (i) descrição detalhada do funcionamento de cada módulo;
- (ii) especificação e/ou característica técnica de cada módulo.

Rotinas de Operação de cada Equipamento, memorial descritivo.

O objetivo deste documento é de fornecer as premissas, resumo de funções dos equipamentos, bases técnicas e justificativas das soluções adotadas. Deverá conter referências de normas que serviram de orientação para o projeto.

- (i) detalhamento de como e quando operar o equipamento;
- (ii) resultados esperados;
- (iii) alternativas para se conseguir um mesmo resultado operacional;
- (iv) sequência de operação de equipamento.

Limites de Utilização de cada Equipamento.

Detalhamento da capacidade de trabalho de cada equipamento em Regime de operação normal e crítico.

Alternativas para Funcionamento Degradado

Descrição dos níveis de degradação que o sistema ou equipamento pode trabalhar antes da parada total e qual o desempenho esperado para cada nível.

Anormalidades no Funcionamento

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Descrição das principais falhas.

Pesquisa de falhas.

Alternativas de operação em segurança com falhas.

Estratégias recomendadas.

Cuidados com os Equipamentos

Limitações à exposição aos diferentes tipos de ambiente.

Cuidados com a conservação.

Processo e periodicidade da limpeza.

Produtos (marcas) recomendados na limpeza ou lubrificação de cada equipamento ou equipamento.

Diluição dos produtos de limpeza recomendados.

2.13.5.2 Manuais de Manutenção

Documento que reúne o conjunto de orientações gerais para a manutenção dos diversos sistemas, equipamentos e instalações operacionais ou de suporte. Poderão ser utilizados os dados contidos na documentação de projeto.

Deverão conter, conforme a padronização e estruturação descrita neste documento, sendo subdivididos em:

- (i) manual de manutenção preventiva;
- (ii) manual de manutenção corretiva de emergência;
- (iii) manual de manutenção corretiva em bancada.

2.13.5.2.1. Manual de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva tem por finalidade minimizar a probabilidade de perda parcial ou total das funções dos equipamentos integrantes deste escopo, otimizar periodicamente a qualidade dessas funções e aumentar a vida útil dos mesmos no Sistema, considerando, em primeiro lugar, o menor Tempo Médio Para Restauração (MTTR) e maior Tempo Médio entre Falhas (MTBF), e em segundo lugar, o menor custo possível.

Nessas condições, para cada um dos equipamentos deste escopo, haverá um manual

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

próprio contendo no mínimo:

- (i) todos os diagramas de circuitos elétricos e eletrônicos, os diagramas de interligação, ordenados de modo didático e prático, e a respectiva descrição de funcionamento.
- (ii) procedimento de Manutenção Preventiva onde deverão estar relacionados todos os testes, medidas, calibrações, inspeções, etc., que devem ser realizados, indicando também o período recomendável entre intervenções de manutenções preventivas executadas. Nestas condições serão fornecidos os valores mínimos e máximos necessários para calibrar os equipamentos e os métodos de medições adequados, bem como os instrumentos e ferramentas recomendados.
- (iii) dimensionamento da equipe de teste e relação de equipamentos e instrumentos, onde deverá ser informado o número de técnicos necessários à manutenção preventiva, bem como os instrumentos necessários, indicando suas sensibilidades, escalas, precisão, etc. Deverão ser relacionadas também as ferramentas necessárias a essa manutenção.

2.13.5.2.2. Manuais de Manutenção Corretiva de Emergência

A Manutenção Corretiva de Emergência tem por finalidade restabelecer as funções do Sistema de Suprimento de Energia, cuja parada pode ocasionar perturbação operacional. Essa manutenção será efetuada considerando, em primeiro lugar, o menor MTTR e o maior MTBF possível e, em segundo lugar, o menor custo possível.

Nessas condições, a documentação deverá conter no mínimo, os seguintes capítulos:

- (i) diagramas de circuitos elétricos e eletrônicos.
- (ii) procedimento de Manutenção Corretiva onde:
 - a. Deverão ser relacionados os defeitos mais prováveis, o modo de caracterizá-los e eliminá-los.
 - b. Incluirá uma metodologia que indique através de observações, medidas ou deduções, qual ou quais partes dos equipamentos estão defeituosas (desgastes, folgas, desregulagens), ou se o problema está nos conectores, terminações ou cabos das instalações externas.
 - c. A filosofia da manutenção será a de substituição dos equipamentos ou reparação no local, com o intuito de minimizar o Tempo Médio Para Restauração (MTTR) e aumentar o Tempo Médio entre Falhas (MTBF).
 - d. Deverão ser detalhadas as operações, ferramentas, etc., necessárias à substituição dos equipamentos.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- e. Deverão ser detalhados os procedimentos e medidas para verificar se cada equipamento está operando satisfatoriamente, relacionando os equipamentos de teste necessários, bem como os valores que devem ser obtidos.
- f. Dimensionamento da equipe de manutenção corretiva de emergência e relação de equipamentos e instrumentação.

2.13.5.2.3. Manuais para Manutenção Corretiva em Bancada

A Manutenção Corretiva em Bancada tem por finalidade restabelecer as funções dos equipamentos dentro do nível de qualidade especificado.

Tal manutenção deverá ser realizada normalmente nas oficinas e considerará, em primeiro lugar, o menor Tempo Médio para Reparação (MTTR) e aumentar o Tempo Médio entre Falhas (MTBF) possível.

Nestas condições, este manual conterá, no mínimo, os seguintes capítulos:

- (i) descrição dos equipamentos fornecidos contendo:
 - a. especificações técnicas e lista contendo todas as características técnicas dos equipamentos;
 - b. desenhos mostrando a vista frontal e posterior que permitam identificar as escalas, posições de ajuste, conexões elétricas e mecânicas, folgas, etc;
 - c. descrição das características mecânicas dos módulos, com desenhos e dimensões;
 - d. descrição eletrônica do módulo ou cartão, caso exista, com detalhamento sequencial do funcionamento de todos os estágios do módulo, desde sua entrada até a saída, dando as tensões de polarização, formas de ondas, sequências de gatilhamento, etc. Deverão ser também fornecidos os circuitos eletrônicos e os "layouts" do cobreado do circuito impresso;
 - e. interligações com os demais módulos, com diagramas de blocos mostrando todas as interconexões com os demais circuitos do Sistema.
- (ii) Os Manuais de Manutenção deverão abordar também os seguintes tópicos:
 - a. Introdução Teórico-Descritiva, contendo especificações técnicas dos equipamentos, finalidades, instalação/operação e desenhos gerais. Os desenhos de montagem em geral deverão conter medidas de referência; os desenhos de componentes que desgastam deverão conter, quando novos, suas medidas nominais e tolerâncias, bem como as medidas limites de sua utilização. Os diagramas de blocos dos circuitos eletrônicos

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

deverão conter informações suficientes para acompanhar o processamento e o fluxo de sinais dentro do equipamento, nos cartões. Neste diagrama deverão estar inclusas também as formas de ondas, características de sinais, níveis de tensões, correntes, frequências, etc. e dar as respectivas tolerâncias;

- b. Plano de manutenção preventiva e revisão geral, para todo o sistema, indicando listas de componentes, a frequência mínima a ser atingida para verificação e/ou substituição de peças;
- c. Os procedimentos de manutenção, preventiva, corretiva e de emergência, deverão conter além das ferramentas e instrumentos necessários, os formulários e folhas de testes;
- d. A listagem de peças deverá conter também catálogos, desenhos ou esquemas quando estes forem esclarecedores e a indicação de normas, quando se tratar de materiais normalizados. Da mesma forma, deverão ser relacionados todos os materiais de consumo e respectivas quantidades;
- e. Todos os esquemas, fluxogramas, gráficos, ábacos, desenhos de partes, equipamentos mecânicos, programas dos equipamentos com microprocessadores e outras documentações necessárias à manutenção;
- f. Recomendações de Segurança;
- g. Tempo padrão de manutenção preventiva;
- h. Lista de peças de reposição;
- i. Referências bibliográficas.

Tais orientações, reunidas em diferentes fascículos ou tipos de documentos, abaixo listados, indicam o conjunto de instruções e procedimentos existentes, inclusive quanto à segurança do trabalho, que devem ser obedecidos em cada caso.

Descrição

Documento que identifica o equipamento ou sistema e fornece as informações quanto à função, aplicação no conjunto maior, quantidade instalada, localização, características técnicas e funcionamento para diferentes níveis quer seja sistema, equipamento ou componente.

Defeitos e Causas Prováveis

Documento que fornece as árvores de defeitos, com vistas a facilitar a pesquisa, quando a complexidade exigir, ou fornecer uma relação de prováveis causas, em função dos defeitos característicos apresentados pelo sistema, equipamento ou componente.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Procedimento de Acionamento e Operação

Documento que descreve a sequência de ações sobre os diversos comandos que permitem acionar e operar equipamentos de suporte da manutenção ou instrumentos.

Procedimento de Remoção e Instalação

Documento que descreve, na sequência adequada e através de ilustrações em vistas explodidas, os passos para a execução das atividades de remoção e instalação dos equipamentos ou componentes, incluindo a especificação de ferramentas, equipamentos e materiais de consumo necessários em cada passo, sempre que a complexidade das atividades assim o exigir.

Procedimento de Desmontagem e Montagem

Documento que descreve, na sequência adequada e através de ilustrações em vistas explodidas, os passos para a execução das atividades de desmontagem e montagem dos equipamentos em seus componentes ou estes em seus subcomponentes. Inclui a especificação de ferramentas, equipamentos e materiais de consumo necessários em cada passo, sempre que a complexidade da atividade assim o exigir.

Procedimento de Inspeção, Ajuste e Teste

Documento que descreve, na sequência adequada e através de ilustrações, os passos para execução de inspeção, ajuste e teste, referenciando norma específica, caso exista. Inclui a especificação de instrumentos, ferramentas, dispositivo de materiais de consumo utilizados em cada passo, sempre que a complexidade da atividade assim o exigir.

Procedimento de Serviço Complementar

Documento que fornece as informações necessárias para as atividades que, por características próprias, não se enquadra nos demais tipos de procedimentos, tais como métodos genéricos para detecção de defeitos ou específicos para reparos, limpeza e lubrificação.

Procedimento de Armazenagem e Preservação

Documento que fornece as informações necessárias que devem ser obedecidas para armazenar e preservar os equipamentos e materiais em condições adequadas de uso durante o período de estocagem (pela manutenção) ou inoperância (pela montagem), para a garantia de sua futura utilização. Incluem as especificações de embalagens, instrumentos, ferramentas,

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

dispositivos especiais e recursos humanos necessários, aplicáveis em cada caso.

Atividades de Manutenção Preventiva

Documento que fornece, para cada sistema e equipamentos, a relação de atividades de manutenção preventiva (o que fazer) com as respectivas periodicidades (quando fazer) e os recursos materiais e humanos necessários para desenvolver cada atividade.

Lista de Peças

Documentos que fornecem as informações necessárias para identificar, através de ilustrações em vista explodida e listas de descrição, as peças integrantes de um sistema ou equipamento com as devidas quantidades de código de referência.

2.13.6 Interface de Comunicação

O programa não necessita se comunicar com outros sistemas ou programas.

2.13.6.1 Operação do Sistema

2.13.6.1.1. Como o Sistema Deverá Usar os Dados de Entrada

Dados relacionados à linha ferroviária (por exemplo, o comprimento da linha, estações, velocidade máxima, seções de baixa velocidade, pontos de parada, sinalização, travessias, conexões, passagem em nível, curvas, inclinações, seções únicas faixa, etc.);

Dados referente ao gráfico horário (por exemplo, intervalo entre trens, horários de pico e de vale, início e fim da operação, demanda de transporte, composição dos trens, etc.);

Dados do material rodante (por exemplo, limites de tensão, corrente, modo de controle, curva de torque x velocidade e frenagem x velocidade, massa, carga transportada, regeneração de energia de frenagem, etc.) garantida a possibilidade de edição das características dos trens para simulação de frotas existentes e futuras;

Dados da rede elétrica e topográficos (por exemplo, subestações retificadoras e primárias, cabines seccionadoras, proteções, carga dos sistemas auxiliares, cabos, pontos de isolamento, sistema de rede aérea, rede de alimentação em média tensão, sistema de retorno corrente, sistemas de armazenamento de energia presentes, trilhos, bonds de impedâncias, etc.).

2.13.6.1.2. Como o Programa Deve Apresentar as Saídas

Relatórios resumidos com pontos críticos do sistema;

Gráficos das grandezas do sistema de tração e alimentação elétrica cc e ca, no tempo e

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

no espaço;

Listagem de dados de entrada e saída;

Os resultados da simulação devem ser apresentados em forma de tabelas, relatórios e gráficos, devendo ser possível estes serem exportados para outros programas.

2.13.6.1.3. Valores a Serem Apresentados Como Resposta

Todas as grandezas (exemplo: tensões, correntes, potências, etc.) tem que ser mostradas/calculadas em função do tempo e/ou do espaço (posição na linha);

Adicionalmente podem ser também solicitados valores médios, eficazes máximos dessas grandezas em determinado intervalo de tempo (o valor de tempo deverá poder ser escolhido dentro de determinados limites, no projeto executivo esses detalhes deverão ser esclarecidos e estabelecidos pelo PODER CONCEDENTE);

Resultados da simulação de viagens (tabela de tempo, gráfico de perfil de velocidade, resultados específicos do material rodante, etc.);

Resultados do cálculo de rede (balanço de energia, as perdas de energia, potência, tensão e corrente de subestações, cabos, conectores, sistema de catenária, corrente de fuga e tensão terra trilho, etc.);

Resultados do curto-circuito, queda de tensão e cálculos de rendimento (tensão e/ ou correntes de subestações, cabos, conectores, sistema de catenária, rede de média tensão, etc.);

Resultados do cálculo de temperatura dos alimentadores e da rede aérea (temperatura x tempo ao longo das linhas ferroviárias, etc.).

Devem ser apresentados ao menos os valores instantâneos, máximos, mínimos, médios e eficazes dos resultados, onde aplicáveis. Abaixo seguem alguns exemplos de grandezas a serem apresentadas:

Unidades de Tração (Situação, esforço de tração e frenagem, velocidade, aceleração, distância, tensão e corrente no pantógrafo e potência, etc.);

Subestações (Corrente total, tensão no barramento, potência total, corrente nos alimentadores, perdas de energia;

Conexões (Tensão, corrente e potências);

Rede aérea (Perfil de tensão, tensão máxima e mínima, máximos de corrente, distribuição de corrente ao longo da linha e no tempo, temperatura);

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Trilho de retorno (Tensão entre terra e trilho, fuga de corrente);

Sistema de alimentação elétrica em corrente alternada (Fluxo de carga, correntes, tensões, potência, fatores de carga e de potência e perdas);

Sistemas de armazenamento de energia (Fluxo de potência e energia).

2.13.6.1.4. Funções do Software

O programa deverá ser capaz de simular sistemas com linhas compartilhadas, seja pela via permanente, seja através de compartilhamento de subestações, que alimentam mais de uma linha.

Deverá ter a capacidade de simular sistemas de tração com interferências externas, como passagem em nível, ou por restrições operacionais localizadas.

Deverá ser capaz de calcular a marcha e o tráfego de circulação de trens, considerando diferentes modos de sinalização metroferroviária.

Deverá ter a capacidade de cálculo da temperatura da rede aérea de tração e cabos isolados de alimentação e conexão.

Deverá ter a capacidade de cálculo de queda de tensão na rede aérea e de rendimento, considerando este para a simulação do comportamento do sistema.

Deverá permitir o cálculo de sistema de alimentação elétrica em qualquer tensão característica compartilhada por mais de uma linha, monitoramento da tensão entre trilho de retorno e terra e simulação da corrente de fuga por km de linha.

Para o sistema de alimentação elétrica, deverá ser capaz de simular rede de tração existente e futura, indicando melhores pontos de inserção de novos elementos, como subestações e cabines, entre outros.

Deverá ser capaz de simular tanto o tráfego quanto o sistema elétrico, para circulação com trens de frotas diferentes, com características elétricas diferentes, com e sem a possibilidade de uso de sistema de frenagem regenerativa.

Deverá executar os cálculos do sistema em corrente alternada de alimentação do sistema de tração em corrente contínua, compartilhado com outros sistemas.

Deverá fornecer dados de comportamento da tensão, corrente, consumo de energia, entre outros, do sistema de alimentação elétrica em corrente alternada e contínua.

Deverá ser capaz de considerar no cálculo do sistema de energia a existência de dispositivos de armazenamento de energia, tanto fixo como embarcado.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Deverá possibilitar o cálculo do comportamento do sistema em casos de curto-circuito e da corrente de fuga, auxiliando na regulação do sistema de proteção.

Deverá possibilitar a simulação do sistema de tração e de alimentação em situação degradada, auxiliando na tomada de decisão para operação nestas situações.

2.13.6.1.5. Características dos Usuários

Os usuários serão pessoas com formação de nível técnico ou superior, com bons conhecimentos em sistemas metroferroviários, e deverão ser treinados conforme descrito em item específico para operação deste programa.

2.14 Outros Documentos

Índice de Documentos

É a relação prévia de documentos técnicos integrantes de um projeto, que indica as suas revisões vigentes.

Estratégia de Implantação

Documento que deve descrever a estratégia e o planejamento executivo de implantação envolvendo o desenvolvimento das atividades de projeto executivo, fabricação, instalação, testes e treinamentos, de forma a atender as condições de prazos e principalmente a manutenibilidade operacional da linha, durante o processo de implantação.

Programas de Qualidade

Documento que reúne o conjunto de diretrizes, normas, procedimentos, fluxogramas e outros documentos que orientam as atividades ligadas a qualidade e aplicáveis a empresa ou a qualquer de suas áreas. Devem incluir as definições de responsabilidades em todos os níveis hierárquicos, as matrizes de responsabilidade, a definição de documentos utilizados, modelos de formulários, planilhas, etc., obedecendo as normas ABNT, série NBR ISO 9000-1.

Lista de Ferramentas, Dispositivos e Equipamentos Especiais

Documento que relaciona e descreve as ferramentas, dispositivos e equipamentos com características especiais, que devem ser utilizados nas quantidades recomendadas e, em condições específicas, nas atividades de manutenção.

2.15 Placas de Identificação e Padronização de Identificação de Cores nas Subestações e Cabinas

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

2.15.1 Placas de Identificação

2.15.1.1 Identificações de Características Técnicas:

As placas de identificações de todos os equipamentos e acessórios, executadas em aço inox, com espessura mínima de 1 mm, deverão conter as características técnicas, entre outras informações, exigidas por Norma específica a cada equipamento.

Nos cubículos e painéis, as placas de identificações estarão fixadas rigidamente e localizadas em posição visível na parte interna da porta frontal.

As inscrições em baixo relevo deverão ser marcadas por processo automático (não manual) e de forma legível e indelével.

Quando previsto, o diagrama de ligações mostrará as ligações internas e as identificações dos terminais, de acordo com as definições do projeto executivo.

Todos os equipamentos previstos para instalação ao tempo deverão conter em campo específico da placa a informação “uso externo”.

Como características particulares dos equipamentos, de modo geral, deverão ser gravados o número de série, nome do fabricante, mês/ano de fabricação, as normas aplicáveis, as dimensões básicas e massas.

2.15.1.2 Identificações de Segurança:

Nos locais de instalação ou nos equipamentos, como sinalização de segurança, também deverão apresentar plaquetas e/ou etiquetas padronizadas de alerta ou advertência quanto ao risco de choque elétrico, a fim de atender ao disposto na norma NR 10.

Quando necessário a complementação, os procedimentos de operação deverão ser descritos resumidamente, entre outros meios de indicação ou sinalização, para permitir o correto entendimento e clareza na forma de manobrar com segurança quaisquer equipamentos.

2.15.1.3 Identificações Operacionais de Equipamentos:

Onde previstos, independentemente das placas de identificação (características técnicas), deverão ser identificadas (gravação de forma estruturada, legível e indelével) cada seção/componente do equipamento (exemplo: TAG do Cubículo do Alimentador de Saída 01 - CB-01) e/ou equipamento (exemplo: TAG do Conjunto de Manobra e Controle de Média Tensão – CMC-MT), para fins operacionais. Estas placas deverão estar na parte frontal do equipamento, ordenadas de modo convencionado, em altura visível a partir do solo ao operador.

As listas de gravações a serem detalhadas no projeto executivo, deverão estar em

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

conformidade, principalmente, com os arranjos de equipamentos, unifilares, IHM e CCO.

Instalação interna (indoor): estas placas de identificação deverão ser de acrílico transparente apropriado, fundo de cor preta sobre legenda em letras de cor branca (baixo relevo), com 3,0 mm de espessura, rigidamente fixadas.

Instalação externa (outdoor): estas placas de identificação deverão ser de aço inox ou alumínio anodizado, espessura mínima de 1 mm.

2.15.1.4 Identificações de Componentes Internos aos Equipamentos:

Nos cubículos e painéis, todos os dispositivos e condutores/acessórios neles montados deverão possuir plaquetas de identificação indelével e legíveis com as mesmas designações nos desenhos de fabricação, a fim de eliminar a possibilidade de erro quando na ligação em fábrica e permitir fácil identificação.

2.15.1.5 Identificações de Condutos e Condutores de Interligações de Equipamentos:

As identificações de condutos dos sistemas em geral (eletrodutos, calhas, leitos, perfilados, etc.) deverão estar em conformidade com a sua utilização (de acordo com as normas da ABNT e NRs), divididas por subsistemas (telecom, incêndio, BT, MT, etc.).

As ligações entre equipamentos, interna e externamente, deverão ser realizadas por meio de fiações e acessórios pertinentes (terminações, bornes, muflas, etc.), clara e igualmente identificadas, a fim de eliminar a possibilidade de erro quando na ligação em campo. As identificações (TAGs) de cada condutor e/ou conjunto de condutores em geral deverão ser realizadas a intervalos regulares e nas extremidades dos condutores (origem/destino).

As cores, as codificações, as indicações, os arranjos e os dizeres deverão ser submetidos previamente para análise e liberados.

2.15.2 Padronização de Identificação de Cores.

As partes das instalações e equipamentos, para padronização de significados e termos, deverão possuir códigos de cores de acordo com as normas da ABNT e normas internacionais aplicáveis.

Os sinalizadores luminosos dos cubículos e painéis deverão ser relacionados em função dos estados dos equipamentos, como segue:

- (i) vermelha: equipamento fechado ou barramento energizado;
- (ii) verde: equipamento aberto ou barramento desenergizado;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (iii) amarela: condição anormal ou equipamento posição teste ou equipamento inválido/defeito;
- (iv) azul: requer a ação do operador;
- (v) branca. Outras condições ou equipamento inserido.

Os atuadores das botoeiras dos cubículos e painéis deverão ser relacionados com as cores conforme os seguintes significados:

Vermelha.....fechamento;
Verde.....abertura;
Amarela:.....rearme;
Azulreset;
Preta.....teste.

Para a padronização de cores de fiações interna de circuitos de baixa tensão, e comando/controle, deverá ser aplicado o seguinte código de cores:

Amarela:.....circuito auxiliar em corrente alternada;
Cinza claro: circuito de comando, controle, proteção e sinalização (cc);
Azul-claro: circuito do neutro;
Verde ou verde-amarelo: circuito de aterramento;
Laranja: circuitos ópticos.

Para circuitos e faseamentos nas subestações de alta tensão, em conformidade com a Concessionária local, deverão ser feitas através das seguintes cores para barramentos:

- (i) branca;
- (ii) vermelha;
- (iii) azul.

Os barramentos de média tensão (MT) deverão ser identificados através de cores normalizadas conforme normas da ABNT, como segue:

Fase A.....Vermelha;
Fase B.....Branca;
Fase C:.....Marrom;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Neutro: Azul-claro;

Terra:..... Verde.

Os barramentos de baixa tensão (BT) deverão ser identificados através de código de cores conforme recomendações da Norma NBR IEC 60439 da ABNT, a saber:

Fase L1 (R) Azul-escuro;

Fase L2 (S) Branca;

Fase L3 (T)..... Violeta;

Neutro: Azul-Claro;

Terra:..... Verde ou Verde-Amarelo.

Os barramentos de BT em corrente contínua deverão ser identificados através de código de cores conforme prescrições da ABNT:

- (i) polo (positivo):...Vermelha;
- (ii) polo (negativo):...Preta;
- (iii) terra: Verde ou Verde-Amarelo.

As partes das instalações e equipamentos, para padronização de significados e termos, deverão possuir códigos de cores de acordo com as normas da ABNT e normas internacionais aplicáveis.

Os sinalizadores luminosos dos cubículos e painéis deverão ser relacionados em função dos estados dos equipamentos, como segue:

- (i) vermelha: equipamento fechado ou barramento energizado;
- (ii) verde: equipamento aberto ou barramento desenergizado;
- (iii) amarela: condição anormal ou equipamento posição teste ou equipamento inválido/defeito;
- (iv) azul: requer a ação do operador;
- (v) branca. Outras condições ou equipamento inserido.

Os atuadores das botoeiras dos cubículos e painéis deverão ser relacionados com as cores conforme os seguintes significados:

Vermelha.....fechamento;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Verde.....abertura;

Amarela:rearme;

Azulreset;

Preta.....teste.

Para a padronização de cores de fiações interna de circuitos de baixa tensão e comando/controle, deverá ser aplicado o seguinte código de cores:

Amarela: circuito auxiliar em corrente alternada;

Cinza claro: circuito de comando, controle, proteção e sinalização (cc);

Azul-claro: circuito do neutro;

Verde ou verde-amarelo: .circuito de aterramento;

Laranja: circuitos ópticos.

Para circuitos e faseamentos nas subestações de alta tensão, em conformidade com a Concessionária local, deverão ser feitas através das seguintes cores para barramentos:

- (i) branca;
- (ii) vermelha;
- (iii) azul.

Os barramentos de média tensão (MT) deverão ser identificados através de cores normalizadas conforme normas da ABNT, como segue:

Fase A..... Vermelha;

Fase B..... Branca;

Fase C:..... Marrom;

Neutro:Azul-claro;

Terra:..... Verde.

Os barramentos de baixa tensão (BT) deverão ser identificados através de código de

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

cores conforme recomendações da Norma NBR IEC 60439 da ABNT, a saber:

Fase L1 (R)Azul-escuro;

Fase L2 (S)Branca;

Fase L3 (T)..... Violeta;

Neutro: Azul-claro;

Terra:..... Verde ou Verde-Amarelo.

Os barramentos de BT em corrente contínua deverão ser identificados através de código de cores conforme prescrições da ABNT:

- (i) polo (positivo):..Vermelha;
- (ii) polo (negativo)..Preta;
- (iii) terra: Verde ou Verde-Amarelo.

2.16 Sistema de Alimentação para Iluminação e Tomadas Indoor

Faz parte do projeto, e serviço de iluminação e tomadas, toda a infraestrutura necessária para o sistema de telefonia externa, interna, informática e intercomunicador.

2.16.1 Requisitos Gerais do Sistema Elétrico

CORRENTE ALTERNADA

Sistema trifásico, ou monofásico: 4 condutores, ou 2 ou 3 condutores;

Tensão nominal: 220 Vca (127 Vca);

Tensão máxima de operação: 242 V (139 V);

Tensão mínima de operação: 200 V (110 V);

Frequência nominal: 60 Hz;

Esquema de aterramento: TN-S;

Neutro do sistema: aterrado;

Condutor de proteção: PE.CORRENTE CONTÍNUA

Sistema: 2 condutores;

Tensão nominal: 125 Vcc;

Tensão mínima de operação: 106 V;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Tensão máxima de operação: 135 V;

Condutor de proteção: PE.

2.16.2 Níveis Mínimos de Iluminamento

Os níveis mínimos de iluminamento abaixo definidos de acordo com a NBR 5413 referem-se aos valores no plano de trabalho.

Salas técnicas

Salas dos equipamentos (cubículos, painéis, retificadores, transformadores, medição, etc.)

Nível mínimo – 500 lux

Salas de Baterias

Nível mínimo – 350 lux

Porão de Cabos e/ou canaletas (quando existir)

Nível mínimo – 50 lux

Salas Supervisão de Operação

Sala do operador (IHM)

Nível mínimo – 500 lux

Copa ou refeitório

Nível mínimo – 200 lux

Vestibário e sanitário

Nível mínimo – 200 lux

Depósito

Nível mínimo – 100 lux

Sala de ferramentas

Nível mínimo – 350 lux

Sala supervisão

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Nível mínimo – 350 lux

Saídas de Emergência

Acessos e corredores

Nível mínimo – 150 lux

Área Externa

Arruamentos, estacionamentos e pátios de equipamentos

Nível mínimo – 80 lux

2.16.3 Características Construtivas e Referências

As descrições das características construtivas e referências para o sistema de iluminação e tomadas se encontram no Apenso 7 deste ANEXO.

2.17 Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

Este item tem por objetivo estabelecer os requisitos técnicos mínimos do Sistema de Supervisão e Detecção de Incêndio – SSDI - a ser instalado na Subestação ou Cabine, em atendimento principalmente à norma NBR 17240 - Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio;

Este documento fixa os critérios básicos do sistema e dos equipamentos, indispensáveis para minimizar a propagação do fogo, reduzir os danos materiais e aumentar a segurança dos ocupantes das edificações.

O sistema deverá prever equipamentos e componentes, do tipo endereçável, porém adequado ao tipo das instalações a serem protegidas, assim como ser baseado em tecnologia atualizada e consagrada no mercado.

O tempo de atuação dos detectores deverá ser comprovado conforme norma NBR 17240.

Tramitação e aprovação de documentos pertinentes, incluindo vistorias e liberações das instalações do SSDI, junto aos órgãos responsáveis como Corpo de Bombeiros e CONTRU. Todos os custos decorrentes dessas atividades serão de inteira responsabilidade da Concessionária.

2.17.1 Dados para desenvolvimento do projeto

Os locais a serem supervisionados:

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (i) salas técnicas (equipamentos);
- (ii) sala de baterias;
- (iii) porão de cabos e/ou canaletas;
- (iv) sala do operador ou supervisão (IHM);
- (v) copa;
- (vi) vestiário;
- (vii) depósito;
- (viii) sala de ferramentas;
- (ix) sala de manutenção;
- (x) outras eventuais áreas.

2.17.2 Detecção automática de incêndio

Adotou-se como critério instalar o Sistema de Supervisão e Detecção de Incêndio, classe A, com dispositivos endereçáveis e interligar com CCO transmitindo todas as informações da central de alarmes.

Devido às características construtivas da Subestação ou Cabine, a Central deverá ser capaz de receber, interpretar e transmitir informações de identificação e localização exata e rápida do detector, entre outro componente, acionado.

2.17.3 Interligação da central de alarme com os equipamentos

A filosofia de funcionamento do Sistema de Detecção Automática de Incêndio é "classe A", no qual a fiação de retomo dos dispositivos à central de alarmes é de forma independente.

3. TELECOMUNICAÇÕES

O presente documento estabelece as diretrizes e requisitos **mandatórios** para **projeto e implantação** dos sistemas e acessórios integrantes do Sistema de Telecomunicações destinados às LINHAS.

O Sistema de Telecomunicações se compõe, basicamente, nos sistemas:

- (i) SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition;
- (ii) Sistema de Gestão Central - SGC;
- (iii) Sistema Multimídia - SMM;
- (iv) Sistema de Sonorização;
- (v) Sistema de Cronometria;
- (vi) Painéis de Mensagem Variáveis - PMV;
- (vii) Sistema de Solicitação de Auxílio ao Usuário - SSX;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (viii) Sistema de Controle de Acesso - SCA;
- (ix) Sistema de Wi-Fi nas Estações;
- (x) Sistema de Transmissão Óptica - STO;
- (xi) Sistema de Radiocomunicação;
- (xii) Sistema de Vídeo Monitoramento Digital / Sistema de Monitoramento de Vias - CFTV;
- (xiii) Rede Estruturada de Voz, Dados e Imagens;
- (xiv) Sistema de Telefonia;
- (xv) Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros - SCAP.

As características mandatórias dos sistemas e serviços em todos os seus aspectos, desde o projeto executivo até a operação efetiva das implantações são estabelecidas neste documento.

A CONCESSIONÁRIA será responsável pela implantação e integração dos sistemas e equipamentos supracitados, em conformidade com os requisitos técnicos, funcionais e operacionais.

Sempre que houver conflito entre o aqui estabelecido e pelos instrumentos normativos e quaisquer outros documentos referenciados, prevalecerá sempre o contido neste documento, salvo acordo prévio por escrito e firmado entre as partes.

3.1 Glossário

As terminologias adotadas em toda a documentação a elas associadas deverão ser entendidas estritamente com o significado das respectivas definições, a seguir apresentadas.

- (i) As Built: “Como Construído” - retratação de todos os objetos de fornecimento da forma como foram montados e implantados. As peças gráficas, e todos os outros documentos técnicos, no final do fornecimento, deverão ser apresentados e entregues “As Built” e não como projetado;
- (ii) Burn-in: Processo de teste de componentes, equipamentos e sistemas sob condição de plena carga antes de ser colocado em operação;
- (iii) CCO: Centro de Controle Operacional, com a finalidade de supervisionar e controlar a circulação dos trens e sistemas, garantindo regularidade da operação por meio de equipamentos instalados, controla todas as operações de transporte. No CCO estão instalados os equipamentos do Sistema de Controle Centralizado - SCC e equipamentos do Sistema de Telecomunicações;
- (iv) CIM: Centro de Informações da Manutenção - Posto de trabalho instalado nas

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

dependências do CCO, responsável pela coleta, concentração e distribuição, às equipes de manutenção, das informações relacionadas ao desempenho operacional dos equipamentos e sistemas controlados;

- (v) Confiabilidade: É a probabilidade de um item desempenhar corretamente as funções específicas por um intervalo de tempo determinado, ou, alternativamente desempenhar corretamente as funções numa missão específica.
- (vi) Documento liberado: Qualquer documento do Projeto, definido no Índice de documentação – ID aprovado, entregue pela CONCESSIONÁRIA, atendendo as condições normativas, e tendo a aprovação final emitida (a documentação não deverá apresentar erro de estruturação gráfica, de concepção ou falta de informações / dados que comprometam a qualidade e a técnica do projeto);
- (vii) Documento liberado com comentários: Documento (plantas, detalhes de peças gráficas, especificações, relatórios e outros) referente ao Projeto entregue pela CONCESSIONÁRIA, que apresentam quaisquer tipos de comentários referentes à falta de informações que não comprometem a qualidade e a técnica do referido projeto, tendo necessidade de revisões;
- (viii) Documento não liberado: Documento referente ao Projeto entregue pela CONCESSIONÁRIA, que apresenta quaisquer tipos de erro ou falta de informações / dados que comprometem a qualidade e a técnica do referido projeto, tendo necessidade de revisões;
- (ix) EMC: Electromagnetic Compatibility (Compatibilidade Eletromagnética);
- (x) EMI: Electromagnetic Interference (Interferência Eletromagnética);
- (xi) EVBA: Equipamento de Venda de Bilhete por Autoatendimento;
- (xii) IHM: Interface Homem Máquina - Equipamento ou conjunto de equipamentos que permite ao operador interagir com o sistema, recebendo informações e enviando comandos a partir de interfaces gráficas dedicadas a determinadas finalidades (por exemplo, uma estação de trabalho dotada de hardware e softwares básicos, operacionais e aplicativos, preparada para o controle de emissão de mensagens de voz do Sistema de Sonorização de uma determinada estação);
- (xiii) IK: Classificação numérica internacional para graus de proteção contra impactos mecânicos externos;
- (xiv) IP: O código classifica os graus de proteção dos invólucros mecânicos e elétricos contra a intrusão de objetos sólidos, contato acidental, poeira e água;
- (xv) Manutenção Corretiva: Ação de manutenção executada após a ocorrência de

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

falha de item, ou de qualquer de seus elementos, com o objetivo de restaurar o item, ou seus elementos, ao estado no qual ele tem a capacidade desempenhar a função requerida;

- (xvi) Manutenção Preventiva: Ação de manutenção executada a intervalos pré-determinados, ou conforme critérios pré-estabelecidos, com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha ou de degradação do desempenho do item;
- (xvii) Multimídia: Sistema composto pelos sistemas de Sonorização, Cronometria e Painel de Mensagens Variáveis;
- (xviii) OSI: Open System Interconnection - Interconexão entre Sistemas Abertos;
- (xix) PMV: Painel de Mensagens Variáveis - Sistema responsável pela apresentação de mensagens de texto a partir de comandos emitidos pelo Sistema de Controle Local, e a informação horária unificada. Também chamado de Painel de Destino de Trens (PDT);
- (xx) Protocolo de Comunicação: Conjunto de procedimentos ou normas que regulam a troca de mensagens entre equipamentos e sistemas;
- (xxi) Redundância: Uso de recursos de software ou equipamentos distintos (hardware), capazes de realizar a mesma função do principal, com o objetivo de substituição automática em caso de falha, com a finalidade de garantir a operação normal do sistema e alta disponibilidade;
- (xxii) SCAP: Sistema de Controle de Arrecadação e de Passageiros - Sistema composto pelos bloqueios eletrônicos/mecânicos, softwares, redes e equipamentos de interligação dos componentes que constituem esse sistema. A linha de bloqueios de entrada das estações delimita a área paga e não paga das estações, sendo responsável pela contagem de passageiros e controle de arrecadação;
- (xxiii) SCADA: Sistema de Supervisão, Controle e Aquisição de Dados – Sistema cujas IHMs serão instaladas na Sala de Controle do CCO e que permite aos operadores supervisionarem e controlarem remotamente os Sistemas Auxiliares (Ventilação, Bombas, Elevadores, etc.), Tráfego de Trens, Telecomunicações e o Sistema de Alimentação Elétrica;
- (xxiv) SCL: Sistema de Controle Local – Sistema baseado em IHMs, Unidades Terminais Remotas e Servidores, que possibilitam supervisionar e comandar os equipamentos controlados no âmbito das Estações, Subestações, Pátios, etc.;
- (xxv) CFTV: Sistema de Vídeo Monitoramento Digital / Sistema de Monitoramento de Vias -
- (xxvi) SOM: Sistema responsável pela comunicação do SCL e da SSO com os usuários

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

nas estações, a partir de softwares e equipamentos de sonorização, como por exemplo, sonofletores e microfones.

- (xxvii) SSO: Sala de Supervisão Operacional – Sala localizada no mezanino das estações, especialmente projetada para receber os equipamentos que comporão os Postos de Trabalho dos Sistemas Elétricos (Posto de Trabalho de Elétrica) e o Posto de Trabalho de Passageiros/Auxiliares/SCAP. Em algumas estações a SSO também
- (xxviii) SSX: Sistema de Solicitação de Auxílio – Sistema que possui botões junto aos mapas táteis e sanitários para pessoas deficientes ou com mobilidade reduzida, servindo de alerta para os funcionários da estação quando acionado.
- (xxix) STO: Sistema de Transmissão Óptico – Sistema destinado a fornecer o suporte de transmissão de dados, voz e vídeo das estações para o CCO e deste para as estações. É constituído basicamente de equipamentos (instalados nas estações e no CCO) e de uma rede de cabos ópticos que interliga as estações ao CCO, entre estações e subestações e cabines seccionadoras.
- (xxx) STEL: Telefonia – Sistema que viabiliza as comunicações de voz internas e externas;
- (xxxi) TCP/IP: Transmission Control Protocol/ Internet Protocol - conjunto de protocolos de comunicação entre computadores em rede;
- (xxxii) TRD: Termo de Recebimento Definitivo;
- (xxxiii) TRP: Termo de Recebimento Provisório;
- (xxxiv) TMEF/ MTBF: Tempo Médio Entre Falhas/Mean time Between Failures - É o tempo médio de operação de uma unidade, equipamento, cartão de circuito impresso e respectivos circuitos elétricos ou eletrônicos, durante o qual não ocorrem falhas. A sigla original em inglês é MTBF;
- (xxxv) TMPR/MTTR: Tempo Médio Para Reparo/Mean Time to Repair: É o tempo médio necessário para reparação de uma unidade, equipamento, cartão de circuito impresso e respectivo circuito elétrico ou eletrônico suficiente para eliminar qualquer tipo de falha. A sigla original em inglês é MTTR;
- (xxxvi) TGVP: (À prova de) Tempo, Gases, Vapores e Pós.

3.2 Instrumentos Normativos e Legislações Vigentes

No cumprimento dos serviços, equipamentos e materiais a serem implantados, deverão ser observadas as normas citadas no Apenso 1 - Telecomunicações na sua edição a mais recente. Sempre que for aplicável, deverão ser adotadas as normas ABNT - Associação

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Brasileira de Normas Técnicas vigentes, as Práticas TELEBRÁS - Telecomunicações Brasileiras S.A. e as Diretrizes do MINICOM - Ministério das Comunicações através da ANATEL – (Agência Nacional de Telecomunicações). Caso sejam utilizadas normas internacionais, a CONCESSIONARIA deverá possuí-las com tradução em língua portuguesa (Brasil).

Para padronização de protocolos de rede deverão ser utilizadas as RFCs (*Request for comments*).

3.3 Entidades Normativas

Para fins de projeto, fabricação, implantação, ensaios e serviços deverão ser obedecidos às normas e recomendações estabelecidas pelas seguintes entidades normativas:

- (i) 3GPP - Third Generation Partnership Program;
- (ii) ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- (iii) ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações;
- (iv) CEN - CENELEC - Comité Européen de Normalisation Électrotechnique;
- (v) ITU-TSS - International Telegraph Union - Telecommunication Standards Sector;
- (vi) ISO/IEC - International Standards Organization / International Electrotechnical Commission;
- (vii) MIL Std - Military Standards;
- (viii) UIC - Union Internationale de Chemins de Fer;
- (ix) CCIR - Comitê Consultivo Internacional de Rádio;
- (x) EIA - Electronic Industries Association;
- (xi) DIN - Deutsches Institut Für Normung;
- (xii) IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- (xiii) NEMA - National Electrical Manufacturers Association;
- (xiv) NR - Norma Regulamentadora.

3.4 Normas Gerais

Essas normas são referenciais. Podem ser apresentadas outras normas equivalentes para que julgue se são adequadas.

- (i) ANSI/TIA/EIA 607 Grounding and Bonding Requirements for a Building's Electrical System and Telecommunications Cabling Infrastructure;
- (ii) EN 50121-4 - Railway Applications - Electromagnetic Compatibility – Part 4: Emission and Immunity of the Signaling and Telecommunications Apparatus;
- (iii) EN 50125-3 - Railway Applications - Environmental Conditions for Equipment –

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Part 3: Equipment for Signaling and Telecommunications;

- (iv) EN 50159-1 - Railway Applications - Communication, Signaling and Processing Systems - Part 1: Safety-Related Communication in Closed Transmission Systems;
- (v) EN 50159-2 - Railway Applications - Communication, Signaling and Processing Systems - Part 2: Safety Related Communications in Open Transmission Systems;
- (vi) EN 61078 - Reliability of Systems, Equipment and Components - Guide to the Block Diagram Technique;
- (vii) EN 50272-2 - Safety requirements for secondary batteries and battery installation – Part 2: Stationary batteries;
- (viii) IEC 364 - Electric Installation of Building;
- (ix) IEC 1024 - Protection of Structure Against Lighting;
- (x) IEC 60060 - High Voltage Test Techniques;
- (xi) IEC 60068-2-1 - Environmental testing Part 2: Tests – Tests A: Cold (ensaio de frio);
- (xii) IEC 60068-2-2 - Basic environmental testing procedures part 2 Tests B: Dry Heat (ensaio de calor seco);
- (xiii) IEC 60068-2-3 - Basic environmental testing procedures - Part 2-3: Tests - Test Ca: Damp heat, steady state (ensaio de calor úmido);
- (xiv) IEC 60068-2-6 - Environmental Testing Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal) (ensaio de vibração);
- (xv) IEC 60068-2-14 - Environmental testing - Part 2-14: Tests - Test N: Change of temperature (ensaio de variação de temperatura);
- (xvi) IEC 60364 - Electrical Installations of Buildings;
- (xvii) IEC 60479 - Effects of Current on Human Beings and Livestock;
- (xviii) IEC 60529 - Degrees of protection provided by enclosures (IP Code);
- (xix) IEC 60605 - Equipment Reliability Testing;
- (xx) IEC 60623 - Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells;
- (xxi) IEC 60812 - Analysis Techniques for System Reliability – Procedure for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA);
- (xxii) IEC 61000 - Electromagnetic Compatibility;
- (xxiii) IEC 61025 - Fault Tree Analysis (FTA);
- (xxiv) IEC 62005-1 - Reliability of fiber optic interconnecting devices and passive components;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (xxv) IEC 62236-3-1 e 3-2 Railway Applications - Electromagnetic compatibility;
- (xxvi) IEC 62485-2 - Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 2: Stationary batteries;
- (xxvii) IEEE 610.12 - Standard Glossary of Software Engineering Terminology;
- (xxviii) IEEE 730 - Software Quality Assurance Plans;
- (xxix) IEEE 802.1X - Port Based Network Access Control;
- (xxx) IEEE 802.3 - Working Group Develops Standards for Ethernet Networks;
- (xxxi) IEEE-802.11 - Wireless LAN Standard;
- (xxxii) IEEE-802.11i - Wireless LAN Specification;
- (xxxiii) IEEE-802.11a - Wireless LAN MAC and PHY specifications: Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 5.8GHz band;
- (xxxiv) IEEE-802.11b/g - Wireless LAN MAC and PHY specifications: Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4GHz band;
- (xxxv) IEEE-802.11 IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications;
- (xxxvi) IEEE-802.1D - Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks – Common Specifications - Media Access Control (MAC) Bridges”;
- (xxxvii) IEEE 828 - Software Configuration Management Plans;
- (xxxviii) IEEE 829 - Software Test Documentation;
- (xxxix) IEEE 830 - Guide to Software Requirement Specification;
- (xl) IEEE 1008 - Software Unit Testing;
- (xli) IEEE 1044 - Classification for Software Anomalies;
- (xlii) IEEE 1061 - Software Quality Metrics Methodology;
- (xliii) IEEE 1062 - Recommended Practice for Software Acquisition;
- (xliv) IEEE 1063 - Software User Documentation;
- (xlv) IEEE 1074 - Developing Software Life Cycle Processes;
- (xlvii) IEEE 1228 - Software Safety Plans;
- (xlviii) IEEE 1394 - High Performance Serial Bus;
- (xlviii) NBR ISO 9001 - Quality management systems - Requirements;
- (xlix) ISO 14001 - Environmental management systems - Requirements with guidance for use;
- (I) NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- (II) NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (lii) NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- (liii) NBR 5431 - Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas – Dimensões;
- (liv) NBR 5111 - Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos;
- (lv) NBR 5598 - Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP - Requisitos;
- (lvi) NBR 5624 - Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca ABNT NBR 8133 - Requisitos;
- (lvii) NBR 6239 - Fios e cabos elétricos - Deformação a quente;
- (lviii) NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação;
- (lix) NBR 6881 - Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação - Ensaio de tensão elétrica;
- (lx) NBR 7008 - Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente;
- (lxi) NBR 7013 - Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente - Requisitos gerais;
- (lxii) 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;
- (lxiii) NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio;
- (lxiv) NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio;
- (lxv) NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio;
- (lxvi) NBR 8133 - Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca - Designação, dimensões e tolerâncias;
- (lxvii) NBR 10495 - Fios e cabos elétricos - Determinação da quantidade de gás ácido halogenado emitida durante a combustão de materiais poliméricos;
- (lxviii) NBR 11300 - Fios e cabos elétricos - Determinação da densidade de fumaça emitida em condições definidas de queima - Método de ensaio;
- (lxix) NBR 11633 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do grau de acidez de gases desenvolvidos durante a combustão de componentes - Método de ensaio;
- (lxx) NBR 12139 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do índice de toxidez

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

dos gases desenvolvidos durante a combustão dos materiais poliméricos

- Método de ensaio;

(lxxi) NBR 13248 - Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolação extrudada e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1Kv - requisitos de desempenho;

(lxxii) NBR 13570 - Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos;

(lxxiii) NBR 13897 - Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário;

(lxxiv) NBR 13898 - Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário;

(lxxv) NBR 14106 - Cordão Óptico;

(lxxvi) NBR 14334 - Alumínio na liga 6101 - Tubos estruturais para fins elétricos – Requisitos;

(lxxvii) NBR 14565 - Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada;

(lxxviii) NBR 14705 - Cabos internos para telecomunicações - Classificação quanto ao comportamento frente à chama;

(lxxix) NBR 14771 - Cabo óptico interno - Especificação;

(lxxx) NBR 14773 - Cabo óptico dielétrico protegido contra-ataque de roedores para aplicação em linhas de dutos - Especificação;

(lxxxi) NBR 15877 - Pintura industrial - Ensaio de aderência por tração;

(lxxxii) NBR 15928 - Ensaio não destrutivo - Análise de vibrações - Terminologia;

(lxxxiii) NBR 16415 - Caminhos e espaços para cabeamento estruturado;

(lxxxiv) NBR IEC 60065 - Audio, video and similar electronic apparatus - Safety requirements;

(lxxxv) NBR IEC 60332 - Métodos de ensaio para cabos elétricos sob condições de fogo;

(lxxxvi) NBR IEC 60670-1 - NBR IEC 60670-1 - Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas Parte 1: Requisitos gerais;

(lxxxvii) NBR IEC 60811 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolação e de cobertura de cabos elétricos;

(lxxxviii) NBR NM 280 - Condutores de cabos isolados;

(lxxxix) NBR NM ISO 7-1 - Rosca para tubos onde a junta de vedação sob pressão é feita pela rosca Parte 1: Dimensões, tolerâncias e designação;

(xc) NBR ISO IEC 17025 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

ensaio e calibração;

- (xci) MIL STD 756B - Reliability Modeling and Prediction;
- (xcii) MIL STD HDBK 217F - Reliability Prediction of Electronic Equipment;
- (xciii) MIL STD HDBK 781A - Reliability test methods, plans and environments for engineering, development qualification and production;
- (xciv) MIL-STD-461 - Electromagnetic Interference characteristics requirements for equipment;
- (xcv) TIA/EIA 232F - Recommended standard 232F;
- (xcvi) TIA/EIA 422B - Recommended standard 422B;
- (xcvii) TIA/EIA 423F - Recommended standard 423F;
- (xcviii) TIA/EIA 485A - Recommended standard 485A;
- (xcix) TIA/EIA 568-B.1 - Requisitos gerais para projeto, instalação e parâmetro para testes do sistema de cabeamento estruturado;
- (c) TIA/EIA 568-B.2 - Requerimentos elétricos e mecânicos para cabos UTP e ScTP 100 Ohms;
- (ci) TIA/EIA 568-B.3 - Componentes de cabeamento de fibra óptica;
- (cii) ANSI/TIA-568-C.0 - Cabeamento genérico para telecomunicações nas dependências do cliente;
- (ciii) TIA/EIA 607 - Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications.

3.5 Normas Específicas

As normas utilizadas de cada sistema estão listadas no Apenso 1 deste ANEXO.

3.6 Infraestrutura

3.6.1 Dutos Metálicos Perfurados e Acessórios

Aplicação: Instalação aparente e sobre forros, em área técnica, operacional e pública da estação.

Os dutos metálicos e acessórios, em chapas de aço SAE 1008/1010/1020, de espessura mínima de 1,27 mm (18 MSG) galvanizados à quente, com tampa, deverão atender as normas NBR 6323 ou NBR 7008, NBR 7013, NBR 7397, NBR 7398, NBR 7399 e NBR 7400, da ABNT.

3.6.2 Perfisados Metálicos e Acessórios

Aplicação: Instalação aparente e sobre forros, em área técnica, operacional e pública da estação.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Os perfilados e acessórios, em chapas de aço SAE 1008/1010/1020, de espessura mínima de 1,27 mm (18 MSG), galvanizados à quente, com tampa, deverão atender as prescrições das normas NBR 6323, NBR 7008, NBR 7013, NBR 7397, NBR 7398, NBR 7399 e NBR 7400, da ABNT em suas versões mais recentes.

Os perfilados e os acessórios deverão ser protegidos por galvanização a quente ou por processo contínuo de imersão a quente, revestimento “B” com mínimo de 18 micrometros de zinco por face (depósito de 260 g/m²), conforme normas NBR 6323 ou NBR 7008 e NBR 7013, salvo se indicado de outra maneira e em suas versões mais recentes.

3.6.3 Leitos Metálicos e Acessórios

Aplicação: Instalação aparente, em porão de cabos, canaletas e galerias da estação.

Deverão atender as prescrições das normas NBR 6323, NBR 7008, NBR 7013, NBR 7397, NBR 7398, NBR 7399 e NBR 7400, da ABNT em suas versões mais recentes.

3.6.4 Eletrodutos de Aço e Acessórios

Aplicação: Instalação aparente em área técnica e operacional e instalação embutida no piso ou subterrâneo (em área externa) da estação.

Na fabricação e fornecimento, os eletrodutos rígidos de aço carbono, galvanizados por imersão a quente, semipesados, com uma luva na extremidade, deverão atender as prescrições da norma NBR 5598 e NBR 5624, da ABNT em suas versões mais recentes.

A rosca nos eletrodutos, curvas e luvas deverão ser BSP e de acordo com as prescrições da norma NBR NM ISO 7-1 e NBR 8133, da ABNT em suas versões mais recentes.

Os eletrodutos e os acessórios deverão ser protegidos por galvanização por imersão a quente, interna e externamente, conforme normas NBR 7008 e NBR 7013, da ABNT em suas versões mais recentes.

As caixas de passagem (tipo TGVP), tamanho normal ou grande, saídas sem rosca, deverão ser construídas em liga de alumínio fundido e as superfícies tanto internas como externas deverão ser livres de irregularidades e saliências, providas de guarnições em borracha, tampa de alumínio estampada fixada por parafusos, conforme normas NBR IEC 60670-1 e NBR 5431, da ABNT em suas versões mais recentes.

3.6.5 Eletroduto de Alumínio e Acessórios

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Aplicação: Instalação aparente, em locais de afluência de público da estação.

Na fabricação e fornecimento, os eletrodutos de alumínio extrudado e curvas, fabricados em liga de alumínio resistente a corrosão, extrudados, *schedule* 40, deverão seguir as prescrições da norma NBR 14334 da ABNT em sua versão mais recente.

3.6.6 Eletroduto Corrugado Flexível

Aplicação: Instalação embutida em piso (subterrâneo), em área externa à edificação da estação.

Na fabricação e fornecimento, os eletrodutos corrugados flexíveis, em polietileno de alta densidade, cor preta, seção circular, com corrugação helicoidal, flexível e impermeável, resistentes a abrasão/compressão diametral/impacto, com arame guia, deverão seguir as prescrições das normas: NBR 13897 e NBR 13898, da ABNT em suas versões mais recentes.

3.6.7 Generalidades

Os equipamentos ou cabos expostos em canaletas, dutos, sujeitos ao contato com o público ou instalados ao longo da via férrea deverão ser protegidos contrachocos, desgastes e tentativas de vandalismo, conforme a NBR 13570.

3.7 Condições Ambientais

3.7.1 Condições Ambientais nas Instalações no Trecho

Os equipamentos dos sistemas de telecomunicações, a serem instalados nas áreas internas das salas técnicas das estações e ao longo do trecho, deverão operar nas seguintes condições ambientais (exceto se for explicitado na especificação técnica):

- (i) Temperatura: 0° a 40° C;
- (ii) Umidade Relativa: 30% a 90%.

Os equipamentos de Telecomunicações, a serem instalados nas áreas dos túneis, deverão operar nas seguintes condições ambientais (exceto se for explicitado na especificação técnica):

- (i) Temperatura: - 5° a 60° C;
- (ii) Umidade Relativa: 30% a 90%.

A exigência deste documento referente à temperatura e umidade é um requisito mínimo. Para casos específicos, em que a especificação do sistema apresentar outra faixa de operação de temperatura e umidade valerá o que for mais restritivo.

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Para salas técnicas e operacionais

Tabela 47 – Condições ambientais – Salas técnicas e operacionais

Parâmetros	Condição	Salas Técnicas e Operacionais	
		Climatizadas	Não climatizadas
Temperatura (°C)	Operação (funcionamento)	+ 40 0	+ 45 0
	Máx.		
	Mín.		
	Armazenamento	+ 70 - 10	
	Máx.		
	Mín.		
	Temperatura de Choque	+ 50 - 5	
	Máx.		
	Mín.		
Umidade (Não Condensado)	Operação (funcionamento)	95% 5%	
	Máx.		
	Mín.		
	Armazenamento	95% 5%	
	Máx.		
	Mín.		
Vibração	5 a 10 Hz	7.6mm p-p	
	10 a 50 Hz	0.5 g p	
	50 a 100 Hz	0.5 g p	
	100 a 200 Hz	0.5 g p	
	200 a 1000 Hz	-	
Choque Mecânico	Transporte (pulso de 11 mseg.)	10 g pico	
	Montado (pulso de 11 mseg.)	10 g pico	
Meio ambiente – Abrasivo	Fumaça	Não	
	Água	Não	
	Areia	Não	
	Pó e limalhas metálicas	Somente Pó	

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Ambientes em plataformas, Via e Céu Aberto

Tabela 48 – Condições ambientais – Plataformas e vias a céu aberto

Parâmetros	Condição	Plataformas e Vias a Céu Aberto
Temperatura (°C)	Operação (funcionamento)	+ 60 0
	Máx.	
	Mín.	
	Armazenamento	+ 70 - 10
	Máx.	
	Mín.	
	Temperatura de Choque	+ 50 - 5
	Máx.	
	Mín.	
Umidade (Não Condensado)	Operação (funcionamento)	95% 5%
	Máx.	
	Mín.	
	Armazenamento	95% 5%
	Máx.	
	Mín.	
Vibração	5 a 10 Hz	2 g p
	10 a 50 Hz	2 g p
	50 a 100 Hz	2 g p
	100 a 200 Hz	2 g p
	200 a 1000 Hz	-
Choque Mecânico	Transporte (pulso de 11 mseg.)	10 g pico
	Montado (pulso de 11 mseg.)	10 g pico
Meio ambiente Abrasivo	Fumaça	Sim
	Água	Sim
	Areia	Sim
	Pó e limalhas metálicas	Sim

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

Ambientes em Mezaninos, Acessos e Plataformas

Tabela 49 – Condições ambientais – Mezanino, acessos e plataformas cobertas

Parâmetros	Condição	Mezaninos, Acessos e Plataformas
Temperatura (°C)	Operação (funcionamento)	+ 45 0
	Máx.	
	Mín.	
	Armazenamento	+ 70 - 10
	Máx.	
	Mín.	
	Temperatura de Choque	+ 50 - 5
	Máx.	
	Mín.	
Umidade (Não Condensado)	Operação (funcionamento)	95% 5%
	Máx.	
	Mín.	
	Armazenamento	95% 5%
	Máx.	
	Mín.	
Vibração	5 a 10 Hz	7.6 mm p-p
	10 a 50 Hz	0.5 g p
	50 a 100 Hz	0.5 g p
	100 a 200 Hz	0.5 g p
	200 a 1000 Hz	-
Choque Mecânico	Transporte (pulso de 11 mseg.)	10 g pico
	Montado (pulso de 11 mseg.)	10 g pico
Meio ambiente – Abrasivo	Fumaça	Não
	Água	Não
	Areia	Não
	Pó e limalhas metálicas	Pó

Considerando que haverá poeira em suspensão, tanto nas salas técnicas das estações e ao longo do trecho ferroviário quanto nas áreas públicas, os equipamentos deverão ter proteção contra a infiltração desta poeira. (Equipamentos devem apresentar grau de proteção contra água e poeira, conforme NBR 60529 em sua versão mais recente).

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

3.7.2 Requisitos de Fabricação, Montagem e Instalação

Deverão suportar as exigências impostas pelas condições ambientais, tais como: temperatura, vibrações, choques mecânicos, umidade, gases nocivos, corrosivos, poeira e luz solar direta. Deverão ser seguidas as normas NBR IEC 60065 e 60068-2-1 (ensaio de frio), 60068-2-2 (ensaio de calor seco), 60068-2-3 (ensaio de calor úmido), 60068-2-14 (ensaio de variação de temperatura), 60068-2-6 (ensaio de vibração) ou equivalentes, desde que aprovadas pelo PODER CONCEDENTE e em suas versões mais recentes.

3.7.3 Aterramento Elétrico

Deverão ser seguidas as normas ANSI/TIA/EIA-607 e “IEC60479 series” anteriormente citadas, onde aplicáveis.

3.7.3.1 Caixas de Inspeção

Para o sistema de proteção contra descarga atmosférica dos equipamentos do Sistema devem ser obedecidas as seguintes normas técnicas, em sua última edição: NBR-5419, NBR-5410, NBR-13184, IEC-60, IEC-1024, IEC-364 e ANSI/TIA/EIA 607.

3.7.4 Proteção de Circuitos

Deverão ser observados os cuidados e incluídos todos os detalhes necessários às compatibilizações eletromagnéticas (EMC), entre outras proteções contra surtos atmosféricos residuais e sobretensões de origem espúrias, conforme prevê as normas MIL-STD-461 e IEC 61000, e devidamente comprovadas por meio de Relatório Técnico emitido por Laboratório credenciado pelas entidades MIL e IEC.

3.7.4.1 Proteção Contra Choques Elétricos

Deverão ser claramente identificados os pontos do equipamento onde existam tensões que possam causar choques elétricos aos trabalhadores que tiverem acesso ao mesmo. Tais pontos deverão ser agrupados e ter proteção contra eventual contato acidental.

Devem ser apresentadas evidências de segurança do sistema através de ensaios elétricos adequados para cada equipamento. Estes testes deverão ser realizados em fábrica e em campo, e deverão estar de acordo com a norma NBR IEC 60811.

3.7.4.2 Proteção Contra Fogo

Os equipamentos e materiais deverão ser constituídos de materiais não propagadores

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

de chama.

Não deverão ser utilizados fios e cabos elétricos que em presença de altas temperaturas (conforme especificação do cabo) liberem gases ou vapores tóxicos, e deverão estar de acordo com a norma NBR IEC 60332.

Deverão ser utilizados fios e cabos elétricos, cujo amolecimento em altas temperaturas esteja de acordo com a norma NBR 6239.

3.7.5 Requisitos de Segurança

Os equipamentos, componentes, circuitos elétricos e eletrônicos, que são projetados em estrita obediência ao conceito de Falha-Segura, devem orientar-se ao disposto a seguir:

- (i) estes itens devem basear-se nos princípios de circuito fechado, isto é, não deve ser possível a ocorrência de condição de insegurança no sistema como resultado de condutores rompidos, defeito em componente ou grupo de componentes ou equipamentos que não operem quando energizados;
- (ii) qualquer falha, autodetectável ou não, nos equipamentos ou em componentes do respectivo circuito não deve causar condição de insegurança quando essa falha ocorrer simultaneamente ou combinada com a ocorrência de outras falhas.

3.7.6 Interfaces Elétricas

As interfaces dos equipamentos devem atender aos requisitos de segurança, de disponibilidade, de confiabilidade, de conectividade e os demais requisitos especificados para o Sistema.

As interfaces do Sistema devem ser concebidas atendendo os seguintes padrões de normas:

- (i) recomendações do CCIR - Comitê Consultivo Internacional de Rádio;
- (ii) CISPR - Comité Internationale Spécial des Perturbations Rádio Electriques;
- (iii) FCC - Federal Communications Commission.

Na medida do possível, as interfaces físicas para interconexões de equipamentos devem ser concebidas utilizando-se de comunicação do tipo serial e, preferencialmente, nos seguintes padrões:

- (i) elétrico – EIA (RS-232, RS- 422 e RS-485);
- (ii) óptico - Recomendações do ITU-TSS e práticas Telebrás.

Quando não for possível a utilização de comunicação serial, as interfaces devem possuir

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

isolação elétrica adequada, proteção contra transitórios, ruídos e interferências do tipo eletromagnética (EMI) bem como proteção contra utilização indevida.

As interfaces elétricas devem permitir operação de módulos e equipamentos distintos em um mesmo ambiente operacional, com total compatibilidade magnética (EMC) entre os mesmos.

As interfaces do Sistema devem ser concebidas em nível lógico, utilizando-se protocolos de comunicação compatíveis com a arquitetura RM-OSI/ISO e devem possuir ferramentas de detecção e correção de erros nos enlaces físicos e lógicos padronizados.

As interfaces de comunicação físicas entre os vários módulos do Sistema, quando configuradas em rede, devem atender o modelo OSI - padrão TCP/IP, tanto na configuração ponto-a-ponto como na configuração multiponto.

3.7.7 Gabinetes, Bastidores E Partes Metálicas

As estruturas deverão ter um grau de proteção igual ou superior ao IP 54 para ambientes não expostos ao tempo e IP66 para ambientes externos em conformidade com a norma ABNT NBR IEC 60529:2005 ou equivalente mais atualizada.

3.8 Software

A Concessionaria deve garantir que detenha plenamente o direito de utilizar qualquer ferramenta de software a ela fornecida.

3.9 Interfaces de Comunicação

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

- (i) Fast-Ethernet de acordo com a norma IEEE-802.3;
- (ii) Padrão serial USB ou conforme a norma IEEE-1394 (firewire);
- (iii) Ópticas – conforme recomendações da ITU e práticas da Telebrás;
- (iv) Padrão serial EIA-RS, de acordo com suas respectivas Normas:
- (v) RS-232 – Norma TIA/EIA-232 F;
- (vi) RS-422 – Norma TIA/EIA-422 B;
- (vii) RS-423 – Norma TIA/EIA-423 F;
- (viii) RS-485 – Norma TIA/EIA-485 A.

Os protocolos devem ser não proprietários e largamente utilizados no mercado e devem

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

permitir a total interoperabilidade entre equipamentos do SCT e com Sistemas de Interface.

Os protocolos de comunicação devem ser concebidos utilizando-se dos seguintes padrões:

- (i) Modelo ISO/OSI e ou TCP/IP em sua última revisão para comunicação em rede;
- (ii) Modelo ISO/OSI para comunicação ponto a ponto.

3.10 Documentação Técnica

3.10.1 Documentação de Desenvolvimento de Projeto

A Concessionaria deverá apresentar, no início dos desenvolvimentos do projeto:

- (i) plano de Trabalho;
- (ii) índice de Documentos (ID);
- (iii) cronograma de Implantação.

Devendo mantê-los atualizados durante o período todo, retratando fielmente a situação dos documentos e da implantação.

3.10.2 Composição da Documentação Técnica do Projeto

A Concessionaria deverá desenvolver, os documentos técnicos com conteúdo mínimo de informações a seguir descritas. Estas informações podem fazer parte de um ou mais documentos ou agrupados em documentos específicos.

3.10.3 Projeto de Sistema

A Concessionaria deverá apresentar Descrição Funcional, contendo:

- (i) desenho da Configuração;
- (ii) diagrama de Interligação;
- (iii) diagrama de rede;
- (iv) esquema Unifilar;
- (v) esquema Elétrico;
- (vi) memorial de Cálculo;
- (vii) memorial Descritivo e Justificativo;
- (viii) diagrama de Aterramento;
- (ix) especificação Técnica de Equipamento;
- (x) desenhos Dimensionais;
- (xi) lista de Material;

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

- (xii) placa de Identificação e Características;
- (xiii) descrição do Circuito Eletrônico;
- (xiv) diagrama de Interligação;
- (xv) desenhos Dimensionais;
- (xvi) lista de Material;
- (xvii) desenho dos Cartões de Circuito Impresso;
- (xviii) desenho dos Cartões de Circuito Impresso com Componentes.;
- (xix) especificação de Material;
- (xx) especificação do Processo;

3.10.4 Projeto de Instalação

- (i) desenho de Caminhamento e Instalação de Cabos;
- (ii) desenho de Instalação dos Equipamentos;
- (iii) lista de Material.

3.10.5 Documentação de software

A CONCESSIONÁRIA deverá apresentar.

- (i) descrição do sistema;
- (ii) descrição do software de comunicação;
- (iii) descrição do projeto de software;
- (iv) dicionário de variáveis;
- (v) dicionários da geração do sistema;
- (vi) descrição de cada rotina;
- (vii) descrição dos testes nível de módulos e rotinas;
- (viii) listagem das rotinas;
- (ix) mapa de memória;
- (x) manuais de referência técnica do usuário do sistema operacional;
- (xi) manual de referência técnica do usuário das ferramentas e utilitários do software desenvolvido;
- (xii) observação geral da documentação de software.

3.11 Requisitos de Confiabilidade e Disponibilidade

A Concessionaria deverá desenvolver um programa para verificação e atendimento aos requisitos de confiabilidade e disponibilidade. O programa deverá ser constituído de:

- (i) cálculo de previsão de confiabilidade e disponibilidade, baseado nas

CONTRATO Nº 02/2021
PROCESSO STM Nº 2907444/2019
Concessão das Linhas 8 - Diamante e 9 - Esmeralda

recomendações das Normas MIL, utilizando o método de previsão por contagem de partes. Estes cálculos de previsão deverão ser utilizados somente na fase de desenvolvimento do projeto;

- (ii) cálculo de determinação de confiabilidade e disponibilidade, baseado nas mesmas recomendações acima, utilizando o método de análise de desgaste das partes. Este método deve ser utilizado na fase adiantada de projeto, já com grande parte dos componentes escolhidos;
- (iii) desenvolvimento de metodologia para levantamento, coleta e análise de dados para o cálculo dos valores de confiabilidade e disponibilidade. O levantamento dos dados deverá ser realizado durante o período de garantia do sistema;
- (iv) acompanhamento do levantamento dos dados e introdução de eventuais correções na metodologia, incluindo os formulários.