



ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SUPERINTENDÊNCIA ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA
DIVISÃO DE PROJETOS E MANUTENÇÃO

ANEXO I: MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

Processo SEI-ALRS N° 000010743-01.00/25-0
Doc. SEI-ALRS 3972791

Objeto da Contratação:

Contratação de serviços de engenharia de instalação de infraestrutura, painel de baixa tensão e cabeamento para alimentação elétrica do Teatro Dante Barone, sito na Praça Marechal Deodoro 101, em Porto Alegre/RS.

Área Requisitante:

Superintendência Administrativa e Financeira da ALRS

Sumário

1	OBJETO.....	4
2	ESCOPO DOS SERVIÇOS E DETALHAMENTO DAS ETAPAS.....	5
2.1	ETAPA A: ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO E RESPONSABILIDADE TÉCNICA	5
2.1.1	Serviços Incluídos (Itens 1 e 13 da Planilha Orçamentária)	5
2.1.2	Detalhamento das Obrigações de Projeto.....	5
2.1.3	Entregáveis Obrigatórios da Etapa A	5
2.2	ETAPA B: SERVIÇOS CIVIS E INSTALAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE LEITOS	6
2.2.1	Serviços Incluídos (Itens 2, 3, 4, 8 da Planilha Orçamentária)	6
2.2.2	Remoção de Elementos Civis de Interferência (Item 2).....	6
2.2.3	Criação de Shaft em Área Externa (Item 4)	6
2.2.4	Fornecimento e Instalação de Leito de Cabos (Item 8).....	6
2.2.5	Recuperação de Paredes e outros Elementos Civis (Item 3)	6
2.3	ETAPA C: FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE CONDUTORES	6
2.3.1	Serviços Incluídos (Itens 5, 6, 7 da Planilha Orçamentária)	6
2.3.2	Detalhamento dos Serviços de Lançamento.....	6
2.3.3	Especificações Técnicas dos Condutores	7
2.4	ETAPA D: FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS.....	7
2.4.1	Serviços Incluídos (Itens 9, 10 da Planilha Orçamentária)	7
2.4.2	Especificações do Painel Elétrico Industrial Completo (Novo Painel) (Item 9)	7
2.4.3	Especificações do Painel Elétrico para Interface do Gerador (Item 10)	7
2.5	ETAPA E: INTERLIGAÇÃO, COMISSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO FINAL.....	7
2.5.1	Serviços Incluídos (Itens 11, 12 da Planilha Orçamentária)	7
2.5.2	Interligação do Novo Sistema (Item 11)	7
2.5.3	Procedimentos de Comissionamento e Verificação (Item 12)	8
2.6	ETAPA F: ELABORAÇÃO DE PROJETO “AS-BUILT”	9
2.6.1	Serviços Incluídos (Item 14 da Planilha Orçamentária).....	9
2.6.2	Conteúdo Mínimo do "As-Built"	9
2.6.3	Formatos e Entrega	9
2.7	ETAPA G: SUPERVISÃO GERAL DOS SERVIÇOS.....	9
2.7.1	Detalhamento dos Serviços	9
2.7.2	Obrigações e Entrega	9
3	NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS.....	10
3.1	Normas ABNT	10
3.2	Normas Regulamentadoras (NRs).....	10
4	CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO	11
4.1	Responsabilidades da Contratada.....	11
4.2	Responsabilidades da Contratante.....	11
5	CONDIÇÕES DE MEDIÇÃO, FATURAMENTO E PAGAMENTO	12
5.1	Medição da Etapa A (Projeto e ARTs)	12

5.2	Medição da Etapa B (Civil e Leitões).....	12
5.3	Medição da Etapa C (Condutores).....	12
5.4	Medição da Etapa D (Painéis).....	12
5.5	Medição da Etapa E (Comissionamento).....	12
5.6	Medição da Etapa F (As-Built).....	12
5.7	Medição da Etapa G (Supervisão).....	13
6	PRAZOS DE EXECUÇÃO	14
6.1	Prazo Total	14
6.2	Cronograma Sugerido das Etapas	14
7	PREMISSAS DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO.....	15
7.1	Tensão de alimentação	15
7.2	Carga instalada no TDB (sem sistemas de PCI)	15
7.3	Carga de PCI instalada no TDB	15
7.4	Gerador do TDB.....	15
7.5	Distância aproximada do trecho entre QGBT-C-PF até QGBT-TDB:	15
7.6	Distância aproximada do trecho entre o Gerador Externo até QPCI-TDB	15
8	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO	16
8.1	Dimensionamento dos Condutores do Alimentador do QGBT-TDB	16
8.1.1	Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Capacidade de Corrente....	16
8.1.2	Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Queda de Tensão	16
8.1.3	Dimensionamento do Condutor de Neutro.....	17
8.2	Dimensionamento dos Condutores do Alimentador do QPCI-TDB	18
8.2.1	Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Capacidade de Corrente....	18
8.2.2	Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Queda de Tensão	18
8.2.3	Dimensionamento do Condutor de Neutro do Alimentador do QPCI-TDB	19
8.3	Dimensionamento do Condutor de Proteção dos Alimentadores do QGBT-TDB e QPCI-TDB	19
8.4	Dimensionamento dos Condutores do Alimentador do Gerador Externo.....	20
8.4.1	Dimensionamento dos Condutores de Fase	20
8.4.2	Dimensionamento dos Condutores de Neutro.....	20
8.4.3	Dimensionamento dos Condutores de Proteção.....	20
8.5	Dimensionamento do Leito de Cabos	21
8.5.1	Dimensões do Leito entre QGBT-PF e QGBT-TDB	21
8.6	Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção do Alimentador Principal.....	21



1 OBJETO

Este documento tem por objeto estabelecer, em caráter técnico e descritivo, as condições e especificações gerais e as metodologias sugeridas para a contratação dos serviços comuns de engenharia destinados à adequação da infraestrutura elétrica de alimentação do Teatro Dante Barone (TDB).

O escopo integral da contratação abrange desde a elaboração do projeto executivo (Etapa A), passando pela execução de serviços civis e instalação de infraestrutura (Etapa B), fornecimento e lançamento de condutores (Etapa C), fornecimento e instalação de painéis elétricos (Etapa D), até a interligação, o comissionamento completo da instalação (Etapa E), a entrega da documentação "as-built" (Etapa F) e a supervisão geral de todos os serviços (Etapa G).

Os serviços deverão ser executados em **regime de empreitada por preço global**, compreendendo o fornecimento de todos os materiais de primeira linha, equipamentos, ferramentas, mão de obra qualificada e supervisão técnica necessários para a correta e completa execução dos serviços descritos neste memorial e nas demais peças que integram o Termo de Referência.



2 ESCOPO DOS SERVIÇOS E DETALHAMENTO DAS ETAPAS

Os serviços foram faseados em sete etapas (de A até G), estabelecendo marcos de entrega e aprovação bem definidos. A aprovação formal de uma etapa pela Fiscalização do Contrato é condição precedente para a medição da etapa concluída e, em casos de dependência técnica, para o início da etapa subsequente.

2.1 ETAPA A: ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO E RESPONSABILIDADE TÉCNICA

2.1.1 *Serviços Incluídos (Itens 1 e 13 da Planilha Orçamentária)*

Esta etapa compreende a totalidade dos serviços de engenharia consultiva necessários para transformar o "projeto base" (fornecido pela Contratante) em um Projeto Executivo Completo e apto para a execução. Inclui-se a emissão de todas as Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) pertinentes à execução do contrato como um todo.

2.1.2 *Detalhamento das Obrigações de Projeto*

A Contratada deverá realizar levantamentos de campo com vistas a revisão dos projetos fornecidos pela Contratante. Estes levantamentos deverão verificar, mas não se limitar a: cotas, alturas, distâncias, mapeamento de elementos de interferência (dutos, encanamentos, estruturas metálicas existentes etc.) e prospecção de todo o caminhamento da nova infraestrutura.

Este processo de validação de campo é fundamental. A Contratada assume a responsabilidade de identificar quaisquer discrepâncias entre o projeto base e a realidade de campo. Tais discrepâncias deverão ser formalmente comunicadas ao Fiscal do Contrato, acompanhadas da proposição de soluções de engenharia para aprovação, antes da finalização dos entregáveis desta etapa. Ao elaborar o projeto executivo e emitir a ART de execução, a Contratada assume a responsabilidade técnica integral pela adequação e exequibilidade da solução projetada.

2.1.3 *Entregáveis Obrigatórios da Etapa A*

A Contratada deverá entregar a documentação completa, em formato digital (arquivos editáveis, preferencialmente DWG, e em formato PDF assinado), via e-mail ou outro meio digital acordado com a fiscalização. Os entregáveis mínimos são:

- **Pranchas em CAD:** Jogo completo de desenhos técnicos necessários para a execução dos serviços *in loco*. Deverá conter, por exemplo:
 - Detalhes executivos de instalação dos leitos de cabos, incluindo métodos de fixação, suportação e dimensionais.
 - Projeto de detalhamento do *shaft* externo (referente à Etapa B), incluindo cortes, vistas e especificações de materiais civis.
 - Plantas, vistas e cortes que detalhem a supressão ou remanejamento de elementos de interferência.
 - Planta de caminhamento completo dos leitos e condutores ao longo de todo o percurso.
- **Especificações Técnicas:** Documento consolidado (lista de materiais) detalhando as especificações técnicas de todos os materiais a serem empregados (cabos, leitos, painéis, disjuntores, etc.), incluindo fabricantes, modelos e normas ABNT aplicáveis.
- **Memorial Descritivo dos Serviços:** Revisão e complementação deste presente memorial, detalhando as metodologias executivas, programações e o "como fazer" de cada serviço, com base nas soluções definidas no projeto executivo.
- **Projetos dos Painéis:** Projetos executivos (em CAD) dos painéis elétricos (itens 1.4.1 e 1.4.2), contendo vistas frontais e internas, dimensões físicas, diagramas unifilares e trifilares, e detalhamento de cada componente interno e sua fixação.
- **Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs):** Emissão e entrega das ARTs, devidamente recolhidas, relativas ao Projeto Executivo (Item 1) e à Execução de todos os serviços do contrato (Item 13). A entrega das ARTs na primeira etapa é condição essencial para o pagamento da mesma.



2.2 ETAPA B: SERVIÇOS CIVIS E INSTALAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE LEITOS

2.2.1 Serviços Incluídos (Itens 2, 3, 4, 8 da Planilha Orçamentária)

Esta etapa compreende a preparação da infraestrutura civil e a instalação da infraestrutura de encaminhamento elétrico, baseando-se estritamente no Projeto Executivo aprovado na Etapa A.

2.2.2 Remoção de Elementos Cíveis de Interferência (Item 2)

A Contratada deverá executar a remoção, remanejamento ou demolição de todos os elementos que possam estar obstruindo o caminhamento dos condutores e leitos, conforme mapeado e detalhado no Projeto Executivo (Etapa A).

Isto inclui, mas não se limita a: dutos, encanamentos, eletrodutos antigos, condutores desativados, estruturas metálicas (incluindo portões ou gradis), equipamentos e caixas de passagem.

Inclui também a execução de rasgos em parede (alvenaria) e/ou de laje que venham a ser estritamente necessários para a passagem da nova infraestrutura, conforme previsto em projeto.

2.2.3 Criação de Shaft em Área Externa (Item 4)

Com base nas informações do projeto executivo, a Contratada deverá construir o *shaft* em área externa. Este serviço inclui a retirada prévia de elementos de interferência e a execução de todos os serviços civis (fundações, alvenaria, impermeabilização, acabamento) necessários para sua completa funcionalidade, estanqueidade e integração arquitetônica.

2.2.4 Fornecimento e Instalação de Leito de Cabos (Item 8)

A Contratada deverá fornecer e instalar os leitos de cabos ao longo de todo o trecho indicado no projeto executivo. As especificações dos leitos (material, dimensões, tipo de acabamento, capacidade de carga) deverão seguir rigorosamente o documento de Especificações Técnicas (entregável da Etapa A) e ser aprovadas pelo Fiscal.

2.2.5 Recuperação de Paredes e outros Elementos Cíveis (Item 3)

Esta é uma condição crítica da Etapa B. Em todos os pontos onde tenham sido necessárias intervenções destrutivas (rasgos de parede, demolições, aberturas em laje, furos), a Contratada deverá realizar a completa recomposição civil.

A recomposição deverá preservar o bom acabamento dos serviços. O acabamento final (reboco, emassamento, pintura) deverá ser executado de modo a ficar idêntico e indistinguível do acabamento original das áreas adjacentes, não deixando vestígios da intervenção. A Contratada deverá garantir a remoção de todo o entulho gerado e a limpeza diária do local.

2.3 ETAPA C: FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE CONDUTORES

2.3.1 Serviços Incluídos (Itens 5, 6, 7 da Planilha Orçamentária)

Esta etapa consiste no fornecimento e instalação (lançamento e acomodação nos leitos) da totalidade dos condutores elétricos especificados.

2.3.2 Detalhamento dos Serviços de Lançamento

O lançamento dos condutores deverá ser executado por equipe qualificada, utilizando as técnicas e equipamentos adequados (como roldanas e guias) para não submeter os cabos a tração excessiva, torção ou raios de curvatura inferiores aos mínimos recomendados pelo fabricante, o que poderia comprometer a integridade da isolação.

As seções nominais, número de condutores por fase e seus caminhamentos exatos deverão seguir o Projeto Executivo (Etapa A), que por sua vez é baseado no projeto base e na memória de cálculo fornecidos junto ao Termo de Referência.



2.3.3 Especificações Técnicas dos Condutores

A especificação dos condutores é de natureza técnica e de segurança, sendo vedada a substituição por materiais de características inferiores. O fornecimento deverá ser de cabos elétricos unipolares com as seguintes características mínimas obrigatórias:

- Tensão de Isolamento: 0,6/1,0 kV.
- Condutor: Cobre nu, têmpera mole.
- Flexibilidade: Classe 5 (extra flexível).
- Isolação: Composto termofixo (HEPR - Borracha Etileno-Propileno) para 90°C.
- Cobertura: Composto termoplástico não halogenado (livre de halogênio, baixa emissão de fumaça e gases tóxicos - LSZH).

Os cabos deverão atender rigorosamente aos requisitos das normas ABNT NBR 13248 (Cabos de potência isolados com HEPR), ABNT NBR 13570 (Requisitos para cabos não halogenados) e ABNT NBR 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão). A exigência de cabos não halogenados é crítica para a segurança humana em caso de incêndio, considerando a natureza das edificações (Palácio Farroupilha e Teatro).

2.4 ETAPA D: FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS

2.4.1 Serviços Incluídos (Itens 9, 10 da Planilha Orçamentária)

Esta etapa abrange o fornecimento, montagem, transporte e instalação de 02 (dois) painéis elétricos distintos (Módulo TDB do QGBT-PF e QTM-EXT), conforme detalhado no Projeto Executivo aprovado na Etapa A.

2.4.2 Especificações do Painel Elétrico Industrial Completo (Novo Painel) (Item 9)

A Contratada deverá fornecer e instalar um novo painel elétrico na sala do QGBT do Palácio Farroupilha (Módulo TDB do QGBT-PF). O painel deverá ser montado, ensaiado e testado em fábrica.

O painel deverá conter no mínimo os elementos detalhados no projeto base fornecido pela Contratante.

2.4.3 Especificações do Painel Elétrico para Interface do Gerador (Item 10)

A Contratada deverá fornecer e instalar um quadro para a interligação de um gerador externo ao Teatro. Este quadro deverá possuir no mínimo os elementos detalhados no projeto base fornecido pela Contratante.

2.5 ETAPA E: INTERLIGAÇÃO, COMISSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO FINAL

2.5.1 Serviços Incluídos (Itens 11, 12 da Planilha Orçamentária)

Esta etapa é a verificação final e energização do sistema. Consiste na interligação física de todos os novos elementos (painéis, condutores) ao sistema existente e na execução de um protocolo de comissionamento rigoroso, em conformidade com a norma ABNT NBR 5410:2004.

2.5.2 Interligação do Novo Sistema (Item 11)

A Contratada deverá integrar o novo painel elétrico industrial (Item 9) ao barramento principal do QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão) existente no Palácio Farroupilha.

A interligação poderá ser feita através de cabos com a seção nominal mínima indicada no projeto base (mencionada como 300 mm² na seção de inspeção visual) e os conectores adequados (terminais de compressão), ou então através de conexões por barramentos de cobre internos entre os painéis.

Deverá ser realizada a interligação das 3 fases, do neutro e do condutor de proteção (terra) aos respectivos barramentos no QGBT do Palácio Farroupilha, garantindo o correto sequenciamento de fases.

Deverá ser integrado também nesta etapa o quadro de interface com o gerador (Item 10) no QGBT do Teatro.



2.5.3 Procedimentos de Comissionamento e Verificação (Item 12)

Ao concluir todos os serviços e antes da entrada definitiva em operação (energização final), a Contratada deverá realizar uma verificação final completa.

Todos os procedimentos de verificação deverão ser realizados por profissionais qualificados (comprovando habilitação e treinamento em NR-10) e deverão ser emitidos relatórios documentando os resultados obtidos.

O comissionamento obedecerá ao item 7 da norma ABNT NBR 5410:2004 e será dividido em duas fases:

2.5.3.1 Inspeção Visual (Instalação Desenergizada)

A inspeção visual deverá preceder os ensaios elétricos. O objetivo é verificar se os componentes da instalação fixa foram corretamente selecionados, instalados de acordo com a norma e o projeto executivo (Etapa A), e não apresentam danos aparentes.

A inspeção deverá abranger, no mínimo, os seguintes itens:

- **Medidas de proteção contra choques elétricos:** Verificação da correta instalação de todos os componentes do sistema de aterramento e equipotencialização, incluindo a ligação do novo painel e dos leitos de cabos ao condutor de proteção (terra).
- **Seleção e instalação das linhas elétricas:** Conferência da conformidade dos cabos e dos leitos com o especificado, bem como sua correta instalação, fixação e proteção contra influências externas.
- **Dispositivos de proteção:** Verificação da seleção, ajuste (se aplicável) e correta localização dos disjuntores e DPS no novo painel elétrico e no ponto de interligação com o QGBT.
- **Dispositivos de seccionamento:** Verificação da presença e adequação dos dispositivos de seccionamento geral da nova alimentação.
- **Identificação:** Verificação se todos os componentes (disjuntores, circuitos, painel, condutores) estão devidamente identificados de forma clara, legível e duradoura, conforme projeto.
- **Execução das conexões:** Inspeção visual (e por torque, se aplicável) da qualidade das conexões nos terminais do novo painel, no QGBT existente e em outros pontos, garantindo aperto e contato adequados.
- **Acessibilidade:** Verificação de que todos os componentes que exigem operação ou manutenção (disjuntores, multimetror) estão acessíveis.

2.5.3.2 Ensaio Elétricos (Após aprovação na Inspeção Visual)

Após a aprovação na inspeção visual, a instalação deverá ser submetida aos seguintes ensaios, no mínimo:

- **Continuidade dos Condutores de Proteção:** Deverá ser realizado um ensaio para comprovar a continuidade elétrica (baixa impedância) entre o terminal de aterramento principal do novo painel e os pontos mais distantes do sistema de leitos de cabos e demais massas metálicas associadas à instalação.
 - *Metodologia Sugerida:* Recomenda-se o uso de uma fonte de baixa tensão (4 V a 24 V) e corrente de no mínimo 0,2 A.
- **Resistência de Isolamento da Instalação Elétrica:** A resistência de isolamento deverá ser medida entre os condutores vivos, tomados dois a dois (F-F), e entre cada condutor vivo e o condutor de proteção (F-T).
 - *Metodologia Sugerida:* A medição deverá ser realizada com tensão de ensaio de 500 Vcc.
 - *Critério de Aceitação:* O valor obtido deverá ser igual ou superior a 0,5 MΩ.
- **Ensaio de Funcionamento:** Ao final, deverão ser realizados ensaios de funcionamento para verificar se a instalação e seus componentes (disjuntores, intertravamentos da chave reversora, multimetror, sinalizações) estão operando corretamente conforme projetado.

2.5.3.3 Critérios de Aceitação

A instalação somente será considerada recebida e aceita pela Contratante após:



1. A correção de todas as não conformidades eventualmente apontadas durante a inspeção visual e os ensaios elétricos.
2. A apresentação dos relatórios de comissionamento, assinados por profissional qualificado, com resultados satisfatórios para todos os ensaios exigidos.

2.6 ETAPA F: ELABORAÇÃO DE PROJETO "AS-BUILT"

2.6.1 *Serviços Incluídos (Item 14 da Planilha Orçamentária)*

Este serviço consiste na revisão e atualização de toda a documentação técnica do projeto (gerada na Etapa A) de forma a corresponder fielmente à instalação como executada ("*as-built*").

A elaboração do projeto "*as-built*" está em conformidade com o item 6.1.8.2 da norma ABNT NBR 5410:2004 e é condição indispensável para o recebimento definitivo da obra. A retenção do pagamento desta etapa garante que a Contratante receba a documentação precisa da instalação, essencial para futuras operações e manutenções.

2.6.2 *Conteúdo Mínimo do "As-Built"*

A documentação deverá conter, no mínimo, as seguintes informações atualizadas:

- **Plantas**: Revisão completa das plantas, indicando a localização exata e final de todos os componentes, incluindo:
 - O trajeto real da infraestrutura (leitões de cabos) e dos cabos de alimentação.
 - A posição definitiva do novo painel elétrico industrial e do *shaft* externo.
 - Detalhes do ponto de interligação com o QGBT existente no Palácio Farroupilha.
- **Esquemas Elétricos**: Atualização de todos os esquemas, em especial o diagrama unifilar do novo painel, refletindo a configuração final dos circuitos, a identificação dos componentes de proteção e os dados (fabricante, modelo, características nominais) dos equipamentos efetivamente instalados.
- **Memorial Descritivo e Especificações**: Revisão do memorial descritivo (da Etapa A) e da lista de materiais para que descrevam os componentes (fabricantes, modelos, características) que foram de fato empregados na instalação.

2.6.3 *Formatos e Entrega*

A documentação deverá ser entregue em formato digital (arquivos em DWG editável e PDF), devidamente assinadas pelo responsável técnico da Contratada.

2.7 ETAPA G: SUPERVISÃO GERAL DOS SERVIÇOS

2.7.1 *Detalhamento dos Serviços*

Esta etapa consiste na alocação, por parte da Contratada, de um encarregado geral (preposto) que deverá garantir a supervisão dos serviços.

A supervisão deverá se dar através da presença física *in loco* deste encarregado durante toda a execução dos serviços (Etapas B a E).

2.7.2 *Obrigações e Entrega*

A entrega e aferição desta etapa será feita através do preenchimento e assinatura do Diário de Obra (ou Relatório Diário de Obra - RDO) pela Contratada, com o "de acordo" do Fiscal do Contrato. O Diário de Obra é o documento formal para registro de ocorrências, efetivo, serviços executados e quaisquer comunicações formais de campo.



3 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

A Contratada deverá executar todos os serviços em estrita conformidade com as normas técnicas brasileiras (ABNT) e regulamentadoras (NR) vigentes. O atendimento às normas citadas abaixo é obrigatório, não excluindo a aplicação de outras normas pertinentes ao escopo.

3.1 Normas ABNT

- ABNT NBR 5410:2004: Instalações elétricas de baixa tensão (e suas atualizações).
 - Item 7: Verificação final (Comissionamento - Etapa E).
 - Item 6.1.8.2: Documentação (Projeto "As-Built" - Etapa F).
- ABNT NBR 13248: Cabos de potência com isolamento HEPR 90°C (Etapa C).
- ABNT NBR 13570: Instalações elétricas em locais de afluência de público (Etapa C).

3.2 Normas Regulamentadoras (NRs)

- NR-10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Todos os profissionais que intervierem na instalação (especialmente Etapas D e E) deverão possuir os treinamentos e certificações exigidos pela NR-10.
- NR-35: Trabalho em Altura. Aplicável à instalação de leitos de cabos (Etapa B) e passagem de condutores em percursos elevados.



4 CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO

4.1 Responsabilidades da Contratada

Além do descrito em cada etapa, é de responsabilidade da Contratada:

- Realizar todos os levantamentos de campo necessários (Etapa A).
- Fornecer todos os materiais de primeira linha, novos e sem uso, mão de obra qualificada e todos os equipamentos e ferramentas necessários.
- Garantir a presença do encarregado (Etapa G) e o preenchimento diário do Diário de Obra.
- Recolher e apresentar todas as ARTs (Etapa A).
- Reparar, às suas expensas, quaisquer danos causados ao patrimônio da Contratante durante a execução dos serviços.
- Realizar a limpeza diária do canteiro de obras e a remoção de todo o entulho gerado (Etapa B), garantindo o descarte adequado dos materiais removidos.

4.2 Responsabilidades da Contratante

- Disponibilizar o "projeto base" e a "memória de cálculo" (mencionados na Etapa C) para o desenvolvimento do projeto executivo.
- Disponibilizar um "Fiscal do Contrato" para aprovar as etapas, os entregáveis e as medições.
- Prover acesso seguro às áreas de trabalho, mediante agendamento e coordenação com a Contratada.



5 CONDIÇÕES DE MEDIÇÃO, FATURAMENTO E PAGAMENTO

O faturamento será realizado por Etapa, mediante a entrega integral dos serviços, produtos ou documentos da respectiva etapa, e a aprovação formal do Fiscal do Contrato, nas seguintes condições:

5.1 Medição da Etapa A (Projeto e ARTs)

A medição será de 100% do valor da etapa.

- **Condição:** Somente após o recebimento integral de todos os entregáveis da Etapa A (pranchas, memoriais, especificações, projetos de painel) e a aprovação formal do Fiscal do Contrato, em conjunto com a entrega de todas as ARTs (projeto e execução).
- **Vedação:** Em hipótese alguma haverá medição parcial da Etapa A.

5.2 Medição da Etapa B (Civil e Leitões)

A medição será de 100% do valor da etapa.

- **Condição:** Somente após a plena entrega de todos os serviços que compõem a etapa (remoção, leitões, *shaft*, recomposição civil) e a aprovação do Fiscal.
- **Vedação:** Em hipótese alguma haverá medição parcial da Etapa B.

5.3 Medição da Etapa C (Condutores)

A medição poderá ocorrer em dois momentos distintos, visando mitigar o impacto de fluxo de caixa da Contratada na aquisição de materiais de alto custo:

- **Primeiro Momento (Medição Parcial):** 30% do valor da etapa poderá ser medido quando a Contratada apresentar a Nota Fiscal da encomenda ou compra do volume total de cabos especificados.
- **Segundo Momento (Medição Final):** Os 70% restantes serão medidos somente após a plena entrega (lançamento completo dos condutores) e a aprovação do Fiscal.

Caso a Contratada opte por não realizar a medição parcial, o valor total (100%) será medido no Segundo Momento. Em hipótese alguma haverá medições parciais em condições distintas das apresentadas.

5.4 Medição da Etapa D (Painéis)

A medição poderá ocorrer em dois momentos distintos:

- **Primeiro Momento (Medição Parcial):** 30% do valor da etapa poderá ser medido quando a Contratada apresentar a Nota Fiscal da encomenda ou compra do painel (ou painéis).
- **Segundo Momento (Medição Final):** Os 70% restantes serão medidos somente após a instalação completa dos painéis e a aprovação do Fiscal.

Aplicam-se as mesmas regras da Etapa C.

5.5 Medição da Etapa E (Comissionamento)

A medição será de 100% do valor da etapa.

- **Condição:** Somente após a plena entrega de todos os serviços que compõem a etapa e a aprovação do Fiscal.
- **Vedação:** Em hipótese alguma haverá medição parcial da Etapa E.

5.6 Medição da Etapa F (As-Built)

A medição será de 100% do valor da etapa.

- **Condição:** Somente após a plena entrega de toda a documentação "as-built" (DWG e PDF) e sua aprovação formal pelo Fiscal.



- **Vedação:** Em hipótese alguma haverá medição parcial da Etapa F.

5.7 Medição da Etapa G (Supervisão)

A medição será feita de forma proporcional à execução física dos serviços (Etapas B a F), aferida através da validação do Diário de Obra pelo Fiscal do Contrato.



6 PRAZOS DE EXECUÇÃO

6.1 Prazo Total

O prazo de execução dos serviços e para execução da Etapa G (Supervisão) é de **90 (noventa) dias corridos**, contados a partir da emissão da Ordem de Início dos Serviços.

6.2 Cronograma Sugerido das Etapas

A Contratada deverá obedecer aos prazos de execução sugeridos para cada etapa, que compõem o prazo total de execução. O cronograma reflete a interdependência e sequenciamento das fases do projeto.

Etapa	Descrição Resumida	Itens da Planilha	Prazo Sugerido (dias)
A	Projeto Executivo e ARTs	1, 13	30
B	Serviços Cíveis, Shaft e Leitões	2, 3, 4, 8	15
C	Fornecimento e Lançamento de Condutores	5, 6, 7	20
D	Fornecimento e Instalação de Painéis	9, 10	10
E	Interligação e Comissionamento	11, 12	10
F	Elaboração de Projeto "As-Built"	14	5
G	Supervisão Geral	15	55 (concomitante às etapas B a F)
TOTAL	-----	-----	90



7 PREMISSAS DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO

7.1 Tensão de alimentação

Trifásico 220 V (tensão de linha).

7.2 Carga instalada no TDB (sem sistemas de PCI)

808,79 kVA (conforme projeto executivo da SPM Engenharia).

7.3 Carga de PCI instalada no TDB

64,92 kVA (conforme projeto executivo da SPM Engenharia).

7.4 Gerador do TDB

625 kVA (conforme projeto executivo da SPM Engenharia).

7.5 Distância aproximada do trecho entre QGBT-C-PF até QGBT-TDB:

90 m (conforme levantamento ALRS).

7.6 Distância aproximada do trecho entre o Gerador Externo até QPCI-TDB

25 m (conforme levantamento ALRS).



8 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO

8.1 Dimensionamento dos Condutores do Alimentador do QGBT-TDB

8.1.1 Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Capacidade de Corrente

Considerando a capacidade máxima do disjuntor geral do QGBT-TDB (conforme projeto SPM Engenharia, $I_N = 1600$ A) como sendo igual à corrente de projeto (I_B) do QGBT-TDB, ou seja,

$$I_B = 1.600 \text{ A}$$

Os fatores de correção, conforme Tabelas 40 e 42 da norma ABNT NBR 5410 considerados foram:

- **Fator de Correção por Temperatura (FCT):** 1,00; e
- **Fator de Correção por Agrupamento (FCA):** 0,87.

Portanto, a corrente de projeto corrigida (I'_B) é igual a:

$$I'_B = \frac{I_B}{FCT \times FCA} \rightarrow I'_B = \frac{1.600}{1,00 \times 0,87} \rightarrow I'_B \cong 1.839 \text{ A}$$

Utilizando-se o valor calculado para I'_B , o método de instalação nº 16 (e de referência F) da Tabela 33 da norma ABNT NBR 5410 e a Tabela 39 (para condutores de cobre e isolamento em EPR/XLPE, três condutores carregados e justapostos) da norma ABNT NBR 5410, se definiu que a seção nominal padrão dos cabos de fase será de 300 mm^2 , a qual possui corrente nominal (I_z) **igual a 736 A**.

Dividindo-se I'_B por I_z se obtém o número de condutores necessários por fase (NCPF):

$$NCPF = \frac{1.839 \text{ A}}{736 \text{ A}} \rightarrow NCPF \cong 2,49 \text{ condutores por fase} \rightarrow \boxed{NCPF = 3 \text{ condutores por fase}}$$

Portanto, nesta configuração de 3 condutores por fase, o alimentador do TDB suportará uma carga de até 2.208 A (ou seja, 3×736 A).

8.1.2 Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Queda de Tensão

Este critério impõe, com base no item 6.2.7 da norma ABNT NBR 5410:2004, que a máxima queda de tensão sobre os condutores, calculada a partir do ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição, deverá ser de 5% (cinco por cento).

Tomando como base a seção nominal prevista para os cabos (300 mm^2), é possível chegar a uma queda de tensão aproximada utilizando-se a seguinte equação:

$$\Delta V[V] = \text{Fator K} \times [V/A \cdot \text{km}] \times \text{comprimento do circuito [km]} \times \text{corrente do circuito [A]}$$

O Fator K para os cabos de 300 mm^2 (igual a $0,20 \text{ V/A} \cdot \text{km}$) é oriundo da tabela a seguir (extraída do Guia de Dimensionamento de Baixa Tensão, da Prysmian):



Seção nominal												
					s = 2.D		s = 13 cm		s = 20 cm			
	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95
(mm ²)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)
1,5	27,38	32,40	27,34	32,37	27,45	32,43	27,68	32,55	27,72	32,57	23,71	28,03
2,5	16,46	19,43	16,42	19,41	16,52	19,46	16,78	19,62	16,82	19,64	14,28	16,85
4	10,26	12,07	10,22	12,05	10,32	12,10	10,54	12,22	10,58	12,24	8,89	10,45
6	6,89	8,08	6,86	8,06	6,95	8,11	7,16	8,22	7,20	8,24	5,97	7,00
10	4,05	4,71	4,02	4,70	4,11	4,74	4,31	4,85	4,35	4,87	3,52	4,08
16	2,60	3,00	2,57	2,98	2,66	3,03	2,85	3,13	2,89	3,15	2,27	2,60
25	1,72	1,96	1,70	1,95	1,79	1,99	1,96	2,08	2,00	2,10	1,51	1,70
35	1,26	1,41	1,24	1,40	1,32	1,44	1,48	1,53	1,52	1,55	1,11	1,23
50	0,91	1,00	0,89	0,99	0,98	1,03	1,12	1,11	1,16	1,13	0,81	0,88
70	0,68	0,72	0,66	0,72	0,74	0,75	0,88	0,83	0,92	0,85	0,60	0,64
95	0,54	0,56	0,52	0,55	0,60	0,59	0,73	0,66	0,77	0,68	0,48	0,50
120	0,45	0,45	0,43	0,45	0,51	0,48	0,62	0,54	0,66	0,57	0,40	0,40
150	0,38	0,38	0,37	0,37	0,44	0,41	0,55	0,46	0,59	0,48	0,35	0,34
185	0,33	0,32	0,32	0,32	0,39	0,35	0,49	0,40	0,53	0,42	0,31	0,29
240	0,28	0,26	0,27	0,25	0,34	0,29	0,43	0,33	0,47	0,35	0,26	0,23
300	0,25	0,22	0,24	0,22	0,31	0,25	0,39	0,29	0,43	0,31	0,23	0,20
400	0,22	0,18	0,21	0,18	0,28	0,21	0,35	0,25	0,38	0,27	0,21	0,17
500	0,20	0,16	0,19	0,16	0,26	0,19	0,31	0,22	0,35	0,24	0,19	0,15

O comprimento do circuito é de 90 m (ou seja, 0,09 km).

A corrente de projeto considerada para o circuito é de 1.600 A. Todavia, por serem 3 cabos por fase, em cada cabo deverá percorrer uma corrente máxima de aproximadamente 533,33 A (um terço da corrente máxima prevista, de 1.600 A). Desta forma, a queda de tensão que se espera ter no trecho, quando a corrente for igual à de projeto, será de:

$$\Delta V[V] = 0,20 \text{ V/A.km} \times 0,09 \text{ km} \times 533,33 \text{ A} \rightarrow \boxed{\Delta V[V] = 9,60 \text{ V}}$$

Em termos percentual, este valor de queda de tensão representa cerca de 4,36 % (sobre a tensão nominal de 220 V).

Portanto, o dimensionamento dos cabos é adequado para a condição de máxima corrente para o TDB.

8.1.3 Dimensionamento do Condutor de Neutro

Será utilizado condutor de neutro com seção nominal igual à dos condutores de fase, ou seja, o neutro a ser utilizada será de $3 \times 300 \text{ mm}^2$.



8.2 Dimensionamento dos Condutores do Alimentador do QPCI-TDB

8.2.1 Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Capacidade de Corrente

Considerando a capacidade máxima do disjuntor geral do QPCI-TDB (conforme projeto SPM Engenharia, $I_N = 225$ A) como sendo igual à corrente de projeto (I_B) do QPCI-TDB, ou seja,

$$I_B = 225 \text{ A}$$

Os fatores de correção, conforme Tabelas 40 e 42 da norma ABNT NBR 5410 considerados foram:

- **Fator de Correção por Temperatura (FCT):** 1,00; e
- **Fator de Correção por Agrupamento (FCA):** 0,87.

Portanto, a corrente de projeto corrigida (I'_B) é igual a:

$$I'_B = \frac{I_B}{\text{FCT} \times \text{FCA}} \rightarrow I'_B = \frac{225}{1,00 \times 0,87} \rightarrow I'_B \cong 259 \text{ A}$$

Utilizando-se o valor calculado para I'_B , o método de instalação nº 16 (e de referência F) da Tabela 33 da norma ABNT NBR 5410 e a Tabela 39 (para condutores de cobre e isolamento em EPR/XLPE, três condutores carregados e justapostos) da norma ABNT NBR 5410, se definiu que a seção nominal padrão dos cabos de fase será de 120 mm², a qual possui corrente nominal (I_z) **igual a 400 A**.

Portanto, nesta configuração, o alimentador do QPCI-TDB suportará uma carga de até 400 A.

8.2.2 Dimensionamento dos Condutores de Fase - Análise pelo Critério da Queda de Tensão

Este critério impõe, com base no item 6.2.7 da norma ABNT NBR 5410:2004, que a máxima queda de tensão sobre os condutores, calculada a partir do ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição, deverá ser de 5% (cinco por cento).

Estima-se que o trecho desde o painel do QGBT do Palácio Farroupilha até o QGBT do Teatro Dante Barone tenha aproximadamente 90 m (noventa metros).

Tomando como base a seção nominal prevista para os cabos (120 mm²), é possível chegar a uma queda de tensão aproximada utilizando-se a seguinte equação:

$$\Delta V[V] = \text{Fator K} \times [V/A.km] \times \text{comprimento do circuito [km]} \times \text{corrente do circuito [A]}$$

O Fator K para os cabos de 120 mm² (igual a 0,40 V/A.km) é oriundo da tabela a seguir (extraída do Guia de Dimensionamento de Baixa Tensão, da Prysmian):



Seção nominal												
					s = 2.D		s = 13 cm		s = 20 cm			
	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95
(mm ²)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)
1,5	27,38	32,40	27,34	32,37	27,45	32,43	27,68	32,55	27,72	32,57	23,71	28,03
2,5	16,46	19,43	16,42	19,41	16,52	19,46	16,78	19,62	16,82	19,64	14,28	16,85
4	10,26	12,07	10,22	12,05	10,32	12,10	10,54	12,22	10,58	12,24	8,89	10,45
6	6,89	8,08	6,86	8,06	6,95	8,11	7,16	8,22	7,20	8,24	5,97	7,00
10	4,05	4,71	4,02	4,70	4,11	4,74	4,31	4,85	4,35	4,87	3,52	4,08
16	2,60	3,00	2,57	2,98	2,66	3,03	2,85	3,13	2,89	3,15	2,27	2,60
25	1,72	1,96	1,70	1,95	1,79	1,99	1,96	2,08	2,00	2,10	1,51	1,70
35	1,26	1,41	1,24	1,40	1,32	1,44	1,48	1,53	1,52	1,55	1,11	1,23
50	0,91	1,00	0,89	0,99	0,98	1,03	1,12	1,11	1,16	1,13	0,81	0,88
70	0,68	0,72	0,66	0,72	0,74	0,75	0,88	0,83	0,92	0,85	0,60	0,64
95	0,54	0,56	0,52	0,55	0,60	0,59	0,73	0,66	0,77	0,68	0,48	0,50
120	0,45	0,45	0,43	0,45	0,51	0,48	0,62	0,54	0,66	0,57	0,40	0,40
150	0,38	0,38	0,37	0,37	0,44	0,41	0,55	0,46	0,59	0,48	0,35	0,34
185	0,33	0,32	0,32	0,32	0,39	0,35	0,49	0,40	0,53	0,42	0,31	0,29
240	0,28	0,26	0,27	0,25	0,34	0,29	0,43	0,33	0,47	0,35	0,26	0,23
300	0,25	0,22	0,24	0,22	0,31	0,25	0,39	0,29	0,43	0,31	0,23	0,20
400	0,22	0,18	0,21	0,18	0,28	0,21	0,35	0,25	0,38	0,27	0,21	0,17
500	0,20	0,16	0,19	0,16	0,26	0,19	0,31	0,22	0,35	0,24	0,19	0,15

O comprimento do circuito é de 90 m (ou seja, 0,09 km). A corrente do circuito é de 225 A. Desta forma, a queda de tensão que se espera ter no trecho, quando a corrente for igual a 225 A, será de:

$$\Delta V[V] = 0,40 \text{ V/A.km} \times 0,09 \text{ km} \times 225 \text{ A} \rightarrow \boxed{\Delta V[V] \cong 8,10 \text{ V}}$$

Em termos percentual, este valor de queda de tensão representa cerca de 4,05 % (sobre a tensão nominal de 220 V).

Portanto, o dimensionamento dos cabos é adequado para a condição de demanda prevista para o Teatro.

8.2.3 Dimensionamento do Condutor de Neutro do Alimentador do QPCI-TDB

Será utilizado condutor de neutro com seção nominal igual à dos condutores de fase, ou seja, o neutro a ser utilizada será de $1 \times 120 \text{ mm}^2$.

8.3 Dimensionamento do Condutor de Proteção dos Alimentadores do QGBT-TDB e QPCI-TDB

Como o condutor de proteção pode ser compartilhado, somando-se as seções de fase dos alimentadores do QGBT-TDB ($3 \times 300 \text{ mm}^2$) e do QPCI-TDB ($1 \times 120 \text{ mm}^2$), chega-se a 1.020 mm^2 .

Tomando-se a metade deste valor (com base no item 6.4.1.1 da norma ABNT NBR 5410, a metade deste valor), chega-se a uma seção nominal equivalente para o condutor de proteção de 510 mm^2 , ou seja, será empregado um condutor de proteção de $2 \times 300 \text{ mm}^2$.



8.4 Dimensionamento dos Condutores do Alimentador do Gerador Externo

8.4.1 Dimensionamento dos Condutores de Fase

Como este alimentador deverá suportar a carga nominal do TDB, o seu dimensionamento é idêntico ao do alimentador do QGBT-TDB, ou seja, $3 \times 300 \text{ mm}^2$ por fase.

8.4.2 Dimensionamento dos Condutores de Neutro

Como este alimentador deverá suportar a carga nominal do TDB, o seu dimensionamento é idêntico ao do alimentador do QGBT-TDB, ou seja, $3 \times 300 \text{ mm}^2$.

8.4.3 Dimensionamento dos Condutores de Proteção

Como este alimentador deverá suportar a carga nominal do TDB, o seu dimensionamento é idêntico ao do alimentador do QGBT-TDB, ou seja, $2 \times 300 \text{ mm}^2$.



8.5 Dimensionamento do Leito de Cabos

8.5.1 Dimensões do Leito entre QGBT-PF e QGBT-TDB

Neste leito percorrerão os cabos: 14 cabos de 300 mm² + 4 cabos de 120 mm².

Os cabos deverão ocupar um feixe único sobre o leito e justapostos. De acordo com o catálogo do cabo Afumex Flex 0,6/1 kV, da Prysmian:

- Cabos de 300 mm² possuem diâmetro externo de 30,6 mm.
 - Portanto, os 14 cabos ocuparão uma largura aproximada de 428,4 mm.
- Cabos de 120 mm² possuem diâmetro externo de 19,2 mm.
 - Portanto, os 4 cabos ocuparão uma largura aproximada de 76,8 mm.

Somando as larguras, os cabos deverão ocupar uma largura de 505,2 mm.

Desta forma, o leito para o caminhamento destes cabos deverá possuir uma largura mínima de 550 mm a 600 mm e altura mínima de 100 mm.

8.5.1.1 Peso dos Cabos

Também de acordo com o catálogo do cabo Afumex Flex 0,6/1 kV, da Prysmian:

- Cabos de 300 mm² possuem carga estática de cerca de 2,86 kg/m.
 - Como são 14 cabos, a carga estática total deste conjunto será de 40,04 kg/m.
- Cabos de 120 mm² possuem carga estática de cerca de 1,155 kg/m.
 - Como são 4 cabos, a carga estática total deste conjunto será de 4,62 kg/m.

Portanto, a carga estática total dos alimentadores que saem do QGBT-PF é de aproximadamente 44,66 kg/m. Com um fator de segurança de 50%, esta carga estática aumenta para cerca de 67 kg/m, a qual se arredonda para 70 kg/m, por simplicidade.

Como a suportabilidade de pesos varia bastante em função do fabricante escolhido, sugere-se o uso de leito do tipo pesado, com distância entre suportes máxima de 2 (dois metros).

8.6 Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção do Alimentador Principal

Os dispositivos de proteção do módulo TDB do QGBT-PF e do QTM-EXT foram dimensionados como sendo espelhos dos quadros que ficam imediatamente às suas respectivas jusantes.