

ANEXO A

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

**PROJETO, FABRICAÇÃO, FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO,
SUPRIMENTOS E MONTAGEM DE INFRAESTRUTURA DE TORRES
METÁLICAS**

ADITAMENTO 7

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	LOCAL DAS INSTALAÇÕES	2
3.	ESCOPO	3
4.	DISPOSIÇÕES GERAIS	5
5.	CONDIÇÕES DE TRABALHO DA EQUIPE TÉCNICA DA CONTRATADA	7
6.	QUALIFICAÇÃO DA CONTRATADA E DE SUA EQUIPE TÉCNICA	9
7.	NORMAS TÉCNICAS QUE DEVERÃO SER ATENDIDAS:	11
8.	PREPARAÇÃO DO SOLO	12
9.	CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DAS ESTRUTURAS DAS TORRES	13
10.	PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO E PINTURA	19
11.	ALTURA ÚTIL DAS TORRES	20
12.	ESCADA, GAIOLA DE PROTEÇÃO E PLATAFORMAS DE DESCANSO E TRABALHO	21
13.	ELETRODUTOS E ESTEIRAS	23
14.	SISTEMA DE BALIZAMENTO/SINALIZAÇÃO	24
15.	CASA TÉCNICA (ABRIGO TÉCNICO/SHELTER)	25
16.	RACK PARA PARTE LÓGICA	28
17.	NOBREAKS	29
18.	LIGAÇÕES ELÉTRICAS E DE LÓGICA	31
19.	TERRENO PARA A CONSTRUÇÃO DAS TORRES	35
20.	SISTEMA DE PARA RAIOS E ATERRAMENTO	38
21.	PLACAS DE SINALIZAÇÃO	41
22.	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA	42
23.	OUTRAS ESPECIFICAÇÕES	45
24.	EXECUÇÃO DO OBJETO	46
24.1	SOBRE OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	46
25.	SERVIÇOS PRELIMINARES	50
26.	ISOLAMENTO DA ÁREA DE CONSTRUÇÃO	52
27.	ESCAVAÇÕES E CORTES	53
28.	CORTE E DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO (CASO HOUVER)	54
29.	SOBRE AS FÔRMAS	54
30.	LASTRO DE CONCRETO	56
31.	CONCRETO ARMADO	57
32.	DOSAGEM DO CONCRETO ESTRUTURAL	57
33.	CONCRETO DOSADO EM CENTRAL	59
34.	TRANSPORTE DO CONCRETO	60
35.	AÇO PARA O CONCRETO ARMADO	60
36.	LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO CONCRETO	61
37.	PROCESSO DE CURA DO CONCRETO	63
38.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	63
39.	PAVIMENTAÇÃO	64
40.	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE COM BRITA GRADUADA	64
41.	SERVIÇOS DIRETOS	65
42.	LIMPEZA DIÁRIA DO CANTEIRO DE OBRA	65
43.	REMOÇÃO DE ENTULHOS	66
44.	FINALIZAÇÃO DA OBRA	66
45.	WORK STATEMENT	67
46.	PROJETO EXECUTIVO	69
47.	DOCUMENTAÇÃO AS-BUILT	70
48.	INSPEÇÕES TÉCNICAS PÓS-OBRA	72
49.	GARANTIAS	74
50.	RESULTADOS DAS SONDAGENS DE SOLO	75
51.	APÊNDICE	80
51.1	ORIENTAÇÕES SANITÁRIAS PARA ENTRADA NO LOCAL DA TORRE 1	80

FABRICAÇÃO, FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E SUPRIMENTOS DE TORRES AUTOPORTANTES PARA A ITAIPU BINACIONAL, NAS CIDADES DE SANTA HELENA-PR, SANTA TEREZINHA DE ITAIPU-PR E GUAIRA-PR.

1. INTRODUÇÃO

Esta seção tem como finalidade definir os requisitos técnicos mínimos para o projeto, a fabricação, o fornecimento e a instalação, incluindo o fornecimento dos itens de provisão necessários, de 2 (duas) Torres autoportantes nos municípios de Santa Helena e Santa Terezinha de Itaipu-PR e montagem de infraestrutura em 1(uma) Torre já instalada no município de Guaíra-PR.

As 3(três) cidades mencionadas estão situadas na região oeste do estado do Paraná (PR).

- 1.1. Cabe à CONTRATADA assegurar que todos os requisitos necessários para o completo atendimento das Especificações Técnicas (ET) sejam atendidos, considerando as características dos equipamentos a serem fornecidos e instalados.
- 1.2. Estas Especificações Técnicas estabelecem os requisitos mínimos, cabendo à CONTRATADA projetar e executar as torres de forma que sejam **totalmente compatíveis com os equipamentos a serem fornecidos (câmeras e radares)**. Os radares devem operar em pleno funcionamento, mesmo nas distâncias máximas definidas pelo fabricante, sem sofrer interferências decorrentes de vibração ou deflexão da estrutura da torre. O mesmo aplica-se às câmeras de monitoramento: a torre deve garantir estabilidade suficiente para permitir o uso do zoom máximo sem perda de foco ou comprometimento da qualidade da imagem. **A aprovação da torre, bem como o consequente pagamento integral, ocorrerá somente após a realização de testes integrados com os equipamentos mencionados.**
- 1.3. É vetada a utilização de equipamentos, características ou padrões aquém dos apresentados nestas Especificações Técnicas, porém é permitida a utilização de padrões mais elevados, garantindo-se as melhores condições de uso.

2. LOCAL DAS INSTALAÇÕES

Os locais exatos para a instalação das torres serão informados após a assinatura do Contrato. As seguintes informações são disponibilizadas para subsidiar a elaboração da proposta comercial:

Torre 1

Cidade: Santa Helena - PR

Distância aproximada entre o local da torre e o centro da cidade: 15 km.

Torre 2

Cidade: Santa Terezinha de Itaipu - PR

Distância aproximada entre o local da torre e o centro da cidade: 15 km.

Torre 3 - Instalação de Infraestrutura (Torre já existente)

Cidade: Guaíra - PR

Distância aproximada entre o local da torre e o centro da cidade: 2 km.

2.2. Todas as torres possuem acesso através de estradas e vias que suportam trânsito de caminhão de médio porte.

2.3. A *Figura 1* apresenta uma fotografia do local destinada à Torre 1. A área é plana e com solo aparentemente rochoso.



Figura 1 - Fotografia do local de instalação da Torre 1.

2.4. A *Figura 2* apresenta uma fotografia do local destinado à Torre 2. A área é aproximadamente plana, com solo de coloração vermelho escuro ou roxa, aparentemente sem rochas.



Figura 2 - Fotografia do local de instalação da Torre 2.

2.5. No terceiro ponto será aproveitada uma torre já existente.



Figura 3 - Foto ilustrativa do local de instalação da Torre 3 - Guaira-Pr.

3. ESCOPO

Relação dos materiais componentes do objeto:

Estrutura metálica para 2 (duas) Torres autoportantes com seção transversal quadrada com altura útil (maior altura possível de instalar equipamentos) de 50 metros em relação ao nível do solo, e todos os elementos e acessórios de montagem necessários;

Sistemas e interconexões para o adequado aterramento da estrutura metálica das torres, dos sistemas de para-raios, antenas e demais componentes;

Sistema de balizamento e sinalização noturna conforme a regulamentação ICA 11-408/2020;

Sistemas de para-raios (SPDA);

Sistema de aterramento;

Escada central com tampa alçapão de segurança e acesso a todos os níveis técnicos da torre, com plataformas de descanso e elementos para fixação de cintos de segurança;

Bandejas verticais e horizontais tipo calha para a instalação, condução e elevação de cabos elétricos;

Abrigo para equipamentos com sistema de iluminação e climatização;

Material para o cercamento definitivo do local de instalação das torres;

Estação meteorológica;

Quadro elétrico de distribuição de energia;

Infraestrutura lógica e elétrica;

Equipamentos de provisão;

Para a Torre 3, se aplicam apenas os itens 3.1.10 a 3.1.12.

3.2. Relação dos serviços contratados:

Eventuais sondagens de solo;

Obtenção das autorizações do projeto junto aos órgãos competentes;

Ensaio técnicos necessários aos materiais;

Elaboração documental: *Work Statement*, Projeto Executivo, As-Built e termos de garantia;

Fabricação dos elementos estruturantes da torre, com galvanização a fogo e pintura bicolor;

Levantamentos topográficos;

Adequação e nivelamento de terreno para instalação das fundações e elementos de apoio;

Preparação do canteiro de obra, sinalizações e isolamentos de segurança;

[Preparação, montagem e concretagem da fundação para a torre;](#)

Transporte e montagem das torres e acessórios;

Execução das malhas de aterramento;

Execução da ligação elétrica de iluminação e climatização;

Ligação elétrica do ramal de energia e sistemas de alimentação geral;

Acabamento do local de instalação das torres, com cerca, portão, preparação do solo com manta de Bidim e pedra brita;

Instruções técnicas para o adequado uso, segurança e conservação dos elementos estruturantes da torre;

Inspecções periódicas e manutenções preventivas das torres e seus elementos após a conclusão das obras.

4. DISPOSIÇÕES GERAIS

- 4.1. Toda modificação que altere a filosofia do projeto ou alguma de suas características básicas somente poderá ser realizada com a aprovação por escrito da ITAIPU.
- 4.2. É de responsabilidade da CONTRATADA o dimensionamento, o fornecimento e a instalação de todos os materiais e acessórios para o completo e satisfatório atendimento destas Especificações Técnicas;
- 4.3. Todos os materiais deverão ser entregues diretamente no local de instalação das torres autoportantes, depositados adequadamente de modo a não impedir a passagem de veículos tampouco colocar em risco a segurança de pessoas, objetos, patrimônios ou o meio ambiente.

- 4.4.A CONTRATADA será integralmente responsável pela integridade física, conservação e funcionamento dos equipamentos, aparelhos e demais materiais integrantes do objeto contratual até a entrega final, responsabilizando-se por quaisquer danos, perdas, furtos, roubos ou mau funcionamento verificados nesse período.
- 4.5. Todos os equipamentos e veículos que necessitarem acesso para a execução do serviço deverão apresentar-se em boas condições de manutenção. No caso dos veículos especiais, estes deverão possuir motoristas e/ou operadores habilitados para a sua condução.
- 4.6. Caberá à CONTRATADA executar os serviços conforme descritos neste documento, com a alocação dos empregados necessários ao perfeito cumprimento das cláusulas contratuais.
- 4.7. É de obrigação da CONTRATADA reparar, corrigir, remover ou substituir, às suas expensas, no total ou em parte, no prazo fixado pelo fiscal do contrato, os serviços efetuados em que se verificarem vícios, defeitos ou incorreções resultantes da execução ou da qualidade dos materiais empregados.
- 4.8. É de obrigação da CONTRATADA guardar sigilo sobre todas as informações obtidas em decorrência ao cumprimento dos serviços e fornecimentos.
- 4.9.A CONTRATADA deverá prover o conjunto completo de instrumentações, ferramentas e acessórios, equipamentos para testes, aferições, verificações e certificações de infraestruturas, além de equipamentos de proteção individual (EPIs) e coletiva (EPCs) necessários para a execução das atividades.
- 4.10. Todos os materiais e equipamentos deverão ser fornecidos na condição de novos, adequadamente embalados e/ou acondicionados no ato de inspeção pela ITAIPU. No caso de equipamentos elétricos e eletrônicos, estes deverão estar em plena produção, sem anúncio de descontinuidade pelo fabricante, e sua data fabricação não poderá ser anterior a 06 (seis) meses da data de fornecimento.
- 4.11. Não serão aceitos materiais e equipamentos entregues com qualquer tipo de dano físico ou estrutural, independente deste ocasionar ou não prejuízos

funcionais ou estruturais. São considerados danos físicos ou estruturais quaisquer tipos de riscos, deformidades em superfícies ou em estruturas internas, amassados, desníveis, trincas, falhas, manchas, remoções de pintura, travamentos, ruídos em articulações, vibrações, componentes moveis desbalanceados ou desalinhados, sinalizadores luminosos insuficientes ou anômalos, aquecimento excessivo, mau contato elétrico, odor não característico, entre outras características que divergem das condições originais e regulares do equipamento ou estrutura.

4.12. Todos os materiais fornecidos deverão ser **próprios** para o tipo do ambiente de instalação, sujeitos às ações de intempéries, esforços mecânicos entre outros.

4.12. As decisões quanto aos elementos de projeto e montagens estruturais deverão ter como prioridade as acessibilidades para a manutenção, preservando a segurança do mantenedor, e estarem em conformidade com as normas da medicina e segurança do trabalho da ITAIPU.

4.13. Caso seja necessário realizar mudanças em estruturas civis já existentes, por necessidade do projeto ou acidentes, a CONTRATADA deverá preservar as condições originais. Casos como degradação, manchas, riscos, aberturas em alvenarias ou deformações, o local afetado deverá ser corrigido na sua condição original à custa da CONTRATADA.

4.14. As atividades de serviços e fornecimentos deverão ser realizadas de acordo com o Cronograma de Implantação apresentado pela CONTRATADA no *Work Statement* e aprovado pela ITAIPU. Caberá à CONTRATADA informar à ITAIPU todo e qualquer evento anômalo que impacte diretamente sobre sua programação e fornecimento.

4.15. Com relação às indicações de normas técnicas nacionais e/ou internacionais de certificação de materiais e elaboração de projetos, valerá ao fornecimento o atendimento de sua versão ou revisão mais atual e com certificado em período de validade.

- 4.16. A CONTRATADA deve seguir todas as orientações sanitárias específicas dos locais onde as torres serão instaladas, podendo ser penalizada pelo descumprimento dessas normas

5. CONDIÇÕES DE TRABALHO DA EQUIPE TÉCNICA DA CONTRATADA

Os horários de trabalho serão acordados após a assinatura do contrato, porém admite-se carga laboral de 8h diárias e 40h semanais, em período diurno. Deve-se também respeitar o horário de trabalho definido em Convenção Coletiva do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Oeste do Paraná (Sinduscon/Oeste-PR).

- 5.1. Os horários de trabalho serão acordados após a assinatura do contrato, porém admite-se carga laboral de 8h diárias e 40h semanais, em período diurno. Deve-se também respeitar o horário de trabalho definido em [convenção coletiva do sindicato dos trabalhadores alocados para as obras](#).

- 5.2. A CONTRATADA deverá prever a mobilização de sua equipe e equipamentos necessários à execução dos serviços até o local da obra.

5.2.1. Caberá à Contratada definir a logística de implantação dos canteiros de obras e das estruturas de apoio necessárias para atendimento dos diferentes sítios, observando integralmente a legislação aplicável, as normas de segurança, saúde e meio ambiente, bem como os requisitos estabelecidos nas Especificações Técnicas;

5.2.2. A composição e o dimensionamento da equipe constituem responsabilidade da Contratada, desde que sejam atendidos os requisitos estabelecidos nas Especificações Técnicas e na legislação aplicável.

- 5.3. A CONTRATADA deverá disponibilizar para os seus funcionários banheiro químico individual, portátil, com montagem, manutenção e desmontagem, em polietileno ou material similar, com teto translúcido, dimensões mínimas de 1,10m de frente x 1,10m de fundo x 2,10 de altura, composto de caixa de dejetos, porta papel higiênico, fechamento com identificação de ocupado. A higienização deverá ser no mínimo três vezes por semana.

5.4. A guarda, depósito e segurança dos materiais, equipamentos e ferramentas são de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

Fora do horário de expediente de serviços, os materiais e ferramentas deverão ser mantidos recolhidos;

Materiais e ferramentas não aplicados na obra deverão ser destinados ou descartados a locais adequados, não sendo permitido que permaneçam expostos ou que coloquem em risco as pessoas ou o meio ambiente;

Caso necessário, a CONTRATADA poderá instalar dispositivos de abrigo como contêiner em local autorizado, aos seus custos.

5.5. Os trabalhos a serem executados em feriados ou fora do horário normal definido como expediente, para suprir exclusivamente as necessidades da CONTRATADA, não adicionarão ônus à ITAIPU, porém terão que ser previamente autorizados. Para essa liberação, os pedidos de trabalho extemporâneo deverão ser encaminhados via correspondência protocolada com no mínimo 48h de antecedência, relacionando nome completo e RG dos empregados que trabalharão.

5.6. As seguintes condições são impeditivas para o trabalho em altura:

Condições meteorológicas adversas, como chuva, chuveiro, neblina ou ventos com velocidade maior que 40km/h;

Estrutura da torre molhada;

Impossibilidade de utilização dos sistemas de segurança;

5.7. Condições de trabalho específicas na Torre 1:

Deverão ser seguidas todas as recomendações sanitárias apresentada no documento *“ORIENTAÇÕES SANITÁRIAS PARA ENTRADA NO LOCAL DA TORRE 1”*, Apêndice (Item 51 desta Especificação Técnica);

Os uniformes serão fornecidos pela empresa onde a torre será instalada, e autorizados por ela. A quantidade, tamanhos e outras condições especiais devem ser avisadas antecipadamente;

O não cumprimento das orientações sanitárias pode levar ao impedimento da pessoa, material ou grupo de acessar a área da obra, sendo este evento de total responsabilidade da CONTRATADA, não podendo acarretar custos à ITAIPU, o aos prazos previstos;

Equipamentos de proteção individual, ferramentas e outros itens necessários devem ser fornecidas para esterilização com antecedência. Uma vez esterilizadas, deve-se evitar sua retirada da área delimitada pois um novo processo de descontaminação seria necessário para sua reintegração.

6. QUALIFICAÇÃO DA CONTRATADA E DE SUA EQUIPE TÉCNICA

6.1. A CONTRATADA deverá garantir, na administração local do canteiro de obras, a disponibilidade de todos os recursos necessários para a execução e gestão dos serviços, incluindo: equipe técnica completa (direção técnica, engenheiro responsável, pessoal administrativo e de segurança); materiais de consumo e equipamentos de escritório; veículos de apoio; treinamentos específicos; serviços de manutenção do canteiro; demais recursos necessários ao acompanhamento técnico e à gestão das atividades do canteiro de obras;

6.2. É de obrigação da CONTRATADA realizar o treinamento e manter as reciclagens atualizadas de todos os seus empregados que atuarão expostos em alguma ação que ofereça riscos à sua saúde e/ou sua à vida. Não serão permitidos empregados sem os devidos treinamentos ou que tenham os certificados fora da validade;

6.3. Os serviços de dimensionamento, projeto e montagem deverão ser realizados por uma equipe técnica certificada e qualificada, dimensionada em quantidade suficiente para o atendimento satisfatório de cada etapa contratual.

6.4. O Responsável Técnico pelos serviços deverá ser, no mínimo, um engenheiro mecânico ou civil, com o registro ativo no respectivo conselho regional de classe, e seu nome constar na ART de projeto e na ART de execução emitidas para os serviços.

- 6.5. Os projetos detalhados das torres, contendo todos os elementos componentes e suas características físicas, estruturais, dimensionais, fundações de apoio em solo e montagem deverão ser registrados junto ao CREA-PR, nominal ao engenheiro responsável técnico pelos projetos. A CONTRATADA deverá apresentar os dados de comprovação do registro do projeto antes do início das obras de montagem.
- 6.6. Todas as etapas do fornecimento e serviços de montagem deverão estar sempre acompanhadas, presencialmente, pelo engenheiro responsável técnico pela CONTRATADA. Não será permitida a realização de qualquer ação técnica sem a presença desse profissional no local.
- 6.7. A interação entre a Fiscalização e a CONTRATADA no canteiro de obras será sempre efetuada com intermediação do responsável técnico encarregado da obra. Entre suas tarefas, ele também preencher diariamente o Relatório Diário de Obras (RDO) e entregar uma cópia dele à Fiscalização, por meio digital, que terá um campo para preencher qualquer observação pertinente ao andamento da obra. Também será este o profissional responsável para efetuar e esclarecer as medições dos serviços em conjunto com a Fiscalização.
- 6.8. A CONTRATADA deverá apresentar comprovação de experiência prévia na fabricação de torres metálicas e suas fundações, por meio de atestados técnicos ou documentos equivalentes.
- 6.9. A CONTRATADA deverá apresentar, no prazo apresentado em contrato, os seguintes documentos:

Cópias de certificados e/ou treinamentos dos procedimentos técnicos de montagem da torre, emitidos pela empresa fabricante da solução fornecida, nominal ao engenheiro técnico responsável pela implantação da estrutura no local, pertencente ao quadro funcional da empresa responsável pelos serviços de montagem das torres;

Cópia dos certificados NR-10 e NR-35, em vigência, de todos os funcionários que farão parte da equipe de instalação e montagem da torre, referente ao tipo de atividade realizada por cada um;

Cópia das Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) emitidas pela CONTRATADA, para o projeto e para a execução, nominal ao engenheiro responsável técnico da CONTRATADA pertencente ao seu quadro próprio de funcionários;

Cópias da APT (Análise Preliminar de Tarefa/e Riscos) gerada durante a fase de estudo das ações necessárias aos fornecimentos e serviços envolvidos, com a apresentação dos possíveis riscos que poderão ocorrer na sua fase operacional.

Software ou formato que será utilizado para a geração do Relatório Diário de Obras;

7. NORMAS TÉCNICAS QUE DEVERÃO SER ATENDIDAS:

ABNT/NBR-5410: Instalações elétricas de baixa tensão - Procedimento;

7.2. Prática Telebrás nº 240.410.600 de 30/03/93 - Procedimentos de projeto para torres metálicas autossuportadas, estaiadas e postes metálicos;

7.3. ABNT/NBR-5419: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;

7.4. ABNT/NBR-6122: Projeto e execução de fundações;

7.5. ABNT/NBR-6123: Forças devidas ao vento em edificações;

7.6. ABNT/NBR-6232: Revestimento de zinco por imersão a quente;

7.7. ABNT/NBR-6397 a 6400: Galvanização à quente;

7.8. ABNT/NBR-7398 e 7399: Galvanização à fogo;

7.9. ABNT/NBR-8800: Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios;

7.10. ABNT/NBR 11003: Tintas - Determinação da aderência;

7.11. ABNT/NBR-13571:1996: Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios - Especificação; AISI: *Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings*;

- 7.12. AISC ASD: American Institute of Steel Construction - Allowable Stress Design;
- 7.13. AISC LRFD: American Institute of Steel Construction - Load and Resistance Factor Design Specification;
- 7.14. ASTM A123: Standard specification for zinc coating (hot-dip galvanized) on iron and steel products;
- 7.15. ASTM A36: Perfis e chapas de aço estrutural;
- 7.16. ASTM ASTM A325: Parafusos, porcas e arruelas galvanizados.
- 7.17. ANSI/NFPA 78: Lightning Protection Code - USA
- 7.18. ICA 11-408/2020: Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo
- 7.19. NR12 - Escada marinho e outras diretivas de segurança
- 7.20. NR18 - segurança e saúde no trabalho na indústria da construção civil
- 7.21. NR35 - requisitos de segurança para o trabalho em altura
- 7.22. TIA222 - Strutural Standart for Antenna Supporting Structures and Antennas
- 7.23. Além das normas já citadas, deverão ser atendidas todas as normas brasileiras aplicáveis às diferentes etapas e sistemas destas Especificações Técnicas. Na ausência de regulamentação brasileira, a CONTRATADA deverá apresentar norma internacional a ser seguida.

8. PREPARAÇÃO DO SOLO

8.1. Sondagens de solo

8.2. A ITAIPU realizou uma sondagem de solo com o objetivo de avaliar as características físicas do terreno, de modo a fornecer subsídios para a definição do tipo e do dimensionamento da fundação que servirá de base para a estrutura da torre. Os resultados das sondagens estão no Item 50 dessas Especificações Técnicas.

- 8.3. A região da Torre 1 apresenta características predominantemente pedregosas, e devido a ocorrência de rocha aflorada, caberá a CONTRATADA realizar nova sondagem do tipo rotativa, mista ou de outro tipo que atenda ao objetivo;
- 8.4. A região da Torre 2 é predominantemente argilosa. A sondagem chegou até 20m de profundidade;
- 8.5. Se outros tipos de sondagens forem necessários além do executado pela ITAIPU, a CONTRATADA deverá fazê-lo as suas expensas, conforme recomendados pelas normas técnicas de engenharia vigentes. A escalada para o uso de métodos de sondagem de maior complexidade não deverá gerar ônus adicionais à ITAIPU, tampouco modificar os prazos contratuais estabelecidos.
- 8.6. A CONTRATADA deverá realizar procedimentos técnicos de adequação do terreno, necessários para a instalação da torre, como:

Inspeção presencial do terreno e do ambiente de instalação, com o objetivo de fazer o reconhecimento do local de instalação da torre;

Nivelamento do solo, caso necessário, podendo ser do tipo manual ou mecanizado, com o objetivo de adequar as irregularidades topográficas para a implantação das fundações e pilares de apoio.

Adequar os acessos aos locais da torre, de acordo com a necessidade de cada local.

CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DAS ESTRUTURAS DAS TORRES

- 9.1. A CONTRATADA deverá realizar todos os cálculos, projetos e montagem dos elementos físicos, estruturais, elétricos e aerodinâmicos necessários para o dimensionamento, a fabricação e montagem de todos os elementos da torre. Deverá tomar como referência todas as normas apresentadas no item 7, assim como atender as especificações técnicas apresentadas neste documento.
- 9.2. A torre na cidade de Guaira contempla apenas itens eletroeletrônicos e instalação, não havendo necessidade de itens como: estruturais, sinalização, Shelter, SPDA, aterramento.

As torres serão do tipo autoportante metálica com seção transversal quadrada;

- 9.4. A construção deverá ser em montantes em perfil laminado A-572 ou característica superior e cantoneiras em treliças laminada A36 ou superior, parafusos e outros elementos de fixação ASTM A325, ou superior;
- 9.5. A fundação deverá ser em concreto armado, usinado, com certificado de resistência emitido em laboratório a partir de amostras obtidas do mesmo lote aplicado na fundação;
- 9.6. O projeto estrutural da torre deverá adotar os parâmetros de ações do vento conforme estabelecido na ABNT NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações, considerando a região de implantação da estrutura, de acordo com o respectivo mapa de isopletras de velocidade básica do vento.
- 9.7. Deverá ser adotado fator topográfico $S_1 = 1,0$, correspondente a terrenos planos ou fracamente acidentados, salvo quando estudos específicos de topografia justificarem valores distintos, devidamente comprovados por memorial técnico.
- 9.8. A área efetiva de exposição ao vento (AEV) deverá considerar a capacidade máxima de ocupação da torre, contemplando todos os elementos estruturais, antenas, suportes, cabos, acessórios, sistemas auxiliares e quaisquer outros equipamentos previstos para instalação, de modo a garantir a segurança estrutural em sua condição mais crítica de carregamento.
- 9.9. Para este projeto deverá ser considerado vento operacional aquele com velocidade menor ou igual a 20 m/s;
- 9.10. O dimensionamento deverá assegurar que a torre suporte as ações do vento com níveis adequados de resistência, estabilidade global e local, bem como limites admissíveis de deslocamentos e vibrações, conforme os critérios normativos aplicáveis e as restrições explicitadas nos itens seguintes.

Primeiro modo de vibração lateral, com todos os equipamentos instalados:

$f_1 \geq 2,0$ Hz

Segundo modo: $f_2 \geq 5$ Hz.

Amortecimento modal equivalente: $\zeta \geq 2-3\%$ nos dois primeiros modos.

9.10.3.1 Para atingir esses valores, poderão ser considerados no projeto detalhes construtivos que aumentem o amortecimento, como conexões apertadas com arruelas/porcas travantes, evitar barras sem tensão, ou o uso de elementos amortecedores em estais auxiliares ou contraventamentos locais;

A deflexão máxima no topo deve ser menor que 0,1% da sua altura (H/1000);

Os parâmetros para vibração dinâmica no topo, sob ação de ventos operacionais devem obedecer aos seguintes limites:

9.10.5.1 Frequência: entre 0,5 e 15 Hz;

9.10.5.2 Deslocamento $RMS \leq 0,8-1,0$ mm;

9.10.5.3 Deslocamento de pico $\leq 1,5$ mm;

9.11. Considerando que a sondagem de simples reconhecimento à percussão (SPT) realizada na região da Torre 1 restou inconclusiva em razão da identificação de rocha aflorada já na superfície do terreno, não sendo possível a adequada caracterização geotécnica do maciço e de suas condições estruturais, **cabará à CONTRATADA a realização de sondagem complementar, rotativa, mista ou de outro tipo que atenda o objetivo**. A investigação deverá permitir a avaliação do grau de fraturamento, resistência e continuidade da rocha, de modo a subsidiar o adequado dimensionamento das fundações e mitigar riscos técnicos. **Não obstante, caso a CONTRATADA demonstre, por meio de estudos, memórias de cálculo, simulações e projeto executivo devidamente fundamentados, a inviabilidade técnica ou a desproporcionalidade do atendimento integral aos limites de vibração e deflexão especificados, poderá ser apresentada proposta de solução alternativa destinada a assegurar o desempenho operacional requerido para o sistema associados à definição do sistema de apoio da estrutura.**

9.11.1. Tais soluções deverão ser comprovadamente capazes de garantir a estabilidade necessária ao adequado funcionamento dos equipamentos, assegurando o atendimento dos requisitos de desempenho previstos para o empreendimento, inclusive quanto à operação eficiente dos sensores e radares nas distâncias máximas de detecção, rastreamento e monitoramento especificadas;

9.11.2. A aceitação de eventual solução alternativa ficará condicionada à sua prévia comprovação técnica, mediante apresentação de estudos, ensaios, certificações, laudos e demais evidências que demonstrem, de forma inequívoca, desempenho equivalente ou superior ao obtido com o atendimento direto aos limites de vibração e deflexão originalmente estabelecidos.

9.11.3. Adicionalmente, a solução proposta deverá possuir garantia de funcionamento, disponibilidade e manutenção de desempenho por período não inferior ao prazo de garantia exigido para a estrutura da torre, permanecendo a CONTRATADA integralmente responsável pela sua eficácia durante todo o período contratual e de garantia.

9.12. O projeto da fundação deverá ser elaborado com base em memorial de cálculo estrutural, contemplando obrigatoriamente a verificação para ações de vento em condição operacional e condição extrema de sobrevivência, conforme critérios estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis. Para a condição de sobrevivência, deverá ser considerada velocidade característica de rajada de 3 segundos (3-s gust), com valores conforme definido pela norma vigente e pelas condições locais de implantação.

9.13. Deverão ser realizadas, no mínimo, as seguintes verificações estruturais e geotécnicas: Capacidade de carga do solo; Verificação à punção; Verificação à estabilidade global, incluindo deslizamento e tombamento da fundação; Verificação de recalques totais e diferenciais, assegurando o desempenho estrutural e operacional da torre; Combinação de ações, incluindo cargas permanentes, variáveis, vento e, se aplicável, ações sísmicas, conforme normas técnicas vigentes.

9.14. O dimensionamento deverá assegurar comportamento estrutural adequado sob todas as combinações de carregamento previstas, garantindo a integridade da fundação, a segurança da estrutura e a continuidade operacional da torre ao longo de sua vida útil.

9.15. Antes da execução do Projeto na cidade de Guaíra-PR, a CONTRATADA deverá realizar um Estudo Técnico com geração de Laudo, atestando as condições da Torre **já existente** naquela localidade. O Objetivo é validar que a estrutura suportará a nova carga, a ser instalada.

O Laudo resultante deste estudo deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

1. Levantamento em campo da estrutura e da carga atual:

- a) Silhueta geral;
- b) Inspeção visual da estrutura vertical;
- c) Parâmetros de vento;
- d) Detalhes estruturais da subida dos cabos;
- e) Carregamento atual da torre (quantidade, tipo, dimensão, largura, área sem CA, CA, Área com CA), com as respectivas alturas;
- f) Análise da estrutura vertical (materiais, cargas permanentes, cargas de utilização, cargas horizontais, combinação dos carregamentos);
- g) Esbeltez da estrutura;
- h) Verificação se o carregamento atual está ou não adequado a estrutura da torre;
- i) Deflexão para o carregamento analisado;
- j) Verificação dos parafusos;

- k) Determinação da carga máxima suportada pela torre (carga atual + possível carga adicional). Deve ser apresentada planilha, com análise em faixas de 5m, com a carga adicional admissível;
- 2. Levantamento em campo das fundações:
 - a. Análise das fundações (tipo, reações de apoio, verificação dos chumbadores e placa base);
 - 3. Levantamento em campo dos sistemas elétricos:
 - a. Análise e validação do sistema de aterramento;
 - b. Análise e validação do sistema de SPDA;
 - c. Análise e validação do sistema de balizamento/sinalização;
 - 4. Outros itens:
 - a. Relatório fotográfico;
 - b. Indicação das manutenções corretivas necessárias (caso seja aplicável);
- 9.15.1 Após a Contratação, a ITAIPU apresentará a localização exata da Torre e o conjunto de cargas que pretende adicionar à torre.
- 9.15.2 Caberá à CONTRATADA realizar a análise e informar se a Torre suportaria ou não tal carga adicional (bem como a deflexão no ponto de instalação).
- 9.15.3 Caso a torre não suporte toda a carga adicional, a ITAIPU poderá solicitar a exclusão de parte da carga e a CONTRATADA deverá validar se a torre suportaria essa carga adicional reduzida.
- 9.15.4 A CONTRATADA deverá emitir ARTs para esses laudos/cálculos e serviços.

9.15. A documentação técnica deverá incluir memorial de cálculo, plantas executivas e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou documento equivalente, emitido por profissional legalmente habilitado.

9.16. No projeto executivo deverá ser apresentado relatório estrutural contendo no mínimo o modelo estrutural em MEF, os modos de vibração, as frequências naturais, deslocamento de topo em vento operacional e verificação em vento de sobrevivência;

9.17. As cargas permanentes são definidas como: peso próprio da estrutura de apoio, estrutura da torre, peso das escadas, das plataformas, das esteiras entre outros componentes permanentes da torre.

As cargas acidentais, presentes simultaneamente, são apresentadas a seguir:

Item	Altura de Instalação (m)	Peso (kg)	Dimensão (m)
Radar	50	80	1 x 0,8
Câmera Principal	48	60	0,8 x 0,7
Câmeras de Incêndio	45	8	0,3x0,3
Antena Microondas - redonda	43	45	0,6 (diâmetro)
Antena Satelital - redonda	20	45	0,4 (diâmetro)
Quadro 01	20	55	0,4 x 0,4
Quadro 02	10	55	0,4 x 0,4
Câmeras de Perímetro	7	4	0,3x0,3
Cabos em leito vertical	-	85	-

Tabela 1: cargas acidentais

9.18. A torre deverá ser projetada para uma capacidade de reserva técnica de, no mínimo, 15% para inclusão de cargas futuras. Além disso, poderá haver até 3 (três) pessoas simultaneamente na torre, para eventuais manutenções;

9.19. No final da execução do projeto deverá ser emitido laudo com ART atestando o alinhamento e nivelamento estrutural das torres, garantindo que a estrutura esteja perfeitamente vertical e estável;

10. PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO E PINTURA

Todos os componentes metálicos da torre deverão possuir proteção por galvanização a fogo, incluindo os elementos de fixação como parafusos, porcas, arruelas, ganchos, cabos de aço, entre outros elementos fornecidos.

10.2. A estrutura deverá ser pintada em 7 faixas alaranjadas e brancas de igual tamanho, começando e terminando na cor laranja. Os elementos intermediários também devem ser pintados de acordo com a faixa que estão alocados;

10.3. Utilizar as cores de segurança conforme a ABNT-NBR 7195/1995, sendo referências Munsell 2,5YR 6/14 e N9,5 para laranja e branco, respectivamente.

10.4. A tinta de acabamento deverá ser de poliuretano acrílico alifático brilhante bicomponente, com uma espessura de película seca média total de 125 μm .

10.5. As tintas utilizadas devem ser de um mesmo fabricante.

10.6. Não deverá ser feita nenhuma aplicação de tinta quando a temperatura ambiente for inferior a 5°C, exceto quando se tratar de tintas cujo mecanismo da formação de película seja exclusivamente por evaporação de solvente. Tais tintas podem ser aplicadas desde que a temperatura ambiente seja igual ou superior a 2°C.

10.7. Não deverá ser aplicada tinta em superfícies cuja temperatura seja maior que 52°C ou inferior a temperatura de ponto orvalho +3°C;

10.8. Não deverá ser feita nenhuma aplicação de tinta em tempo de chuva, nevoeiro ou bruma ou quando a umidade relativa do ar for superior a 85%, nem quando haja expectativa deste valor ser alcançado.

10.9. Examinar se cada demão de tinta (durante a aplicação e após a exposição) está isenta de falhas e/ou defeitos, tais como: Escorrimento, empolamento, enrugamento, craqueamento, crateras, impregnação de abrasivo e/ou contaminantes, descascamento, oxidação/corrosão, inclusão de pelos, poros, sangramento, manchas, pulverização seca (“overspray”), empoamento ou fervura.

10.10. A CONTRATADA deverá adotar medidas para a proteção de entorno durante a pintura, de modo a evitar respingos, névoa de tinta (overspray) ou qualquer tipo de contaminação decorrente da aplicação por pincel, rolo ou pulverização. Eventuais danos causados por tinta devem ser prontamente reparados às expensas da CONTRATADA, sem prejuízo das demais sanções aplicáveis.

11. ALTURA ÚTIL DAS TORRES

11.1 As torres deverão ter altura útil de 50 metros a partir do nível de sua base. Considera-se como altura útil a máxima altura para ancoragem do radar ou outros equipamentos em quaisquer das laterais da torre, e que estejam sob os respectivos volumes de proteção proporcionados pelos sistemas de para raios. A altura total da torre deve ser tal que todos os equipamentos estejam corretamente fixados e protegidos de descarga atmosférica.

11.2. A *Figura 3* mostra uma imagem meramente ilustrativa da torre através de um corte vertical, evidenciando detalhes como altura, distâncias mínimas de alguns elementos, o sistema de aterramento e o terreno;

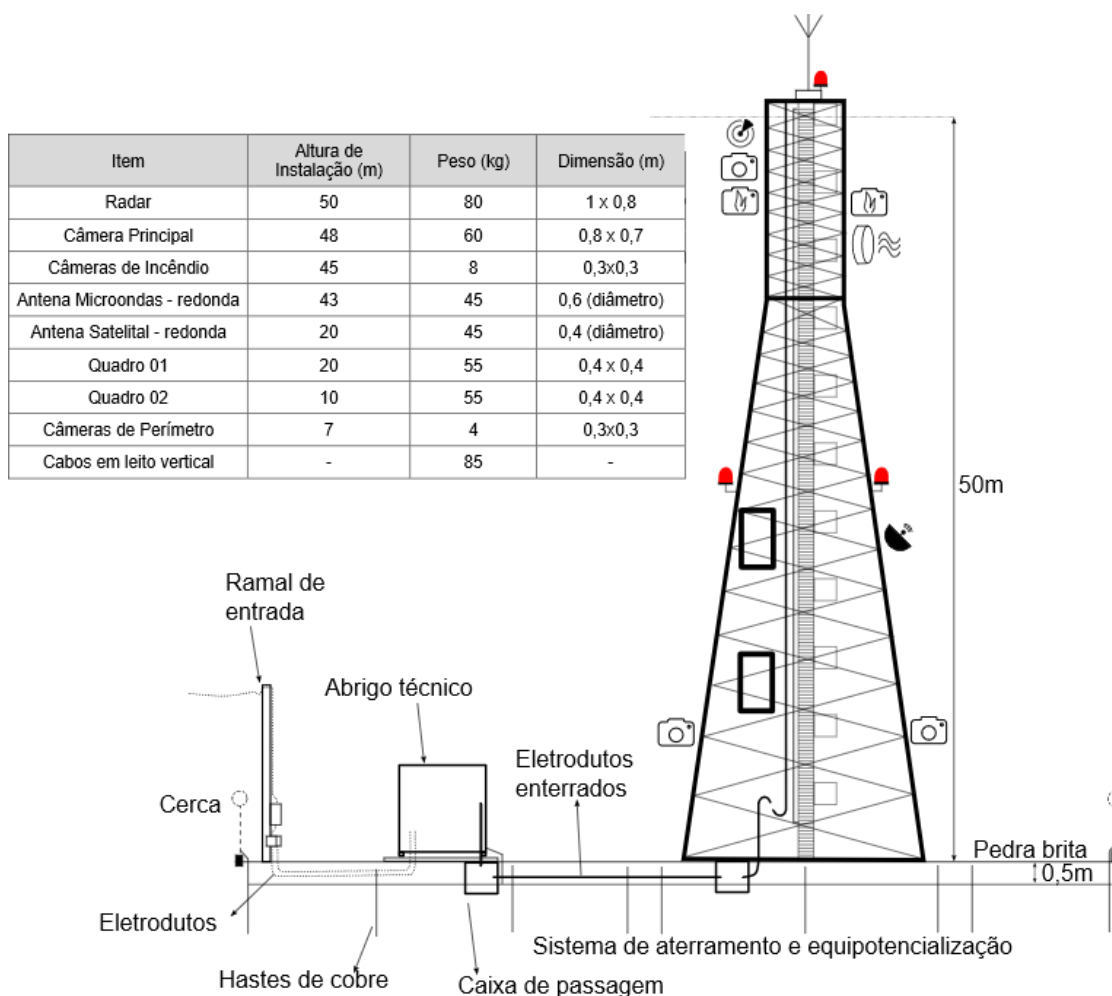


Figura 3 - Ilustração em corte vertical do local de instalação de uma das torres autoportantes.

12. ESCADA, GAIOLA DE PROTEÇÃO E PLATAFORMAS DE DESCANSO E TRABALHO

Deverá haver uma escada contínua tipo marinheiro, de largura entre 40 e 60 cm, em toda a extensão vertical da torre, dotada de proteção contra queda por gaiola de proteção composta por arcos cilíndricos interligados por tiras metálicas ao longo de toda a sua extensão;

- 12.2. A gaiola de proteção deverá ter início em 2 metros de altura do solo e final no topo da torre, dotada de escotilha de segurança para evitar o acesso não autorizado na parte inferior. A escotilha deverá possuir articulação por dobradiças, abertura para baixo (gravidade), trava de fechamento e local para bloqueio de abertura por cadeado, impedindo que pessoas não autorizadas acessem a escadaria.

- 12.3. A gaiola de proteção deverá possuir diâmetro entre 70 e 80 cm, suficiente para a movimentação confortável dos braços do usuário durante a escalada, permitindo a fixação intercalada e as trocas de posição dos talabartes do cinto de segurança junto aos degraus da escada ou outro elemento seguro de amarração;
- 12.4. Escada, gaiola de proteção e escotilhas deverão ser pintadas com mesma tinta e cor das faixas em que estiverem inseridas;
- 12.5. Deverá ser instalado sistema de trava-quedas vertical do tipo cordoalha de aço com alma de aço, com diâmetro nominal mínimo de 8 mm (oito milímetros), tensionada por meio de dispositivos esticadores (mola de tração e/ou sistema por rosca), a ser instalado na lateral da escada da torre.

O sistema deverá possuir dispositivos de trava espaçados entre si em intervalos máximos de 3,0 m, devidamente fixados à escada por meio de grampos tipo “U” e mastigadores, ou sistema equivalente tecnicamente aprovado.

A instalação, fixação e comissionamento do sistema de trava-quedas deverão ser executados sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado, com a devida Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) registrada no CREA, contemplando, no mínimo, o dimensionamento dos pontos de ancoragem, a compatibilidade com a estrutura existente e a conformidade com a NR-35 e normas técnicas aplicáveis da ABNT.

- 12.6. Deverão ser construídas plataformas de descanso tipo apoio de pés com parapeito de apoio, destacadas do eixo da escada, instaladas, no máximo, a cada 6 metros de altura, pintadas nas cores das faixas inseridas;
- 12.7. Deverá haver 5 (cinco) plataformas internas à estrutura da torre para circulação de trabalho para a instalação de antenas, com acesso feito a partir da escada principal pelo piso da respectiva plataforma. Cada plataforma deverá conter piso de circulação confeccionado em chapa galvanizada e pintada na cor do segmento da torre, abrangendo continuamente toda área útil da seção da torre entre o recorte necessário para a passagem da escada e a extremidade da estrutura da torre. Deverão conter parapeitos nas laterais com altura de 1,20m (um metro e vinte) do piso e largura mínima útil da placa de piso para circulação

de 2,00m (dois metros), com rodapé dimensionado em barras chatas, cantoneiras ou chapas dobradas, com altura de 100 mm (cem milímetros);

12.8. As plataformas de trabalho deverão ser instaladas nas seguintes alturas: 7m, 20m, 40m, 45m e 50m;

12.9. A escada tipo marinheiro, a gaiola de proteção, as plataformas de descanso e de trabalho, assim como os demais sistemas de segurança deverão obedecer ao disposto na NR12 e NR18, além de outras especificações definidas neste documento;

13. ELETRODUTOS E ESTEIRAS

13.1. As torres deverão possuir esteiras verticais contínuas com 40 cm de largura para a acomodação e subida dos cabos, em ambos os lados da esteira (frente e costas), partindo da altura de 4 metros do chão até as plataformas de instalação dos quadros e demais equipamentos, com barras horizontais ou outra solução que permita a fixação e o alívio do peso de tração gravitacional dos cabos ao longo de toda a subida;

13.2. Na altura de 4 metros os cabos devem ingressar em eletrodutos que os conduzirão até uma caixa de passagem na área da torre. Deverá haver uma forma de gotejamento para que a água da chuva não entre no eletroduto.

13.3. Deverão ser previstos, no mínimo, 4 eletrodutos de 4", para a descida final do cabeamento (de 4m até o solo). Esses eletrodutos devem ser galvanizados a fogo e pintados da mesma cor do restante da estrutura.

13.4. Na base da torre deve haver uma caixa de passagem enterrada. Esta caixa deve ser de concreto e ter dimensões mínimas de 80x80x60cm (largura, comprimento, profundidade). No fundo da caixa de passagem deve haver um lastro de brita com no mínimo 10cm de espessura. A tampa também deve ser de concreto com, no mínimo 5cm de espessura. Os eletrodutos de 4" citados no item anterior devem ser direcionados para esta caixa.

- 13.5. Ao lado do abrigo (*Shelter*) deverá existir outra caixa de passagem, igual a descrita anteriormente. As duas caixas devem ser interligadas por, no mínimo, 6 eletrodutos de 4" enterrados;
- 13.6. Esta segunda caixa deverá ser interligada ao interior do Shelter por, no mínimo, 4 eletrodutos de 4", fabricados em aço galvanizado a fogo;
- 13.7. Os eletrodutos enterrados devem ser de material adequado para ser enterrado, como PEAD virgem. Devem ainda possuir lastro de concreto para sua proteção, além de fita de aviso de risco elétrico. As caixas de passagem devem possuir tampa de proteção metálicas;

14. SISTEMA DE BALIZAMENTO/SINALIZAÇÃO

- O sistema balizamento/sinalização deverá ter sensor de luminosidade a fim de que seja acionado apenas no período noturno. Além disso, deve possuir feixe de luz horizontal de 360 graus, vida útil superior a 50.000 horas e resistência à poeira e à umidade de acordo com o padrão IP 65 ou superior;
- 14.2. A sinalização deverá ser híbrida, operando com alimentação elétrica (220Vca) quando disponível, ou através da bateria, quando da ausência da alimentação principal. A bateria deve ser recarregada através da alimentação principal ou por placa solar. Serão aceitas a junção de mais de um equipamento para esta operação, desde que as luzes estejam sincronizadas;
- 14.3. A autonomia do sistema, quando alimentado puramente pelas baterias internas, deve ser de no mínimo 36 horas de funcionamento;
- 14.4. Os cabos utilizados para ligação devem ser próprios para ambiente externo, com bitola adequada para a aplicação, com isolamento elétrico mínimo de 1kV;
- 14.5. As lâmpadas devem ser instaladas de forma que seja possível identificar o perfil da torre a partir de qualquer ângulo no seu entorno;

- 14.6. O comprimento dos cabos no exterior do duto deve ser o menor possível, com saída do duto e ligação diretamente no equipamento de iluminação. As aberturas do duto devem ser construídas de forma a evitar o ingresso de água.
- 14.7. O sistema de balizamento/sinalização deverá estar de acordo com a ICA 11-408/2020, capítulo 9.
- 14.8. O sistema de sinalização deverá ser apresentado à Itaipu para aprovação antes de sua efetiva implantação, com indicação dos modelos das lâmpadas, manuais das mesmas e locais de instalação delas nas torres.

15. CASA TÉCNICA (ABRIGO TÉCNICO/SHELTER)

Próximo à torre deverá haver uma casa técnica (abrigo/shelter) que abrigará os painéis, equipamentos de solo e outros materiais necessários ao correto funcionamento dos sistemas da torre. Ela deverá ser construída em alvenaria, alvenaria estrutural, ou material metálico, em tamanho mínimo de 2 x 3 metros e altura mínima de 2,7 m (medidas da parte interna livre);

- 15.2. Será responsabilidade da CONTRATADA realizar o projeto do abrigo, que deve ser submetido para aprovação prévia da Itaipu.
- 15.3. Deverá haver isolamento térmico nas paredes, teto e chão do Shelter, além de impermeabilização. Devem ser consideradas as entradas dos eletrodutos descritos no *Item 13 - Eletrodutos e Esteiras*;
- 15.4. Todas as entradas e aberturas da casa técnica, inclusive a porta, devem ser projetadas para impedir a entrada de água, umidade, insetos e outros animais. Os materiais não devem ser inflamáveis ou propagar fogo.
- 15.5. A porta deve possuir, no mínimo, duas trancas do tipo tetra de forma a aumentar a segurança da instalação. Fixada na porta deve ter duas placas - de acesso restrito e de alerta de perigo elétrico - como exemplificado na Figura 8, com aproximadamente 30 cm de largura;

- 15.6. A estrutura do Shelter deverá ser projetada e executada para suportar, com segurança, todas as cargas permanentes, variáveis e acidentais previstas, sem a ocorrência de fissuras ou trincas, sem flambagem, torção ou dobramento dos elementos metálicos, e sem apresentar deformações excessivas ou permanentes.
- 15.7. Todas as partes do abrigo devem ser pintadas e protegido contra ação da água. Devem ser realizadas, no mínimo, duas demãos de fundo e duas demãos de pintura. A cor das paredes internas e do teto devem ser brancas. O chão deve ser cinza médio (referência Munsell N-5,0) ou marrom (referência Munsell 7,5YR6/2). A cor da pintura das paredes externas será informada pela Itaipu após a contratação.
- 15.8. O abrigo deverá ser fornecido com sistema de detecção de incêndio, com no mínimo dois sensores e comunicação que permita notificar remotamente as ocorrências.
- 15.9. O abrigo deverá ser fornecido com 02 (dois) aparelhos de ar-condicionado do tipo industrial. Eles devem operar de forma redundante alternada, ou seja, um permanece em operação por alguns dias enquanto o segundo fica de backup, depois inverte. Caso um dos dois falhe, o outro deve assumir e gerar alerta de erro.
- 15.10. Os eletrodutos e outras aberturas, como para o ar-condicionado, devem ser vedados nas suas extremidades para não entrar insetos, animais ou partículas;
- 15.11. Caso seja utilizado abrigo metálico:

Todas as paredes, teto, piso e portas devem possuir uma chapa de, no mínimo, $\frac{1}{8}$ " (um oitavo de polegada) para proteção contra vandalismo. Caberá à CONTRATADA concretar todo o espaço que ficará sob o Shelter. Deverá ser considerada uma calçada com, no mínimo, 60cm de largura ao redor de todo o abrigo.

O abrigo/Shelter deverá estar elevado 30cm do solo. Deverá ser prevista uma escada, construída em aço e com proteção contra oxidação, para acesso ao abrigo.

O Shelter deve ser aterrado e ligada ao anel de equipotencialização, seguindo orientações presentes na Figura 6.

15.12. Caso seja utilizado abrigo em alvenaria:

O piso interno deverá ser no mínimo 10 cm mais alto que o nível do terreno circunvizinho, a fim de evitar o ingresso de água e umidade.

A execução deverá incluir preparação adequada do subleito, com compactação, camada drenante quando aplicável e sistema de impermeabilização que impeça a ascensão capilar da umidade.

O piso da casa técnica deve estar sobre uma base de concreto armado de espessura que suporte carga concentrada (rack, banco de baterias). Deve ser impermeabilizado para evitar a umidade proveniente do chão ou de qualquer outra superfície ou fonte. O acabamento do piso deve ser plano, de fácil limpeza e antiderrapante;

Deverá haver laje tipo treliçada, composta por vigotas pré-moldadas, elementos de enchimento em EPS (poliestireno expandido) e capa de concreto moldada in loco, formando um sistema estrutural monolítico após a cura;

A tinta externa deverá ser emborrachada a fim de evitar infiltrações pelas paredes;

Deverá haver calçada com, no mínimo, 60cm de largura ao redor de todo o abrigo.

A cobertura deverá ser executada com telhas tipo sanduíche termoacústicas, compostas por duas chapas metálicas (externa e interna) com núcleo isolante, preferencialmente em poliuretano (PU) ou poliisocianurato (PIR), ou material de desempenho equivalente. Deverá apresentar vedação entre a parede e a telha, ângulo adequado para o correto escoamento da água da chuva e ultrapassar no mínimo 40cm os limites do abrigo, de forma a impedir que a água escorra diretamente pelas paredes.

As paredes deverão ter emboço e reboco tanto interna quanto externamente.

Para a pintura, as superfícies deverão estar limpas, secas e isentas de poeira, graxa, eflorescências ou partes soltas. Antes da pintura, deverá ser aplicada camada de selador ou fundo preparador compatível com o substrato, garantindo adequada aderência, uniformidade e durabilidade do acabamento.

16. RACK PARA PARTE LÓGICA

16.1. O Shelter deverá ser fornecido com um Rack 19”, 44 Us, instalado internamente. Na torre 3, na cidade de Guaira, este item também deve ser fornecido para ser instalado em Shelter já presente no local. O rack deve atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Rack totalmente desmontável;
- Atender especificações ANSI/EIA RS-310-D, IEC 297-2, DIN 41494 partes 1 e 7;
- Grau de proteção IP20;
- Estrutura em aço com 1,50mm;
- Fornecido com terminais de aterramento;
- Porta frontal reversível com ângulo de abertura de 220°, em aço perfurado, com fechadura escamoteável e índice de ventilação 71%;
- Porta traseira bi-partida em aço perfurado, com ângulo de abertura de 220°, com fechadura escamoteável e índice de ventilação de 71%;
- Laterais em aço, com fecho rápido;
- Planos (frontal e traseiro) com numeração de U. Produzido em aço galvanizado em 1,95mm;
- Entrada e saída de cabos pelo teto ou pela base;
- Guia vertical para organização de cabos;
- Teto com preparação para instalação de ventiladores;
- Pintura em micro epóxi na cor preta RAL 9004, com tratamento resistente a riscos e proteção anti-corrosiva;
- Dimensões de 800X1200mm;
- Deve suportar um conjunto de cargas de até 800kg;
- Modelo de referência: IP Metal;

17. NOBREAKS

17.1. O *Shelter* deverá ser fornecido com dois conjuntos de NO-BREAK, sendo o primeiro para as cargas críticas e o segundo para as demais cargas do *Shelter*. Além dos 4 utilizados nas torres 1 e 2, mais 2 conjuntos devem ser fornecidos, sendo uma para a torre 3, para cargas críticas, e um para provisão. Todos devem atender as seguintes especificações:

Modo de funcionamento: tipo dupla conversão online. A regulação de energia deverá ocorrer por meio de inversores sempre ligados, esteja em modo de rede elétrica ou em modo de baterias (ausência da rede elétrica);
Formato do sinal de tensão de saída senoidal pura em todos os modos de operação, com filtros de EMI na entrada e na saída do equipamento;

Potência do inversor do equipamento: nominal 5kVA / 5kW ou potência superior;

Recurso de by-pass com ativação automática ou manual, por comando via interfaces de monitoramento;

Características da tensão de entrada:

- Tensão: 220Vac (duzentos e vinte volts em corrente alternada);
- Frequência de 60Hz ou 50/60Hz +/- 5Hz (auto sensing);

Características da tensão de saída:

- Tensão: 220Vac (duzentos e vinte Volts em corrente alternada);
- Distorção de tensão de saída: menor que 3% (três por cento);
- Frequência de saída: sincronizada com a rede elétrica, com tolerância máxima de variação instantânea de 3(três) Hertz;
- Fator de carga de crista: 3:1 (três para um);
- Topologia: Dupla conversão Online;
- Conectores: No mínimo 04 (quatro) conectores 2P+T;

Características das baterias:

- Tipo: Ion de lítio;
- Tempo de recarga típico não superior a 3 (três) horas;

Características da interface de comunicação e gerenciamento:

- Padrão Ethernet por conector RJ-45 para conectividade online à software de monitoramento com protocolo universal de comunicação SNMP;
- Recurso de desligamento remoto de emergência;
Recurso de proteção contra surtos elétricos com capacidade de dissipação térmica mínima de 1200 Joules;
Operacional faixa de temperatura de 0°C (zero grau célsius) a 40°C (quarenta graus célsius), ou faixa mais ampla, e umidade relativa de 0% (zero por cento) a 95% (noventa e cinco por cento) sem condensação;
Conformidades certificadas às normas CE e EN;
Equipamento versão rack 19”, ou equipamento com acessórios para tal função;
Devem ser fornecidos os acessórios necessários para instalação do equipamento dentro de um rack de 19”, como por exemplo os trilhos;
Nível acústico máximo de 50dBA;
A ITAIPU já possui instalado e licenciado o software StruxureWare Data Center Expert da Schneider. Todos os no-breaks dos sistemas de segurança eletrônica da área corporativa da margem esquerda da Itaipu Binacional são gerenciados a partir deste software, portanto, os equipamentos fornecidos deverão ser totalmente compatíveis e integráveis ao referido software;
Modelo de referência: SRTL5KRM2UI, com packs de bateria SRTL180RM2UBP, ambos da fabricante APC;

17.2. Além das especificações já apresentadas, o no-break de cargas críticas (Switches, câmeras, radares, etc) deverá:

ter autonomia mínima do equipamento: 60 (sessenta) minutos de energia ininterrupta mediante ausência de energia da rede primária proporcionada pelo correto dimensionamento do banco de baterias, considerando-se carga acoplada de 2000W (dois mil Watts). Os bancos de baterias devem ser fornecidos em conjunto com o equipamento principal; ocupar um espaço máximo de 6Us (seis Us) dentro do rack, considerando o equipamento junto com os packs de baterias;
possuir peso máximo do conjunto de 100kg;

17.3. Além das especificações já apresentadas, o nobreak de cargas do Shelter deverá:

atender cargas como o ar-condicionado e iluminação da torre;
ter autonomia mínima do equipamento: 90 (noventa) minutos de energia ininterrupta mediante ausência de energia da rede primária proporcionada pelo correto dimensionamento do banco de baterias, considerando-se carga acoplada de 2000W (dois mil Watts). Os bancos de baterias devem ser fornecidos em conjunto com o equipamento principal; ocupar um espaço máximo de 8Us (oito Us) dentro do rack, considerando o equipamento junto com os packs de baterias;
possuir peso máximo do conjunto de 130kg;

18. LIGAÇÕES ELÉTRICAS E DE LÓGICA

18.1. Caberá à CONTRATADA a elaboração do projeto da infraestrutura elétrica do local. A execução e a montagem somente poderão ser iniciadas após a submissão do referido projeto à equipe da Itaipu e a sua aprovação formal;

18.2. A CONTRATADA deverá avaliar o melhor posicionamento para a entrada de energia e de lógica de acordo com as especificidades de cada local, podendo ser subterrânea ou através de poste. A ligação do ramal de entrada até o Shelter será subterrânea conforme pode ser verificado na Figura 3.

18.3. A ligação elétrica principal em cada torre também será de responsabilidade da CONTRATADA. As seguintes características devem ser observadas para cada torre:

Na Torre 1, na cidade de Santa Helena, a tensão será de 220/380VAC. O ponto de fornecimento de energia estará a, no máximo, 20 metros do ponto de instalação da torre.

Na torre 2, na cidade de Santa Terezinha de Itaipu, a tensão de fase será de 127/220VAC. O ponto de fornecimento de energia estará a, no máximo, 80 metros do ponto de instalação da torre.

Na torre 3, na cidade de Guaira, a tensão de fase será de 127/220 VAC. O ponto de fornecimento de energia estará dentro do próprio Shelter já

presente no local. Todos os itens presentes nesta seção são aplicáveis a esta torre, exceto o que concerne a estrutura do Shelter e iluminações.

18.4. Todos os condutores de energia devem ser dimensionados de acordo com a versão mais recente da NBR5410 - Instalações elétricas de baixa tensão.

18.5. Na entrada de energia deverão ser previstos, no mínimo, dois eletrodutos paralelos, sendo que um deles deverá ser destinado à passagem de fibra óptica para atendimento da infraestrutura lógica. Os diâmetros devem estar previstos nos projetos submetidos à Itaipu para aprovação, resguardando o diâmetro mínimo de 3 polegadas. Na execução deve haver lastro de concreto para proteção dos eletrodutos enterrados e se houver caixas de passagem devem possuir tampa metálica.

18.6. Na casa técnica, os condutores de entrada de energia deverão chegar a um painel de distribuição metálico, estilo industrial, com um disjuntor geral dimensionado na corrente máxima do sistema, e com ligação de circuitos de acordo com relatório de cargas que serão fornecidas. A Figura 4 ilustra o painel de distribuição.

Deverá haver uma reserva de no mínimo 30% a mais na quantidade de circuitos informadas no relatório de cargas, ou seja, se forem informados 10 circuitos, o quadro deve ser preparado para no mínimo 13, divididos entre os críticos e os de cargas do Shelter. Os circuitos sobressalentes poderão ser deixados sem conexão após seus disjuntores;

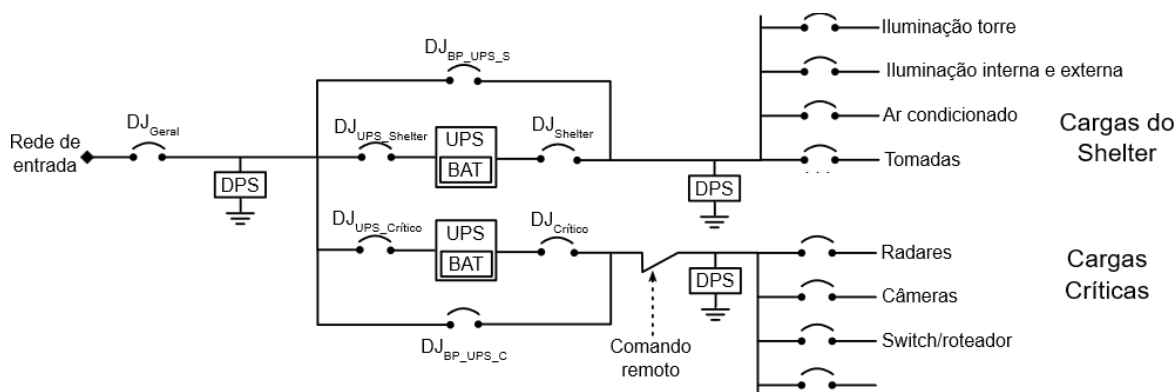


Figura 4 - Ilustração representativa do circuito de alimentação.

- 18.7. No quadro devem ser adicionados disjuntores, de acordo com as cargas, com curva tipo C. Nos disjuntores principais (DJ_{Geral} , $DJ_{UPS_{Shelter}}$, $DJ_{Shelter}$, $DJ_{UPS_{Crítico}}$, $DJ_{Crítico}$) deverá haver dispositivo de rearme automático temporizado, de formas que se o disjuntor desarmar, deverá haver ao menos 3 tentativas de rearme automático, em períodos crescentes.
- 18.8. Deverá haver dispositivo de proteção contra surtos (DPS) combinado Classe I+II, considerando neutro. Eles devem ser interligados ao Barramento principal de equipotencialização (BEP).
- 18.9. Alguns circuitos deverão ser projetados e construídos pela CONTRATADA, como os circuitos de iluminação interna, externa e de sinalização da torre, circuitos de tomadas de apoio e circuitos de alimentação dos ares-condicionados. Todos os circuitos necessários serão informados posteriormente no Relatório de Cargas que será entregue à CONTRATADA. Os circuitos devem estar devidamente identificados no painel de distribuição;
- 18.10. A casa técnica deverá ter iluminação interna com lâmpadas LED, cor branco frio (temperatura de cor de 6000k), com potência suficiente para que próximo ao piso tenha iluminância de 1000 lux. O interruptor deve ser coloca na altura média, de forma acessível na entrada da casa técnica.
- 18.11. Dentro da casa técnica, nas proximidades da porta e com fácil acesso, deverá haver 4 tomadas 2P+T de 20A, sendo duas delas na tensão de 127VAC e as outras 2 na tensão de 220VAC. As tomadas devem ser possuir notação da sua tensão.
- Se a tensão de 127VAC não for possível, então as 4 tomadas poderão ser iguais, em 220 VAC.
- 18.12. Nos 4 cantos da torre deverão ser colocados refletores em altura de aproximadamente 5 metros, com temperatura de cor branco frio, com potência luminosa suficiente para permitir iluminância mínima de 200 lux nos pontos de menor iluminância (desconsiderando sombras).

Os refletores podem possuir interruptores juntos ou separados, e estes devem estar colocados dentro da casa técnica, próximo à porta, em local de fácil acesso.

De forma paralela ao interruptor, deve haver sensores de presença fixados na torre ou em local adequado, responsáveis por detectar humanos e animais de médio e grande porte que estiverem dentro da área da torre. Quando acionados, os sensores de presença devem acionar as lâmpadas por um tempo de aproximadamente 1 minuto ou até que a presença não seja mais detectada.

- 18.13. O circuito destinado à alimentação das cargas críticas deverá permitir o seccionamento remoto por meio de comando realizado via Internet, com acesso protegido por autenticação (senha). Para atendimento deste requisito, a CONTRATADA deverá fornecer e instalar um sistema de chaveamento remoto, composto por dispositivo de manobra elétrica adequado à corrente e tensão do circuito, capaz de:

Receber comandos remotos por interface de comunicação compatível com rede IP;

Interromper (abrir) o circuito de alimentação das cargas críticas de forma segura e controlada;

Permanecer desligado pelo tempo programado;

Realizar o rearme automático e autônomo do circuito sem a necessidade de intervenção manual no local.

- 18.14. O sistema deverá possuir níveis adequados de proteção elétrica e lógica, garantindo a integridade das cargas, a segurança operacional e a confiabilidade do comando remoto.

- 18.15. Todos os componentes, dispositivos e equipamentos elétricos empregados nas instalações deverão possuir certificação de conformidade e confiabilidade emitida pelo INMETRO, quando aplicável à respectiva categoria do produto, atendendo às normas técnicas brasileiras vigentes. Na inexistência de certificação específica do INMETRO para determinado tipo de dispositivo, serão aceitas certificações internacionais reconhecidas, tais como *UL (Underwriters Laboratories)* ou *CE*

(Conformidade Europeia), desde que comprovem a conformidade do equipamento com requisitos de segurança elétrica, desempenho e confiabilidade operacional.

18.16. A CONTRATADA deverá apresentar, sempre que solicitado, documentação comprobatória das certificações, incluindo certificados válidos, relatórios de ensaio ou declarações de conformidade emitidas por organismos acreditados, ficando a aceitação dos materiais condicionada à verificação dessas evidências pela fiscalização.

18.17. Todos os cabos instalados em partes expostas ao tempo, seja nas esteiras verticais ou outros locais, deverão ser adequados para uso externo, com capa resistente à radiação UV, intempéries e variações térmicas, não sendo permitido o uso de cabos do tipo PP convencional. Deverão possuir isolamento em EPR, HEPR, XLPE ou equivalente, com resistência mecânica suficiente para instalação vertical, suportando tração, vibração e exposição contínua ao ambiente externo. A fixação deverá ser realizada com elementos resistentes a UV, respeitando o raio mínimo de curvatura e as recomendações do fabricante.

19. TERRENO PARA A CONSTRUÇÃO DAS TORRES

19.1 A área cercada da torre deverá possuir dimensões suficientes para garantir uma faixa de resguardo mínima, sem construções, de pelo menos 2 metros em todo o seu perímetro. Entre a torre e a casa técnica também deve haver um resguardo mínimo de 2 metros. A área deve ser planejada de forma a permitir o acesso de um caminhão de pequeno porte próximo a torre, mantendo o tamanho total de aproximadamente 15x15 metros. Poderão ser avaliados ajustes pontuais nestas dimensões, desde que haja justificativa técnica consistente e as condições físicas do local comportem a nova configuração proposta, e que não haja prejuízo à funcionalidade, à segurança, à manutenção da infraestrutura e às futuras expansões do site. O projeto, contendo o formato final da área cercada, deverá ser apresentada previamente à Itaipu para aprovação.

- 19.1. Devido às características dos equipamentos que serão utilizados, um dos vértices da torre deve estar apontado diretamente para o lago da Itaipu. A Figura 5 mostra o posicionamento esperado para as torres de Santa Helena e Santa Terezinha, respectivamente. A orientação da torre e a do terreno não precisam ser coincidentes.

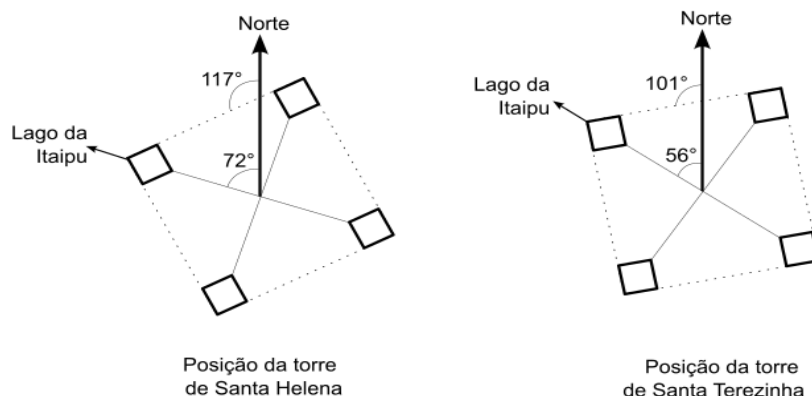


Figura 5 - Posicionamento das torres de Santa Helena e Santa Terezinha de Itaipu.

- 19.2. O posicionamento da torre e da casa técnica no terreno deve permitir uma área livre além da área de resguardo prevista no item anterior, de forma que seja possível a passagem e manobra parcial de um caminhão de pequeno porte;
- 19.3. O portão de acesso ao terreno da torre deverá ter, no mínimo, 4 metros de abertura e a mesma altura do gradil metálico que circundará o terreno, com sistemas de trancamento por cadeados e/ou correntes. Deverá ter suas partes aterradas e interligadas aos anéis de equipotencialização. O portão deve possuir, na sua parte superior, acabamento pontiagudos com a finalidade de aumentar a segurança da instalação.
- 19.4. No contorno do terreno deverá haver Cerca em Gradil Metálico Galvanizado de fabricação ORSOGRAD ou similar, fixado em viga de concreto que acompanha o perímetro do terreno. O gradil deverá obedecer às seguintes especificações:

deverá ser fabricado pelo processo automático de eletrofusão, e a união dos fios horizontais de 4,8 mm e com as barras verticais de 25 x 3 mm devem ser feitas por solda e forjamento em duas fases contínuas e sucessivas, tornando a peça homogênea.

O gradil não poderá ter cortes ou encaixes que possam favorecer a formação de ferrugem.

Todas as peças metálicas devem ser de aço carbono SAE - 1010/20, recebendo galvanização a fogo conforme norma ASTM - A123 e pintura poliéster pó aplicada eletrostaticamente cor verde escura (referência Munsell 2,5G3/4).

As marcas devem ser apresentadas pela CONTRATADA e aprovadas pela Itaipu.

Os painéis terão 2114 mm de altura e 1650 mm de largura, montados em pilares em ferro chato de seção 76 mm x 8 mm x 3000 mm, malha de 65 x 132 mm, com parafusos de cabeça sextavada de 3/8" x 1.1/4", com uma arruela lisa em aço inox, eletrofundido galvanizado a fogo, com pintura eletrostática a pó na cor verde.

Para a fixação dos pilares metálicos na viga em concreto deve ser executada através de dispositivos de fixação, a CONTRATADA deverá utilizar barra chata espessura 10 mm e parafusos tipo parabolt, ou dispositivo similar para fixação do gradil, esses dispositivos deverão ser apresentados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A cerca deve ser eletricamente interligada à malha de aterramento em cada haste de fixação, ou a distâncias de no máximo 5 metros. Mais detalhes serão fornecidos no item 9.10.

A cerca construída no local da torre 2 deverá possuir ainda uma concertina espiral simples de 45cm de diâmetro no topo da cerca. Não poderá haver concertina contínua acima do portão de acesso para não limitar entrada de caminhões ou trânsito de manutenção.

- 19.5. Toda a área de solo do terreno que estiver exposta ao tempo deverá ser coberta com manta geotêxtil sobre a superfície do solo exposta (sem cobertura vegetal ou outro tipo de revestimento). Sobre a manta deve haver uma camada de pedra brita número 1 ou 2, com espessura mínima de 10 cm (10 centímetros). O objetivo é inibir o crescimento de ervas daninhas, porém garantindo o escoamento de água pluvial. No limite do terreno haverá material limitador para impedir que grama ou mato invada o terreno da torre pelo solo. Outras soluções podem ser aplicadas, desde que aprovadas previamente pela Itaipu.

- 19.6. A CONTRATADA será responsável pelo nivelamento, compactação e outras preparações do solo que se fizerem necessárias antes do início das obras;

20. SISTEMA DE PARA RAIOS E ATERRAMENTO

- 20.1. O sistema de proteção contra descargas atmosféricas é composto por para-raios de topo com captor tipo Franklin, dimensionado para prover cone de proteção para toda a estrutura metálica da torre assim como para sua área delimitada pela cerca, inclusive os sistemas de iluminação/balizamento.
- 20.2. A fixação do captor na estrutura suporte deverá ser isolada eletricamente da torre, considerando-se os níveis de tensão característicos das descargas atmosféricas para as características de instalação. O dimensionamento do cone de proteção do captor aos elementos da torre considerará raio de abertura horizontal para prover uma proteção estendida de 5 m (cinco metros) a partir do elemento metálico da torre, instalado em seu topo, mais distante radialmente.
- 20.3. Deve haver dois (02) cabos de descida isolados eletricamente da torre em todo o seu percurso, dimensionados adequadamente para a extensão do trajeto entre o captor e a malha de aterramento, inteiramente em material de cobre com seção não inferior a 50mm^2 (cinquenta milímetros quadrados), composto por cabos idênticos fixados nas laterais externas da torre e opostos 180° entre si. Os fixadores dos cabos devem ser capazes de prover o isolamento, suporte e o distanciamento adequados entre os cabos e a torre para a condução do surto até a malha de aterramento;
- 20.4. As hastes de aterramento devem ser de cobre ou cobreadas formando 2 anéis no entorno da torre e 1 no entorno da casa técnica, com as distâncias apontadas na Figura 6. Cada haste deve ter no mínimo 3 m de comprimento, espessura de $\frac{3}{4}$ " (três quartos de polegadas), de cobre ou com revestimento de cobre, com no mínimo 254 μm (duzentos e cinquenta e quatro micrômetros) de espessura de depósito em cobre sobre alma de aço. Desde que aprovadas pela Itaipu, as distâncias apontadas podem sofrer mudanças para se adequarem às dimensões da torre.

20.5. A Figura 6 mostra uma imagem representativa do formato esperado para o aterramento.

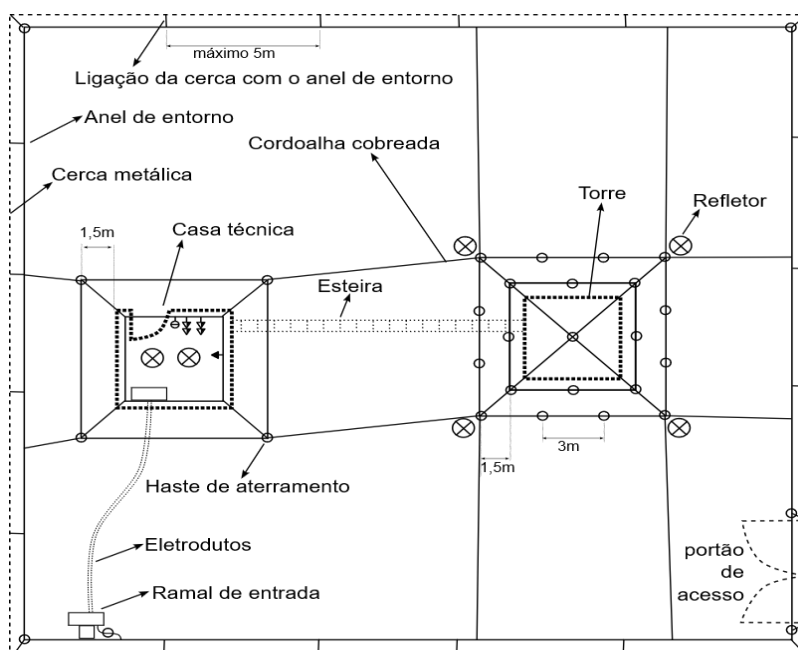


Figura 6 - Representação da malha de aterramento da área da torre.

20.6. As cordoalhas utilizadas nos anéis de equipotencialização devem ser de cobre ou cobreadas, com seção mínima de 50mm^2 (cinquenta milímetros quadrado) para interligação de todas as hastes de cobre na configuração e geometria ilustradas na Figura 6. As cordoalhas deverão ser enterradas diretamente no solo, em profundidade de 50 cm;

20.7. Deve haver um anel de equipotencialização no entorno do terreno, com interligações entre a cerca e este anel em intervalos que não ultrapassem 5 metros. Este anel de entorno deve ser interligado aos demais anéis por mais de 1 ponto de conexão para cada anel. Caso o portão de acesso também seja metálico, este também deve ser aterrado.

20.8. As conexões entre os elementos de aterramento devem ser realizadas por meio de conectores adequados por técnica de crimpagem ou solda exotérmica, feitos por ferramentas hidráulicas de alta pressão com soquetes indicados aos respectivos conectores. A Figura 7 mostra um exemplo adequado de conexão entre uma haste e uma cordoalha.



Figura 7 - Exemplo de conector de clipagem entre haste e cabo de aterramento

- 20.9. A estrutura principal da torre deve ter interconexão à malha de aterramento feita por 04 (quatro) cabos de cobre com secção de 50mm² (cinquenta milímetros quadrados) cada cabo, a partir de cada um dos pés da torre;
- 20.10. As esteiras devem ter 1 cabo de cobre nu com secção mínima de 50mm² ao longo de todo seu trajeto, preso pelo lado interno da esteira com fixadores e parafusos em metal que permitam a conexão elétrica entre o cabo, a esteira e a estrutura da torre. A conexão da esteira com a malha de aterramento deve ser realizada no ponto mais baixo da esteira vertical, no conector bifurcação para as duas esteiras horizontais. Na entrada da casa técnica, os dois lados das esteiras horizontais devem ser ligados à malha de aterramento.
- 20.11. Cada plataforma de trabalho instalada na torre deve contar com uma barra de equipotencialização de telecomunicação isolada (TGB - Telecommunications Grounding Busbar), exclusiva para o aterramento das antenas, radares ou outros equipamentos fixados na torre. Cada TGB fornecido e instalado pela CONTRATADA deverá ser padrão perfurado 20 x 30, fixado de forma isolada eletricamente da estrutura metálica da torre, e protegido contra ação de intempéries. Cada TGB deverá ser interligado à malha de aterramento comum por meio de um cabo encapado para ambientes externos, com proteções UV (ultravioleta) e isolamento elétrico de 1KV (um mil Volts), por TGB.
- 20.12. O sistema de aterramento deverá obedecer às especificações deste documento, assim como a NBR5419 e a NR10. A norma ITU-T K.56 pode também ser usada como referência.
- 20.13. Após a execução dos serviços, deverão ser realizados ensaios de continuidade elétrica para comprovação da equipotencialização entre os elementos metálicos

do projeto (pontos a serem definidos antes dos ensaios, com aprovação da Itaipu). As medições deverão ser efetuadas com micro-ohmímetro de quatro terminais, pelo método de injeção de corrente em CC, conforme ABNT NBR 5419, adotando-se como critério de aceitação valores $\leq 0,5 \Omega$.

20.14. Após a execução dos serviços, deverá ser realizada a medição da resistência do sistema de aterramento, com o objetivo de verificar sua conformidade com os critérios de projeto e assegurar o desempenho adequado do sistema. As medições deverão ser executadas por meio de terrômetro apropriado, utilizando método normatizado. Como critério de aceitação do projeto, a resistência de aterramento medida deverá ser igual ou inferior a 5Ω .

20.15. Caso a construção do sistema de aterramento previsto não seja possível por alguma característica do terreno, a CONTRATADA deverá apresentar uma proposta alternativa, contornando a situação encontrada. A proposta só poderá ser implementada após aprovação pela ITAIPU.

21. PLACAS DE SINALIZAÇÃO

Deverá haver placas de identificação, de aviso de alta tensão e de acesso restrito, fixadas no portão de acesso à torre ou no gradil próximo ao portão. A placa de identificação conterá o nome e o logo da Itaipu Binacional, a identificação da torre, dados gerais e telefone de contato para reportar possíveis problemas. A Figura 8 mostra exemplos das placas citadas. Antes da sua confecção a arte das placas deve ser aprovada pela Itaipu e devem obedecer ao disposto na NR26 e na NBR7195;

21.2. Todas as placas devem ser confeccionadas com material resistente à exposição solar, chuva, variações de temperatura e outras intempéries naturais sem que modifique suas propriedades físicas e mecânicas. Da mesma forma, as tintas não devem perder suas características com as condições do tempo. Como exemplo cita-se alumínio ou ACM, com pintura eletrostática ou adesivo vinílico de alta performance com proteção UV;



Figura 8 - Exemplo de placas de identificação das duas torres definidas neste documento, assim como de aviso de alta tensão e de acesso restrito.

22. Estação meteorológica

Uma estação de medição de dados ambientais deve ser instalada na torre, sendo capaz de quantificar pelo menos as seguintes grandezas físicas: Temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento. A faixa de operação mínima esperada para a estação meteorológica é entre -10 e 70 °C;

22.2. O sensor de temperatura do ar e de umidade relativa deverá possuir grau de proteção compatível com a aplicação, considerando sua exposição direta às condições ambientais. O equipamento deverá ser instalado no interior de um abrigo meteorológico do tipo Stevenson, adequado para medições de temperatura e umidade, com proteção contra radiação solar e influência direta de intempéries. O sinal de saída do sensor deverá ser plenamente compatível com as entradas do Data Logger especificado no projeto. Adicionalmente, o sensor deverá atender, no mínimo, às seguintes características técnicas:

Medição de Temperatura entre -10°C e 70°C , com resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$ e Precisão de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ (em 20°C);

Umidade do ar entre 0% e 100%, com resolução de 1% e precisão de $\pm 2,5\%$ (em 20°C);

Taxa de amostragem: 1Hz;

- 22.3. O sensor de velocidade e direção do vento deverá ser do tipo ultrassônico, sem partes móveis, com capacidade de coletar dados de rajadas de vento. O sinal de saída do sensor deverá ser plenamente compatível com as entradas do Data Logger especificado no projeto, com taxa de amostragem mínima de 1Hz. Além disso, deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

Medição da velocidade do vento entre 0,05 e 60 m/s, com resolução de $0,1\text{ m/s}$ e precisão de $\pm 3\%$ para 40 m/s e $\pm 5\%$ para 60 m/s;

Medição da direção do vento entre 0 e 259° , com resolução de 1% e precisão de $\pm 3\%$ para 40 m/s e $\pm 5\%$ para 60 m/s;

- 22.4. O sensor de pressão barométrica deverá possuir suas saídas plenamente compatíveis com as entradas do Data Logger especificado no projeto, com taxa de amostragem mínima de 1Hz. Além disso, deverá possuir as seguintes características técnicas mínimas:

Faixa de medição entre 300 e 1100 hPa, com resolução de $0,1\text{hPa}$ e precisão de $\pm 0.5\text{ hPa}$ (em 25°C);

- 22.5. Modelo de referência: GMX500 - Gill Instruments.

- 22.6. A estação meteorológica deverá ser fornecida com estrutura própria para fixação à torre, projetada para instalação em altura a ser definida em projeto executivo. A estrutura de fixação deverá garantir estabilidade mecânica e resistência às cargas permanentes e acidentais, incluindo ações de vento, vibração e intempéries, sem comprometer o desempenho dos equipamentos ou a integridade da torre.

- 22.7. Os suportes, abraçadeiras e demais elementos de fixação deverão ser fabricados com materiais resistentes à corrosão e compatíveis com o ambiente de instalação, preferencialmente em aço galvanizado a fogo, aço inoxidável ou

material de desempenho equivalente. A solução adotada deverá permitir ajustes de posicionamento, facilitar a instalação, inspeção e manutenção dos sensores, bem como evitar interferências estruturais, eletromagnéticas ou aerodinâmicas na torre e nos demais sistemas instalados.

- 22.8. O sistema de leitura, aquisição e armazenamento de dados da estação meteorológica deverá ser composto por um datalogger responsável pela coleta, registro e armazenamento contínuo das informações provenientes dos sensores instalados. O equipamento deverá possuir capacidade de armazenamento suficiente para manter os dados registrados por, no mínimo, 7 dias, considerando a taxa de amostragem definida para a operação normal do sistema.
- 22.9. O datalogger deverá ser capaz de preservar integralmente os dados armazenados em caso de interrupção no fornecimento de energia elétrica, por meio de memória não volátil e/ou sistema de alimentação auxiliar (bateria interna ou equivalente), assegurando a integridade e a rastreabilidade das informações coletadas.
- 22.10. O equipamento deverá permitir acesso local e remoto aos dados, por meio de interface de comunicação Ethernet, possibilitando a coleta, visualização, exportação e gerenciamento das informações registradas. A interface deverá ser compatível com redes TCP/IP padrão e permitir integração com sistemas supervisórios (SCADA), plataformas de monitoramento remoto ou softwares de análise e tratamento de dados através de protocolos de comunicação padronizados e amplamente conhecidos, como Modbus ou MQTT.
- 22.11. O datalogger deverá possuir relógio interno em tempo real (RTC - Real Time Clock), com autonomia própria e precisão compatível com aplicações de monitoramento ambiental, garantindo a correta marcação temporal de todos os registros, mesmo na ausência de alimentação elétrica externa. O relógio deverá permitir sincronização automática ou manual, remota e local, assegurando a confiabilidade e a rastreabilidade temporal dos dados armazenados.
- 22.12. O datalogger deverá permitir a configuração de parâmetros operacionais, tais como intervalos de amostragem, armazenamento e transmissão de dados e endereçamentos, bem como suportar atualização de firmware, quando aplicável.

O sistema deverá operar de forma contínua, estável e confiável, atendendo às condições ambientais previstas para a instalação e às boas práticas de engenharia aplicáveis.

22.13. O datalogger, os sistemas de alimentação dos sensores, e demais dispositivos necessários para a correta operação da estação devem estar acondicionados em quadro próprio dentro do Shelter.

22.14. A CONTRATADA deverá fornecer toda a documentação técnica necessária para a correta instalação, operação, configuração, manutenção e utilização da estação meteorológica. Essa documentação deverá incluir, no mínimo, a relação completa dos sensores e registradores de dados (data loggers), suas respectivas especificações técnicas, diagramas de interligação, procedimentos de montagem e fixação, bem como instruções para aquisição, armazenamento, extração, tratamento e interpretação dos dados coletados. Deverão ainda ser apresentados manuais técnicos, guias operacionais e, quando aplicável, softwares, drivers ou ferramentas necessárias para acesso e gerenciamento das informações registradas, garantindo a plena operação do sistema conforme o projeto aprovado.

23. OUTRAS ESPECIFICAÇÕES

A CONTRATADA é responsável por todas as liberações legais em relação ao projeto, como por exemplo:

- Autorização de Construção de OPEA (Objeto projetado no espaço aéreo) junto ao Comando da Aeronáutica - COMAER / DECEA;
- Licenciamento Ambiental, caso necessário;
- Alvará de Construção e Licenças municipais;
- ART de projeto; e
- ART de construção.

23.2. Caberá à CONTRATADA fornecer os seguintes itens de provisão, com mesmo modelo e marca utilizada utilizado no projeto, em condição de novo:

Duas unidades extras do sistema de sinalização da torre, com as lâmpadas, sistema de comando, baterias e o que mais fizer parte desse sistema, sendo uma igual à utilizada no topo da torre e outra intermediária;

Duas unidades de disjuntores com rearme automático;

Duas unidades do sistema de comando remoto utilizado nos circuitos de cargas críticas;

1 nobreak completo, com o pack de baterias de maior capacidade (idêntico ao no-break fornecido para as cargas do Shelter);

Uma estação meteorológica completa, com sensores e fonte (se houver);

24. EXECUÇÃO DO OBJETO

24.1 SOBRE OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A CONTRATADA é obrigada a apresentar para aprovação pela ITAIPU uma amostra dos materiais que se propõe a empregar na obra, sempre que solicitado pela FISCALIZAÇÃO.

24.2. É terminantemente proibido o emprego, pela CONTRATADA, de materiais usados ou que possam ter perdido suas propriedades desde sua produção ou fabricação, salvo se forem aqui especificados.

24.3. A CONTRATADA deverá retirar do canteiro de obras os materiais que forem rejeitados pela ITAIPU no prazo estipulado em contrato, contados da data da notificação. Caso não o faça, a ITAIPU se reserva o direito de retirá-los, correndo por conta da CONTRATADA todas as despesas efetuadas, assim como, os prejuízos daí originados que terão os valores apontados no Diário de Obra, e debitados (glosados) da fatura a ser apresentada pela CONTRATADA no mês subsequente da notificação registrada pela FISCALIZAÇÃO e não atendida.

- 24.4. A água utilizada na execução do serviço deverá ser limpa e isenta de óleos, ácidos, álcalis, vegetação ou qualquer tipo de impurezas que possam influenciar na mistura do concreto, argamassas e outros materiais onde se fizer necessária.
- 24.5. Materiais agregados, como brita e areia, deverão ser estocados adequadamente. O local selecionado para a estocagem dos agregados deve ter solo firme e limpo, sendo providenciado um isolamento dos agregados com o solo através de no mínimo um assoalho de madeira ou camada de concreto que permita o escoamento de água livre dos agregados.
- 24.6. Areias e os agregados graúdos devem ser mantidos separados por paredes de madeira ou similar, para não comprometer a mistura determinada na dosagem de concretos e argamassas.
- 24.7. Os agregados deverão permanecer limpos, sem nenhum tipo de detrito que possa causar o enfraquecimento do concreto e argamassas. Deverão ser removidas pontas de cigarro, pedaços de madeira, serragem, folhas de árvores, papel, argila etc. A verificação da limpeza dos agregados graúdos deverá ser feita de maneira visual. Para o caso das areias, poderá ser feita verificação visual e manual com utilização de uma porção de areia esfregada entre a palma das mãos. Caso as mãos fiquem sujas e manchadas o lote de areia poderá ser rejeitado, ou exigido da CONTRATADA teste específico relativo à qualidade do material.
- 24.8. Será permitido o uso de cimento Portland, que atenda as normas brasileiras, e na modalidade de resistência a compressão mínima aos 28 dias de 32 MPa. Deve ser evitado o uso de cimentos impróprios para condições climáticas adversas (como o uso de cimento CPV-ARI em dias muito quentes).
- 24.9. As embalagens devem ter impressas, de forma visível, a marca do fornecedor, tipo e classe do cimento. As embalagens devem estar íntegras até o momento do seu consumo.
- 24.10. A embalagem do cimento deve conter a indicação da data de fabricação, do tipo de cimento e do peso do conteúdo, com a indicação legível, indelével e não removível.

- 24.11. O cimento deve ter uma validade mínima de 60 dias contados a partir da data da ordem de início das obras.
- 24.12. As pilhas de sacos de cimento não devem ter mais do que 10 unidades de altura, salvo no caso da utilização em menos de 15 dias, onde será permitida a altura máxima de 15 unidades.
- 24.13. O cimento deve ser depositado em abrigo fechado, permanecer sem contato com água ou umidade excessiva, afastado do solo e das paredes do depósito.
- 24.14. Serão rejeitados os cimentos empedrados, mesmo que de forma parcial na embalagem.
- 24.15. Também serão rejeitados cimentos que estejam em desacordo com as especificações da embalagem e requisitos das normas da ABNT.
- 24.16. A cal deverá ser do tipo hidratada. Deve estar claro na embalagem a designação “*cal hidratada*”. Produtos que denominam na embalagem “cal hidratada com adição” ou “cal hidratada com leucofililo” ou “cal pozolânico” não serão aceitos para a confecção das argamassas. É proibido o uso de aditivo plastificante não autorizado pela ITAIPU, como por exemplo, produto definido como “Cal Líquida”. As condições de armazenagem devem ser as mesmas definidas para o cimento.
- 24.17. Toda a madeira, para emprego definitivo, será bem seca, isenta de branco, caruncho ou broca; não ardida, sem nós, fendas, abaulamentos, arqueamentos ou defeitos que comprometam sua durabilidade, resistência ou aparência.
- 24.18. As madeiras deverão ser serradas e beneficiadas de acordo com a NBR 7203 da ABNT. Para as diversas partes da construção deverá ser utilizada preferencialmente madeira de reflorestamento Eucalipto Grandis, Cedro, Angelim ou outra previamente aprovada pela ITAIPU.
- 24.19. As madeiras de emprego provisório para andaimes, tapumes e moldes poderão ser de pinho do Paraná, ou pinus de reflorestamento, em tábuas ou caibros, com as dimensões necessárias aos fins a que se destinam, sendo admitido o uso de roliços desde que resistentes.

24.20. Os compensadores multi laminados ou OSB utilizados na construção devem ser feitos a partir de madeira reflorestada ou madeira reciclada.

24.21. Os aços para concreto armado deverão ser das categorias CA-50 ou CA-60, e de acordo com o estabelecido na NBR 7480. As barras e fios devem ter obrigatoriamente o nome do fabricante, categoria, classe e diâmetro. Devem ainda possuir nervuras para aumentar a aderência.

24.22. Os andaimes e escoras metálicas a serem utilizados na obra deverão ser do tipo industrializado, fabricados em aço estrutural, com componentes padronizados, intercambiáveis e em perfeito estado de conservação, atendendo às disposições da NR-18 - Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção, bem como às demais normas técnicas aplicáveis.

24.23. Andaimes metálicos:

Os andaimes deverão ser dimensionados e montados de modo a garantir estabilidade, resistência e segurança aos trabalhadores e às cargas previstas para execução dos serviços. Quando aplicável, deverão possuir projeto específico elaborado por profissional legalmente habilitado, com respectiva ART. A estrutura deverá ser composta por painéis, quadros, diagonais de travamento, pisos metálicos ou plataformas com superfície antiderrapante, guarda-corpo com travessão superior e intermediário, rodapé e sistema de acesso seguro por escada incorporada ou torre de acesso. Todos os elementos deverão estar devidamente travados e nivelados, sendo proibida a utilização de componentes improvisados ou adaptados sem respaldo técnico. Os andaimes deverão ser apoiados sobre base firme e nivelada, utilizando-se sapatas ajustáveis ou placas de apoio, de modo a garantir adequada distribuição de cargas. Quando houver risco de deslocamento, deverão ser previstos sistemas de ancoragem ou amarração à estrutura existente, conforme projeto ou orientações técnicas.

A carga admissível das plataformas deverá ser compatível com o tipo de serviço executado, sendo vedada a sobrecarga além dos limites estabelecidos pelo fabricante ou projeto. Deverá ser mantido controle de

inspeção periódica, especialmente quanto a deformações, corrosão, travamentos e fixações.

24.24. Escoras metálicas:

As escoras metálicas deverão ser do tipo telescópico regulável, fabricadas em aço estrutural, com sistema de ajuste por rosca e pino de segurança, dotadas de placas de apoio superior e inferior adequadas à transferência de carga. A utilização das escoras deverá obedecer ao dimensionamento prévio, considerando as cargas atuantes, altura de escoramento, espaçamento entre elementos e capacidade individual de carga indicada pelo fabricante. Quando destinadas a escoramento de lajes, vigas ou estruturas provisórias, deverá ser apresentado plano de escoramento elaborado por profissional legalmente habilitado, com definição de malha, sequência de montagem e retirada, bem como critérios de reescoramento, quando necessário. As escoras deverão ser instaladas em base estável e resistente, com o uso de calços ou vigas de distribuição quando exigido pelas condições do terreno ou da estrutura inferior. É vedada a utilização de escoras com deformações permanentes, roscas danificadas ou ausência de dispositivos de travamento.

Durante todo o período de utilização, deverá ser assegurada a inspeção contínua das condições de estabilidade, prumo e integridade dos componentes, sendo responsabilidade da CONTRATADA garantir a manutenção das condições de segurança até a desmontagem final.

25. SERVIÇOS PRELIMINARES

25.1. A CONTRATADA terá acesso ao terreno na sua condição natural. Ficarão a seu encargo todas as providências correspondentes às instalações provisórias da obra, seja aparelhamento, maquinário e ferramentas necessárias à execução dos serviços contratados, bem como andaimes, tapumes e cercas.

25.2. A placa de obra deverá ser confeccionada de acordo com o manual de PLACA DE OBRA a ser fornecido após o início das obras. Deve ser de 200 x 142cm em

chapa pintada ou com revestimento impresso. Deverá ser instalada dentro da área da cerca em local próximo a obra e visível, durante o seu prazo de execução.

- 25.3. A CONTRATADA deverá manter a integridade da placa de obra durante todo o período de execução dos serviços. A instalação da placa de obra no local deverá ser antes ou no máximo na mesma data do início dos serviços.
- 25.4. A CONTRATADA fará a ligação temporária de água para atender as necessidades da obra, seja para bebedouros ou trabalhos técnicos. Pode utilizar reservatórios e mangueiras flexíveis, desde que neste último caso, haja um registro tipo gaveta antes da mangueira. Caso necessário, a tubulação construída deverá ser protegida com suportes de madeira ou similares.
- 25.5. Será fornecido um ponto para conexão da água, sendo responsabilidade da CONTRATADA a adaptação e manutenção do sistema fornecido. A CONTRATADA deverá executar suportes provisórios em madeira ou similar a fim de proteger as tubulações.
- 25.6. A distância máxima prevista do ponto onde será executada a ligação provisória de água e o ponto de execução da obra é de até 50 (cinquenta) metros.
- 25.7. Ligação provisória de Energia Elétrica: A CONTRATADA deverá prever para a execução da obra a instalação de quadro de distribuição metálico provisório com instalação de disjuntor termomagnético de no máximo 50 A.
- 25.8. A ITAIPU fornecerá um ponto de alimentação elétrica onde a CONTRATADA deverá realizar a ligação provisória. Todos os materiais e serviços executados devem atender as normas vigentes.
- 25.9. Os condutores ligados da rede existente da ITAIPU até o quadro de distribuição provisório devem ser protegidos por eletrodutos flexíveis.
- 25.10. Para a instalação do quadro provisório de distribuição deve ser previsto um disjuntor com capacidade para operar todos os equipamentos durante a execução da obra. Atenção especial deve ser dada quanto ao uso de aparelhos de solda elétrica e motores com alto consumo de energia.

- 25.11. O quadro deve ser instalado de maneira a ficar protegido de batidas, poeira, e principalmente umidade. O quadro deve ser fechado, sendo proibida a utilização para qualquer outro fim que não o especificado.
- 25.12. A instalação deverá ser feita sobre superfície que não transmita a corrente elétrica, e devidamente aterrada.
- 25.13. Cada circuito deve ter uma chave individual para controle, sendo ainda obrigatório o uso de disjuntor específico para os quadros de tomadas.
- 25.14. A ligação provisória de energia deve ser realizada por eletricista capacitado. A CONTRATADA será responsável por todas as despesas decorrentes de derivações e ampliações necessárias.
- 25.15. A distância máxima prevista do ponto onde será executada a ligação provisória de energia e o ponto de execução é de até 80 (cinquenta) metros.

26. ISOLAMENTO DA ÁREA DE CONSTRUÇÃO

A CONTRATADA deverá instalar um tapume com tela plástica na altura mínima de 2,20m em toda a extensão do canteiro de obras e local de execução dos serviços, de maneira a limitar o acesso de pessoas não autorizadas nas proximidades das construções.

- 26.2. A tela plástica deve ser própria para a execução de tapume, com altura de 2,20 m e deve ser fixada em pontaletes de eucalipto ou similar, afastados a uma distância máxima de 3,0 m. Os pontaletes de ser bem fixados ao solo, pintados na cor branca ou padrão da CONTRATADA, e o posicionamento da tela deverá ser bem alinhado e apurado com bom aspecto visual.
- 26.3. A CONTRATADA deverá dispor de container que servirá de depósito provisório de ferramentas, materiais, equipamentos e escritório. Deverá ainda atender as necessidades mínimas de logística da CONTRATADA.
- 26.4. As paredes devem ser em chapa trapezoidal, forro com isolante térmico e acústico e incluso instalação elétrica, chassi reforçado largura 2,20 m; comprimento 6,20 m e altura 2,50 m.

- 26.5. O local da instalação do container será definido pela FISCALIZAÇÃO. Após o término das obras, deverá ser removido sem que fique qualquer tipo de resíduos provenientes do seu condicionamento.

27. ESCAVAÇÕES E CORTES

Na regularização do terreno deverão ser previstas as inclinações adequadas para o perfeito escoamento das águas pluviais, incluindo o ajuste de canaletas de drenagem.

- 27.2. Está previsto o reaterro de valas manual ou mecânico quando da execução da escavação.
- 27.3. Em todos os locais onde houver interferências de redes e outras necessidades de serviço cuidadoso a CONTRATADA deverá executar a escavação com serviços manuais. Nos demais locais deverão ser executadas as escavações com equipamentos.
- 27.4. Deve ser tomado cuidado durante a conferência da cota de fundo, que poderá requerer pequeno ajuste a fim de manter o nivelamento superior.
- 27.5. Onde o terreno se apresentar com pouca resistência deverá ser providenciado o escoramento do talude ou de contenção da encosta para as escavações manuais.
- 27.6. Após a escavação deve ocorrer a regularização e o apiloamento do fundo de vala com maço de 20kg.
- 27.7. Os trabalhos de reaterro consistirão no movimento de terra necessário fechamento das valas e para regularização do terreno, conformação da superfície dos nivelamentos previstos nos projetos ou como solicitado pela FISCALIZAÇÃO.
- 27.8. Após a conclusão dos serviços nos locais escavados, as cotas abaixo do nível do terreno referente às folgas de escavação devem ser aterradas novamente e compactadas com soquete manual de 20 kg. O material excedente deverá ser retirado, ou aplicado em outro local conforme necessidade da obra.

28. CORTE E DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO (CASO HOUVER)

Para o corte deverá se obter a configuração de figura plana regular com lados paralelos ao eixo do pavimento e outros ortogonais ao mesmo eixo, cuja profundidade de corte atinja a espessura total da camada de revestimento existente, sendo obrigatório que as paredes afetadas resultem verticais.

28.2. O corte se processa com o emprego de serra corte (policorte) para concreto/asfalto.

28.3. Para a demolição será utilizada perfuratriz pneumática com implementação de corte ou com o emprego de ferramenta manual (picareta, enxada, pá, carrinho de mão ou outra ferramenta).

29. SOBRE AS FÔRMAS

Fazem parte do sistema de fôrmas, as fôrmas, cimbramentos, escoramentos e andaimes da obra, que deverão ter suficiente resistência para que as deformações, devido à ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade, sejam desprezíveis. As fôrmas serão construídas de maneira a respeitar as dimensões, alinhamentos e contornos indicados no projeto.

29.2. Na execução do sistema de fôrmas devem ser observados principalmente os seguintes itens: Adoção de contra flechas, quando necessárias; Suficiência do escoramento; Furos para passagem de futura tubulação; Limpeza.

29.3. A confecção de fôrmas e escoramento deve ser feita de maneira a facilitar a retirada dos diversos elementos. A vedação das fôrmas deverá ser executada de maneira que não ocorram vazamentos da argamassa do concreto. Toda vedação das fôrmas será garantida por meio de justaposição das peças, evitando o artifício da calafetagem com papéis, estopa e outros materiais. A manutenção da estanqueidade das fôrmas deve ser garantida evitando-se longa exposição antes da concretagem.

29.4. A execução de furos nos painéis das fôrmas deve ser feita da parte interna no sentido da parte externa, e com equipamento específico. Passagens de canalizações devem ser asseguradas através do uso de caixas embutidas.

- 29.5. Antes do lançamento do concreto as formas deverão ser molhadas até a saturação, e o excesso de água deve ser removido.
- 29.6. As emendas dos elementos de concreto devem ser perfeitamente alinhadas, não sendo permitida a ocorrência de saliências ou rebarbas decorrentes da má montagem das fôrmas.
- 29.7. Os materiais de execução das fôrmas serão compatíveis com o acabamento desejado e indicado no projeto. Partes da estrutura não visíveis poderão ser executadas com madeira serrada em bruto. Para as partes aparentes, será exigido o uso de chapas compensadas, madeira aparelhada, madeira em bruto revestida com chapa metálica ou simplesmente outros tipos de materiais, conforme indicação no projeto e conveniência de execução, desde que sua utilização seja previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO.
- 29.8. Não serão aceitas para a confecção de fôrmas e escoramentos peças de madeira que contenha nós, fendas, empenamentos, abaulamentos e arqueamentos que possam prejudicar de qualquer maneira a qualidade e segurança dos serviços. Para o caso de utilização de chapas de madeira compensada para a confecção das fôrmas, a espessura mínima das chapas deverá ser de 12 mm, formados pela união de 5 camadas de lâminas.
- 29.9. As fôrmas serão mantidas até que o concreto tenha adquirido resistência para suportar com segurança o seu peso próprio, as demais cargas atuantes e as superfícies tenham adquirido suficiente dureza para não sofrer danos durante a desforma. No caso de dúvidas quanto ao modo de funcionamento de uma estrutura específica, o engenheiro responsável pela execução da obra deve entrar em contato com o projetista, a fim de obter esclarecimento sobre a sequência correta para retirada das fôrmas e do escoramento.
- 29.10. As pequenas cavidades, falhas ou imperfeições que eventualmente aparecerem nas superfícies será corrigido de maneira a restabelecer as características do concreto. As rebarbas e saliências que eventualmente ocorrerem serão reparadas. A CONTRATADA deverá apresentar o traço e a amostra da argamassa ou graute a serem utilizados no preenchimento de eventuais falhas de concretagem. Todos os serviços de reparos serão inspecionados e aprovados

pela FISCALIZAÇÃO. Serviços reprovados pela FISCALIZAÇÃO deverão ser refeitos pela CONTRATADA.

29.11. É recomendado o uso de desmoldantes para as fôrmas. Este material deve ser aplicado de acordo com as recomendações do fabricante, antes do posicionamento da armadura, preferencialmente com a utilização de rolo ou broxa, e principalmente devem ser tomadas precauções para que o desmoldante não seja aplicado em excesso.

29.12. Parafusos e barras de ancoragem metálica das fôrmas que atravessem a seção de concreto devem ser retirados juntamente com as estas (fôrmas), e devem ser posicionados internamente com a utilização de sistema de revestimento, sendo permitido o uso de tubos de PVC rígido com diâmetro externo inferior a 20 mm, que deverá ser cuidadosamente removido com a utilização de ponteiro metálico de maneira a não danificar o concreto.

29.13. Para a desforma é proibido o uso de alavancas, pés-de-cabra ou outras ferramentas metálicas entre as formas e o concreto endurecido. Caso seja necessário devem ser utilizadas cunhas de madeira para soltar os painéis das fôrmas do concreto.

30. LASTRO DE CONCRETO

O lastro de concreto é previsto para execução de ajuste de nível no fundo das caixas e valas.

30.2. Antes da execução do lastro devem ser removidos todos os materiais soltos do fundo da vala. A regularização final da superfície de apoio das sapatas, vigas baldrames e os demais elementos da fundação, deve ser feita com lastro de concreto simples de espessura mínima de 5 cm, que deve preencher toda a superfície do fundo do elemento estrutural.

30.3. O posicionamento das armaduras deve manter o cobrimento especificado no projeto estrutural para cada elemento, desconsiderando o lastro de concreto como espessura de proteção.

- 30.4. O procedimento de execução do lastro de concreto será adotado sempre que houver concretagem de estruturas em solo, nos demais serviços à utilização deste item ficará condicionada a solicitação prévia da FISCALIZAÇÃO.

31. CONCRETO ARMADO

A execução da estrutura de concreto armado deverá obedecer às medidas do projeto básico, as especificações descritas neste documento e as normas técnicas relacionadas a cada caso.

- 31.2. Todos os materiais utilizados na confecção das estruturas de concreto armado devem estar perfeitamente identificados durante o armazenamento, no que diz respeito à classe, à graduação e, quando for o caso, à procedência. Os documentos que comprovam a origem, as características e a qualidade dos materiais devem permanecer arquivados, conforme legislação vigente.
- 31.3. A resistência característica mínima do concreto deverá ser f_{ck} 25 MPa. Quando não especificado valor superior, todas as armaduras devem ter cobrimento mínimo de 2,5 cm.

32. DOSAGEM DO CONCRETO ESTRUTURAL

O concreto deverá ser dosado de modo a garantir, após a cura, a resistência especificada (f_{ck}) no projeto estrutural, e de acordo com o estabelecido na NBR 12655.

- 32.2. A resistência especificada (f_{ck}) é referente à ruptura dos corpos de prova de concreto submetidos à carga de compressão aos 28 dias de idade.
- 32.3. O engenheiro responsável pela execução dos serviços deverá elaborar um estudo de dosagem do concreto (determinação do traço), levando em consideração os materiais constituintes, com indicação do cimento em peso, e relação água/cimento sempre inferior a 0,6.
- 32.4. A utilização de areias artificiais (resultantes do britamento de rochas) será permitida desde que esteja convenientemente limpa. O volume especificado para

as areias artificiais deverá ser de no máximo 50% do volume total de areia determinada no traço.

- 32.5. Deverá ser considerada na determinação do traço, em função das dimensões das peças estruturais da obra, a utilização de agregado graúdo com diâmetro máximo de 19 mm (brita no 01).
- 32.6. O concreto após o processo de mistura deverá apresentar-se uniforme, e com trabalhabilidade adequada ao transporte e local de aplicação. A verificação da trabalhabilidade será feita através do Teste do Abatimento de Tronco de Cone (Slump Test), que deverá ser de no máximo 12 ± 2 cm, ou conforme indicado no projeto estrutural.
- 32.7. O concreto preparado no canteiro de serviço deverá ser misturado com equipamento mecânico adequado e convenientemente dimensionado em função das quantidades e prazos estabelecidos para a execução dos serviços e obras. O amassamento mecânico no canteiro deverá ser realizado sem interrupção, e deverá durar o tempo necessário para permitir a homogeneização da mistura de todos os elementos, inclusive eventuais aditivos. O tempo de duração necessário ao amassamento deverá aumentar com o volume da massa de concreto e será tanto maior quanto mais seco for o concreto, com o tempo mínimo aceitável de 1 (um) minuto. É proibida a utilização de processo de mistura manual.
- 32.8. A sequência de mistura dos materiais deve ser iniciada pela colocação de parte da água, seguida pelos agregados graúdos. Em seguida deve ser colocado o cimento. Após a mistura destes componentes devem ser adicionados os agregados miúdos e o restante da água, e então conferida a trabalhabilidade do concreto.
- 32.9. O concreto deverá ser lançado em no máximo $2\frac{1}{2}$ h (duas horas e meia) após a mistura da água com o cimento. O concreto não utilizado neste período deverá ser descartado. Cada betonada deve ser lançado em separado, não sendo permitido o aproveitamento de materiais já misturados.

33. CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

Poderá ser utilizado concreto dosado em central (usinado), seguindo de acordo com a NBR 7212, exigências de projeto e parâmetros estabelecidos para a dosagem do concreto desta especificação. Caso seja necessária a adição de água no momento do recebimento do concreto usinado, esta não poderá ser superior a correção de 25 mm no teste do abatimento de cone (slump).

33.2. O tempo de lançamento do concreto usinado, decorrido entre o início da mistura na usina e o seu lançamento não deve ser superior a 2½ h (duas horas e meia).

33.3. A nota fiscal da empresa fornecedora deve incluir entre outros os seguintes itens: Resistência característica aos 28 dias de idade (fck); Módulo de elasticidade do concreto; Consistência expressa pelo abatimento do tronco de cone; Dimensão máxima do agregado graúdo; Teor de argamassa do concreto; Tipo e consumo de cimento; Fator máximo de água/cimento; Especificação dos aditivos; O traço utilizado; Horário de saída do caminhão da usina; A quantidade máxima de água permitida a ser adicionada ao concreto para o caso de não estar com o slump adequado;

33.4. Deve ainda ser anotado em Diário de Obra ou documento equivalente a ser arquivado pela CONTRATADA, contendo as seguintes informações: o horário de chegada do concreto na obra, tempo de descarga e volume de água adicionado para correção slump.

34. TRANSPORTE DO CONCRETO

O concreto será transportado até as fôrmas no menor intervalo de tempo possível. Os meios de transporte deverão assegurar a facilidade do trabalho e evitar a segregação dos agregados ou uma variação na trabalhabilidade da mistura. O tráfego de pessoas e equipamentos no local da concretagem deverá ser disciplinado através de tábuas e passarelas.

- 34.2. Para o caso da utilização de concreto com sistema de bombeamento, a mistura inicial formada pela argamassa de lubrificação das tubulações não deve ser utilizada em peças estruturais.

35. AÇO PARA O CONCRETO ARMADO

Os aços deverão ser das categorias CA-50 ou CA-60, e de acordo com o estabelecido nas normas técnicas e item materiais desta Especificação Técnica. As barras e fios devem ter obrigatoriamente o nome do fabricante, categoria, classe e diâmetro.

- 35.2. A soldagem das barras poderá ser feita de acordo com a NBR 6118. Não será permitido o uso de qualquer tipo de solda em barras com diâmetro inferior a 10.0 mm. O tipo de solda a ser utilizado deverá ser de acordo com as instruções do fabricante das barras.
- 35.3. O arame recozido (queimado) a ser utilizado na confecção das armaduras deve ter no mínimo 1,24 mm de diâmetro (correspondente a bitola n° 18).
- 35.4. As armaduras deverão estar posicionadas de acordo com o projeto estrutural. Uma conferência das armaduras deve ser feita após seu posicionamento. Durante a concretagem deverão ser verificados novos deslocamentos, que deverão ser devidamente corrigidos.
- 35.5. Devem ser rigorosamente respeitados os cobrimentos especificados. Os espaçadores utilizados devem ser pequenos, e afastados entre si a uma distância de maneira que a armadura fique afastada na mesma espessura do cobrimento em toda a superfície das fôrmas. Será permitida a utilização de espaçadores de plástico ou fabricados com argamassa de areia e cimento. Para o caso dos espaçadores fabricados em argamassa, deve ser utilizada no mínimo uma parte de cimento para duas de areia. Para o correto posicionamento das armaduras onde haja circulação de materiais e funcionários durante a concretagem, podem ser utilizadas banquetas (caranguejos) de aço, que devem ter resistência suficiente para suportar as sobrecargas aplicadas.

- 35.6. As barras e fios de aço utilizados na confecção das armaduras não devem conter nenhum tipo de material que possa prejudicar o desempenho da estrutura. Barras e fios que contenham resíduos de solo, graxa, tintas, argamassa ou ferrugem não deverão ser utilizados.
- 35.7. Dobras em barras e fios devem ter no mínimo um raio interno com duas vezes o diâmetro dobrado, sendo que os eixos da dobra devem permanecer em um mesmo plano. O serviço de dobra deve ser executado sobre uma bancada apropriada.
- 35.8. As medidas para corte das barras devem ser feitas com a utilização de trena metálica.
- 35.9. Armações montadas fora das fôrmas devem ser cuidadosamente guardadas e transportadas, não sendo permitida nenhuma deformação quando no seu posicionamento final.

36. LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO CONCRETO

O lançamento do concreto obedecerá ao plano apresentado pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO, não se tolerando juntas de concretagem não previstas no planejamento. A CONTRATADA comunicará previamente à FISCALIZAÇÃO, em tempo hábil, o início de toda e qualquer operação de concretagem, que somente poderá ser iniciada após a liberação pela FISCALIZAÇÃO. Sempre que solicitado pela FISCALIZAÇÃO deverá ser realizado ensaio de abatimento (“*Slump Test*”) pela CONTRATADA, na presença da FISCALIZAÇÃO, em cada betonada ou caminhão betoneira.

- 36.2. É proibida a concretagem de elementos da estrutura de concreto armado em temperaturas extremas, abaixo de 5°C e acima de 40°C. Devem ser respeitadas as demais recomendações da NBR 14931.
- 36.3. O concreto somente será lançado depois que todo o trabalho de fôrmas, instalação de peças embutidas e preparação das superfícies sejam inteiramente concluídas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. Todas as superfícies e peças embutidas que tenham sido incrustadas com argamassa proveniente de

concretagem deverão ser limpas antes que o concreto adjacente ou de envolvimento seja lançado. Especiais cuidados serão tomados na limpeza das fôrmas com ar comprimido ou equipamentos manuais, principalmente em pontos baixos, onde a FISCALIZAÇÃO poderá exigir a abertura de furos ou janelas para remoção da sujeira. O concreto deverá ser depositado nas fôrmas, tanto quanto possível e praticável, diretamente em sua posição final, e não deverá fluir de maneira a provocar sua segregação.

- 36.4. O adensamento do concreto deve ser executado com vibrador de imersão tipo mangote, sendo que na falta deste equipamento a concretagem deverá ser interrompida. Recomenda-se a CONTRATADA a fim de evitar problemas incluir no plano de concretagem a disponibilidade de um equipamento reserva.
- 36.5. É proibida a prática de vibrar o concreto através do contato direto da agulha do vibrador com as fôrmas e armaduras.
- 36.6. A concretagem das vigas deve ser preferencialmente em uma única etapa, sendo que no caso de interrupção do lançamento do concreto, devem ser executados os procedimentos recomendados na NBR 14931.
- 36.7. A agulha do vibrador deve ser movimentada frequentemente, sendo proibida sua imersão e deslocamento em ângulo horizontal. A retirada da agulha deve ser feita também na vertical e maneira lenta o suficiente para que não se formem vazios no concreto e sempre com o vibrador em funcionamento.
- 36.8. Caso ocorram chuvas durante a concretagem, a mesma deve ser interrompida e o concreto espalhado deve ser protegido da incidência direta da chuva por lona plástica.

37. PROCESSO DE CURA DO CONCRETO

Durante os primeiros dias o concreto deve ser mantido permanentemente úmido. Deve ser utilizada cura por aspersão de água direta sendo realizada logo após a retirada das fôrmas até um período de 7 (sete) dias.

38. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Para a execução das instalações elétricas a CONTRATADA deverá seguir as instruções desta especificação técnica em acordo com a NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão - e a NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade.

- 38.2. Os materiais a serem aplicados nesta obra devem ter certificação da ABNT, com características descritas no projeto, neste memorial e na lista de materiais.
- 38.3. Os eletrodutos, bem como as curvas, exceto se definidas de outra forma neste documento, são de PVC classe B, fornecidos em barras de 3,0 m, roscáveis ou flexíveis, conforme o caso.
- 38.4. Os condutores de uso interno deverão possuir isolamento em PVC para 750V e devem ser fornecidos nas cores e bitolas especificadas em projeto e memorial. A bitola mínima a ser adotada para fase, neutro e terra será de 2,5 mm². Condutores de uso externo e subterrâneo serão com isolamento para 1kV, isolação em EPR/XLPE.
- 38.5. Todos os circuitos devem ser identificados através de anilhas nos quadros elétricos e pontos de consumo.
- 38.6. Nas tomadas deve haver etiqueta indicando a tensão elétrica e nos interruptores deve haver etiquetas identificando as lâmpadas associadas.
- 38.7. Todas as partes metálicas da instalação elétrica, normalmente sem tensão e sujeitas a energização acidental, serão permanentemente ligadas a terra (eletroduto de aço, caixas metálicas em geral, entre outros);
- 38.8. Todos os materiais metálicos, tais como porcas, parafusos e arruelas, empregadas nas ligações, devem ter recebido tratamento anticorrosivo.

39. PAVIMENTAÇÃO

Serviços de Regularização e Compactação do Solo estão previstos nos locais com necessidades de ajustes manuais de regularização e compactação para a base do pavimento.

39.2. Após a conclusão da escavação deve ser executada a regularização e compactação do fundo de vala. Este processo deve ser feito com a utilização de soquete manual de no mínimo 20 kg e no máximo 20 cm de diâmetro, ou com utilização de equipamento mecânico tipo sapo.

39.3. A execução desses serviços deverá abranger toda a área plana das valas e cavidades eliminando imperfeições da escavação.

40. EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE COM BRITA GRADUADA

A brita graduada será utilizada para preenchimento de toda área em que houve deslocamento de solo sob a torre e seu entorno.

40.2. Não será permitida a execução dos serviços sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita graduada, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário.

40.3. Os agregados utilizados, obtidos a partir de britagem e classificação de rocha são, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

40.4. A espessura da camada individual acabada deve situar-se na faixa de 10 cm. Quando necessária camada de maior espessura, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada.

40.5. A compactação requerida será feita por meio de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

41. SERVIÇOS DIRETOS

A CONTRATADA deverá fornecer mão-de-obra para atender eventualidades que não estão previstas em outros itens constantes da Planilha de Preços ou nos Projetos.

41.2. A CONTRATADA deverá utilizar profissionais qualificados de seu quadro para o atendimento de eventualidades, acompanhado do fornecimento de todas as ferramentas e EPIs necessários para o desenvolvimento das atividades ou serviços solicitados pela ITAIPU.

41.3. Os profissionais para as atividades serão requisitados de acordo com a complexidade dos serviços, sendo divididos em duas categorias: Oficial - inclui pedreiros, carpinteiros, pintores, soldadores, e demais profissionais equivalentes; Auxiliar de Oficial - inclui ajudantes, serventes, auxiliares e demais profissionais equivalentes.

42. LIMPEZA DIÁRIA DO CANTEIRO DE OBRA

Consistirá na execução de limpeza periódica da obra e canteiro, de maneira a melhorar a habitabilidade e condições de segurança e higiene na execução dos serviços.

42.2. A limpeza diária da obra deverá ser prevista constantemente, incluindo toda a área do canteiro de obras.

42.3. A CONTRATADA deverá proceder a limpeza a seco, com utilização de vassouras, pás, carrinho de mão, e demais ferramentas, incluindo a retirada de restos de materiais inertes, como areia, cimento, restos de concreto, madeira, papel, e demais entulhos.

42.4. Todos os entulhos deverão ser separados e transportados até aos locais de armazenagem conforme descrito no item remoção de entulhos.

42.5. A CONTRATADA deve prever ainda a limpeza imediata de acessos e pista de rodagem quando identificado sujeira proveniente da obra ou de cargas destinadas a execução dos serviços.

43. REMOÇÃO DE ENTULHOS

Consistirá na execução da retirada periódica e final dos entulhos, resíduos e instalações provisórias provenientes da construção da edificação.

- 43.2. Todos os entulhos da obra devem ser armazenados previamente em locais especialmente separados para este fim.
- 43.3. A CONTRATADA deve proceder a retirada geral dos entulhos armazenado na obra, depositando os materiais diretamente nas caçambas, e considerando: Carga/Transporte/Descarga de entulhos.
- 43.4. As cargas de entulho deverão ser cobertas por lona, tela ou rede de proteção durante o transporte.
- 43.5. Todos os entulhos deverão ser depositados em local (bota fora) previamente autorizado e indicado pela ITAIPU distante em até 6 km do local da obra. A solicitação e a responsabilidade pela deposição dos entulhos serão de responsabilidade da CONTRATADA.
- 43.6. No final da obra deverão ser removidos todos os materiais, entulhos, instalações provisórias e demais itens que não façam parte das edificações.
- 43.7. As cargas a serem retiradas devem ser previamente aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

FINALIZAÇÃO DA OBRA

Após a conclusão da remoção dos entulhos, a CONTRATADA deve iniciar a limpeza final da obra para a entrega da ITAIPU. A limpeza deve ser realizada em pisos, esquadrias, vidros, paredes, forros, ralos e outros.

- 44.2. Todos os elementos devem ser entregues em perfeitas condições de uso e higiene. Devem ser removidos todos os respingos de tintas, poeiras, manchas, vestígio de argamassa e demais materiais inertes.
- 44.3. Caso necessário a limpeza deve ser executada com auxílio de máquina de lavar de alta pressão e demais equipamentos necessários. A limpeza com auxílio de equipamentos deve ser realizada de forma prudente.

- 44.4. Defeitos ocasionados pelo processo de limpeza, ou que se apresentarem visíveis apenas após a execução deste serviço, deverão ser corrigidos antes da entrega da obra.
- 44.5. Após a conclusão do serviço será feita uma verificação de qualidade, devendo a CONTRATADA corrigir quaisquer imperfeições constatadas pela FISCALIZAÇÃO da ITAIPU.
- 44.6. A CONTRATADA deverá prever a desmobilização de sua equipe e equipamentos utilizados na execução dos serviços.

45. WORK STATEMENT

A CONTRATADA deverá elaborar e submeter à aprovação da ITAIPU, o *Work Statement*, contendo a descrição formal e detalhada de todas as etapas do fornecimento e mão de obra necessários para a execução do objeto contratado. Farão parte do *Work Statement* as seguintes informações:

Descritivos das características técnicas de todos os materiais e procedimentos técnicos, envolvidos no fornecimento, incluindo a cópia dos manuais dos produtos, caso houver, devendo ser informados os fabricantes, modelos, acessórios e quantidades de materiais estimados e serviços;

Cronograma detalhado do fornecimento, em estilo GANTT, com pelo menos resolução quinzenal, tendo como data inicial a OIS (Ordem de Início dos Serviços), apresentando todos os eventos da obra e entregas, contemplando os prazos e marcos estabelecidos por estas Especificações Técnicas. Incluir as etapas de submissão de documentos, projetos executivos, montagem, certificações e entrega final;

Detalhes dos procedimentos técnicos adotados para cada item deste projeto, mencionando a necessidade de uso de ferramentas e transportes especiais, assim como serviços subcontratados que se enquadrem dentro das permissões de subcontratação deste projeto;

Relação dos locais e condições de instalação do canteiro de obras, locais para depósito entre outros itens definidos previamente entre a CONTRATADA e ITAIPU;

O *Work Statement* deverá ser enviado por e-mail aos endereços informados no momento da Ordem de Início de Serviços (OIS), em documento único, e deve conter:

46.1.5.1 Capa com a identificação da CONTRATADA e da ITAIPU, título do documento, número do contrato, local, data, locais para assinaturas da CONTRATADA e ITAIPU (obrigatório para todas as folhas), status de aprovação, revisão do documento, entre outras informações pertinentes; Sumário, lista de figuras, lista de abreviaturas, lista dos anexos e lista de tabelas;

Apresentação dos conteúdos, devendo, cada página, conter: número da página versus total de páginas, número do contrato, identificações da CONTRATADA e ITAIPU e revisão.

A ITAPU disponibilizará seus representantes técnicos legais para se reunir localmente e discutir o projeto previamente, de modo a prover todas as informações técnicas necessárias para a elaboração do documento.

O *Work Statement* deverá ser enviado para análise e aprovação da ITAIPU conforme prazo estipulado em contrato.

A ITAIPU define o prazo de até 02 (dois) dias corridos, a partir da data de recebimento dos documentos, para analisar o conteúdo do *Work Statement*. A ITAIPU poderá solicitar, a seu critério, a presença de representantes técnicos legais da CONTRATADA para a apresentação e discussão do *Work Statement*.

Caso haja necessidade de correções do *Work Statement* pela CONTRATADA, deverá ser feito no prazo máximo de 02 (dois) dias corridos. A ITAIPU estabelece 02 (dois) dias para nova análise do documento.

O prazo de consolidação, aprovação e assinatura da versão final do *Work Statement* não poderá ultrapassar 13 (treze) dias corridos a partir da data contida na OIS.

Todos os documentos técnicos enviados e aceitos serão considerados partes integrantes do Contrato e não poderão ser modificados sem o consentimento da ITAIPU.

A CONTRATADA somente poderá iniciar qualquer tipo de serviço de fornecimento após a consolidação do *Work Statement*. A aprovação será realizada por meio de correspondência formal.

46. PROJETO EXECUTIVO

46.1. A CONTRATADA deverá elaborar o Projeto Executivo detalhado da torre em documento único, cuja versão final deverá compor a documentação AS-BUILT.

46.2. A primeira versão do Projeto Executivo deverá ser apresentada à ITAIPU para aprovação antes da instalação da torre. O prazo de apresentação deste documento deverá estar informado no Cronograma apresentado no *Work Statement*.

Já a versão final do Projeto Executivo deverá conter todos os elementos descritivos que retratem fielmente como o fornecimento conforme instalado (documentação AS-BUILT). Deverão fazer parte do Projeto Executivo as seguintes informações:

Todos os parâmetros e memórias de cálculo utilizados para o projeto da estrutura da torre, fundações e dispositivos elétricos, correlacionados às normas técnicas aplicáveis e aos parâmetros locais obtidos durante as visitas de inspeção;

Relatório estrutural contendo no mínimo o modelo estrutural em MEF, os modos de vibração, as frequências naturais, deslocamento de topo em vento operacional e verificação em vento de sobrevivência;

Todos os desenhos técnicos de projeto, apresentados graficamente, relacionados com todos os elementos, cotas, dimensões, perfurações, encaixes, conexões e conexões;

A CONTRATADA deverá entregar o projeto em arquivo editável, do tipo CAD. Além disso deve entregar também arquivos editáveis de qualquer programa relacionado com o projeto, seja, programas de equipamentos, AltoQi Builder, senhas de acesso, programas de controladores, entre outros;

Todos os diagramas elétricos dos sistemas de sinalização, automação de acionamento por fotocélula, para-raios, TGBs e malhas de aterramento;

Todas as características dos materiais a serem empregados, detalhes do processo de corrosão e certificados de origem do material e dos processos de beneficiamento aplicados;

Desenhos técnicos que retratem a estrutura da torre montada no ambiente inserido, informando detalhes de níveis de solo e representatividades de disposições às edificações presentes.

Apresentação de modelamento (Modelagem) completo das estruturas (Torre, Shelter, fundação e Site) em formato 3D.

Realização de análise por elementos finitos da estrutura metálica da torre, utilizando software reconhecido (software homologado e licenciado) no mercado, como Ansys (ou equivalente), de forma a comprovar o atendimento às exigências mecânicas e estruturais especificadas no edital.

47. DOCUMENTAÇÃO AS-BUILT

O As-Built (como construído) deverá ser constituído por um conjunto de documentos textuais e gráficos que representem, com total fidelidade, o que foi fornecido e implantado neste projeto. Deverão ser entregues no mínimo os seguintes documentos:

Projeto Executivo, contendo todas as plantas e dados atualizados, conforme executado. Deve contemplar os itens atualizados, descritos na sessão 12;

Relação de todos os parâmetros dos equipamentos e dispositivos;

Relação e quantidades de todos os materiais fornecidos e instalados;

Fotografias da torre e de todas as suas partes, dispositivos e elementos. As fotografias deverão ser registradas e impressas em modo colorido, referenciadas e descritas de forma a promover fácil identificação do hardware;

Fornecimento dos manuais e orientações detalhadas para manutenção e conservação da torre e seus elementos;

Fornecimento de todos os documentos técnicos e certificados dos materiais e processos qualitativos empregados, como galvanizações e pinturas.

Laudo com ART atestando o alinhamento e nivelamento estrutural das torres, garantindo que a estrutura esteja perfeitamente vertical e estável. Manual ou plano de manutenção preventiva, tanto da torre quanto das medições e testes que devem ser realizados de forma periódica para a boa preservação das instalações.

Conter assinatura de, pelo menos, um engenheiro mecânico ou civil responsável técnico pela execução da obra e que esteja regular com o conselho regional de engenharia, de um representante legal da CONTRATADA e do gestor da ITAIPU, contendo local, data e declaração de veracidade e responsabilidade do documento e do projeto por parte da CONTRATADA.

- 47.2. Todos os documentos textuais e gráficos deverão ser entregues no formato digital, contendo:

Texto na cor preta e fontes em estilos e tamanhos legíveis;

Texto descritivo do AS-BUILT em português e manuais técnicos em português e/ou inglês;

Fotografias em tons coloridos com resolução suficiente para sua leitura e interpretação;

- 47.3. Documentos em duas vias de igual teor, com formatação de caderno técnico, encapados em formato de capa dura, contendo, no bolso interno, duas mídias eletrônicas com cópia do arquivo eletrônico do documento.

- 47.4. As cópias de desenhos e plantas poderão ser fornecidas impressas a parte, devidamente embaladas para transporte e armazenamento. Os layouts deverão conter as identificações das empresas ITAIPU e CONTRATADA, identificação do desenho, número do contrato, escalas, revisão, datas e locais para assinaturas da CONTRATADA e da ITAIPU.

- 47.5. A CONTRATADA deverá enviar a documentação As-Built para análise e aprovação pela ITAIPU no prazo estipulado em contrato.

- 47.6. Caso haja necessidade de correções do As-Built pela CONTRATADA, deverá ser feito no prazo máximo de 03 (três) dias úteis. A ITAIPU estabelece o prazo máximo

de 03 (três) dias úteis para nova análise dos documentos. Os procedimentos de correção não alteram o prazo global de fornecimento.

48. INSPETÇÕES TÉCNICAS PÓS-OBRA

48.1. A CONTRATADA deverá realizar 07 inspeções técnicas locais nas torres após a conclusão das obras, entre verificações estruturais e funcionais, conforme seguem:

Inspeção 01 - Funcional - conforme prazo estabelecido em contrato;

Inspeção 02 - Estrutural e funcional - conforme prazo estabelecido em contrato;

Inspeção 03 - Funcional - conforme prazo estabelecido em contrato;

Inspeção 04 - Estrutural e funcional conforme prazo estabelecido em contrato;

Inspeção 05 - Estrutural - conforme prazo estabelecido em contrato;

Inspeção 06 - Estrutural - conforme prazo estabelecido em contrato;

Inspeção 07 - Estrutural - conforme prazo estabelecido em contrato;

48.2. Por inspeção técnica estrutural entende-se o seguinte:

Verificação e manutenção (caso necessária) de toda estrutura da torre e do shelter: barras estruturantes, treliças, conectores mecânicos, parafusos, porcas, arruelas, estado de oxidação e condições da pintura dos elementos metálicos, etc;

Medições e manutenção (caso necessária) do SPDA (sistema de proteção contra descarga atmosférica), devendo revisar elementos como o para-raios, suportes, cabos de descida, fixadores, com medição da Ôhmica (Teste de continuidade elétrica);

Verificação e manutenção (caso necessária) dos circuitos e malhas de aterramento, devendo verificar a condição de acomodação dos cabos, presilhas, conectores, elementos de solo e impedância ôhmica, devendo ser mantida igual ou inferior a 5 (cinco) ohms;

48.3. Por inspeção técnica funcional entende-se o seguinte:

Verificação e manutenção (caso necessária) dos sistemas de sinalização intermediários e de topo, assim como circuitos de alimentação e automação de acionamento implantados;

Verificação e manutenção (caso necessária) da estação meteorológica, com validação dos sensores;

Verificação e manutenção completa (caso necessária) no sistema de climatização do Shelter;

Verificação e manutenção (caso necessária) no sistema de rearme automático dos disjuntores e de comando remoto;

Verificação e manutenção (caso necessária) no sistema de nobreaks, com verificação do tempo de autonomia proporcionado pelos sistemas;

48.4. As datas das inspeções deverão estar informadas no relatório AS-BUILT e poderão ser modificadas, desde que informada com antecedência mínima de 10 (dez) dias da respectiva data de realização e dentro de um prazo de mudança não superior a 15 (quinze) dias da data documentada.

48.5. A Torre, na cidade de Guaira, contemplará apenas as inspeções funcionais nos itens instalados no contexto desta especificação, ou seja, 4 inspeções espaçadas em 6 meses entre elas, num período de 2 anos.

49. GARANTIAS

49.1. Todos os materiais, estruturas, projetos e serviços referentes às Torres, objeto destas Especificações Técnicas, deverão possuir garantia mínima de 05 (cinco) anos, contados a partir do recebimento definitivo, cobrindo defeitos de fabricação, execução e concepção, ressalvadas as hipóteses legais de exclusão de responsabilidade.

49.2. Todos os sistemas eletroeletrônicos (sistema de sinalização, nobreaks e baterias, estação meteorológica, sistemas de rearme automático dos disjuntores, sensores de presença, e quaisquer outros dispositivos eletroeletrônicos) deverão usufruir de garantias irrestritas durante o período mínimo de 01 (um) ano.

49.3. A CONTRATADA deverá elaborar e enviar à ITAIPU um certificado de garantia do objeto contratado, devendo constar as assinaturas do responsável técnico pela obra e do representante pela CONTRATADA.

49.4. Caso algum material ou serviço prestado apresente problema, deverá ser adotado o seguinte procedimento:

A ITAIPU irá notificar formalmente a CONTRATADA descrevendo a ela os sintomas apresentados. A notificação poderá ser antecipada por e-mail, seguido de sua formalização por correspondência;

A CONTRATADA deverá manifestar-se à ITAIPU em um prazo não superior a 5 (cinco) dias úteis, apresentando os procedimentos para o atendimento ao problema em correspondência formal e protocolada, antecipada por e-mail;

A identificação do problema poderá ser realizada remotamente, com base nas informações apresentadas pela ITAIPU, ou localmente;

A CONTRATADA deverá apresentar à ITAIPU um laudo com o diagnóstico do problema e as ações a serem tomadas, em correspondência protocolada antecipada por e-mail, em um prazo não superior a 05 (cinco) dias úteis a contar do instante de sua manifestação de resposta à notificação da ITAIPU;

Caso o problema identificado seja de simples solução, podendo ser executado em seu local de instalação, a CONTRATADA deverá corrigir a falha em um prazo de até 10 (dez) dias úteis, a contar do instante da apresentação do diagnóstico;

Caso o problema identificado seja de complexa solução, podendo ser executado em seu local de instalação, a CONTRATADA deverá corrigir a falha em um prazo de até 20 (vinte) dias úteis, a contar do instante de apresentação do diagnóstico;

Caso haja necessidade de remoção de material para o atendimento ao processo de garantia, a CONTRATADA deverá fornecer e instalar temporariamente um material idêntico e devidamente finalizado (galvanizado e pintado) no caso de estrutura da torre. O prazo estabelecido para o reparo é de até 20 (vinte) dias úteis;

49.5. O NÃO atendimento pela CONTRATADA dos prazos indicados nos itens anteriores poderá resultar na ação de correção do problema pela ITAIPU e cobrança de todas as despesas de serviço e de materiais à CONTRATADA, sem isentá-la de sua responsabilidade técnica e garantias sobre a torre e seus acessórios.

50. RESULTADOS DAS SONDAGENS DE SOLO

50.1. O relatório completo da sondagem será entregue após a assinatura do instrumento contratual.

50.2. Segue um resumo da sondagem:

50.3. Região da Torre 1:

Não foi possível a execução da sondagem a percussão, pela ocorrência de rocha aflorada. Será necessário a execução de sondagem rotativa e/ou mista.

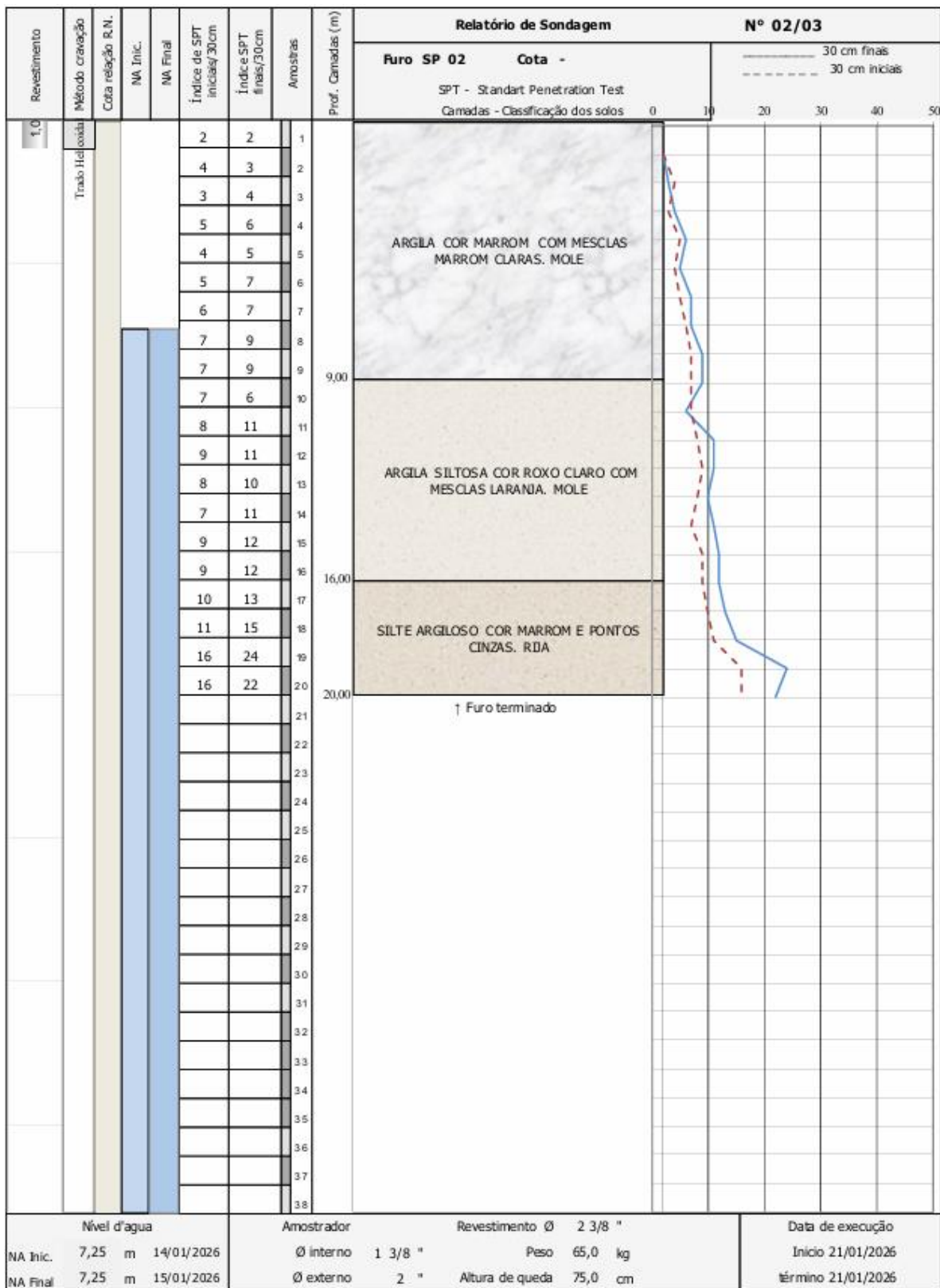
Santa Helena			
<i>Sondagem S.P.T</i>	<i>Profundidade Investigada (m)</i>	<i>Nível de água</i>	<i>Observação</i>
S.P.T 01	0,50	-	Laje aflorada
S.P.T 02	0,20	-	Laje aflorada
S.P.T 03	0,20	-	Laje aflorada

50.1. Região da Torre 2:

Foram executadas 3 investigações de sondagem à percussão. O nível de água foi encontrado. Esta medida possui como referência a cota do furo na superfície natural do terreno.

Santa Terezinha de Itaipu			
<i>Sondagem S.P.T</i>	<i>Profundidade Investigada (m)</i>	<i>Nível de água</i>	<i>Observação</i>
S.P.T 01	20,00	7,10	-
S.P.T 02	20,00	7,25	-
S.P.T 03	20,00	7,30	-

78



Concorrência Nacional NF 0352-26 - Aditamento 7

51. APÊNDICE

51.1 ORIENTAÇÕES SANITÁRIAS PARA ENTRADA NO LOCAL DA TORRE 1

1. Não é permitida a entrada de objetos pessoais, alimentos e/ou bebidas;
2. Todos os prestadores de serviços/visitantes devem evitar atos não sanitários;
3. Não é permitido entrar com barba e unhas cumpridas;
4. Para entrada na unidade devem respeitar o vazio sanitário mínimo de 5 dias sem contato com outras aves/pássaros, suínos, processo de abatedouros e fábricas de ração;
5. Os cabelos devem ser mantidos presos, recomenda-se aos homens manter os cabelos aparados, não é permitido o uso de barba. As unhas devem ser mantidas curtas/limpas;
6. Proibido o uso de maquiagem, perfumes e hidratantes. Proibido uso de qualquer tipo de adorno (anel, pulseira, brinco, fitinha de tecido, relógio, entre outros);
7. Deve-se usar e respeitar os sistemas de desinfecção:
8. Veículos (rodolúvio) - Veículos que necessitam entrar na parte interna, devem passar pela desinfecção, na portaria possui sistema de pré-lavagem;
9. Materiais (fumigador) - Todo e qualquer material que necessita estar na parte interna da granja deve ser fumigado. Materiais de obras/construção que não possibilite a fumigação devido ao tamanho, devem passar por desinfecção úmida no arco de desinfecção;
10. Pessoas (banho) - O processo de banho deve ser realizado conforme cartaz ilustrativo colado no box e deve ter uma duração mínima de 3 minutos. Após o banho, todos devem utilizar o uniforme cedido pela empresa para a área limpa, não sendo permitido entrar com roupas pessoais/íntimas.
11. De calçados (pedilúvio) - Se entrar no processo, obrigatoriamente pisar no pedilúvio ao entrar e sair da área de produção;
12. O fluxo correto é deixar todos os pertences na área suja (externa), tomar banho, e passar para área limpa (interna), colocar roupa da empresa e calçado adequado. Após o processo de banho não é permitido retornar à área externa do vestiário.

13. O trânsito entre as duas áreas do vestiário sem processo de banho é denominado contra-fluxo, prática essa proibida. Se houver necessidade de retorno, deve ser realizado um novo processo de banho;
14. Uniforme deve ser mantido em bom estado e trocado diariamente. O calçado deve ser mantido limpo e em boas condições;
15. Proibido fumar nas dependências da empresa;
16. É proibido acesso de outros animais domésticos na empresa;
17. A perda de materiais nas dependências da empresa não é de responsabilidade dela. Orienta-se que não seja trazido materiais de valor para os vestiários;
18. Todos os desvios às orientações são considerados falha no cumprimento das normas de Biossegurança e se identificadas, a empresa terceira/visitantes será advertido podendo ser impedido de adentrar novamente na empresa.