



**COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL  
CAESB**

**GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA - PMIE/PMI/DP**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - ANEXO I**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA PROJETO, FABRICAÇÃO E FORNECIMENTO DE  
01 MOTOR ELÉTRICO SÍNCRONO DE 5.500 HP PARA A EAB RIO DESCOBERTO**

**ABRIL/2023**

## CONTEÚDO

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETO.....                                                                        | 1  |
| 2. ESCOPO DO FORNECIMENTO .....                                                       | 1  |
| 2.1. EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS .....                                                  | 1  |
| 3. LOCAL DE ENTREGA E EXECUÇÃO .....                                                  | 2  |
| 4. NORMAS, IDIOMAS E UNIDADES DE MEDIDA .....                                         | 2  |
| 5. DIMENSIONAMENTO, DESENHOS, CÁLCULOS E MANUAIS .....                                | 5  |
| 5.1. DIMENSIONAMENTO .....                                                            | 5  |
| 5.2. DESENHOS, CÁLCULOS E MANUAIS TÉCNICOS .....                                      | 6  |
| 5.3. APROVAÇÃO DE DESENHOS.....                                                       | 7  |
| 5.4. MANUAIS DE MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....                                 | 9  |
| 6. SOLDAS E QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES.....                                           | 10 |
| 6.1. GENERALIDADES .....                                                              | 10 |
| 7. MATERIAIS E TENSÕES DE PROJETO .....                                               | 11 |
| 7.1. GENERALIDADES .....                                                              | 11 |
| 7.2. FONTES DE ALIMENTAÇÃO .....                                                      | 12 |
| 8. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....                                                  | 12 |
| 8.1. ESTRUTURA DO ESTATOR E DO NÚCLEO .....                                           | 12 |
| 8.2. ENROLAMENTO DO ESTATOR.....                                                      | 13 |
| 8.3. ROTOR.....                                                                       | 13 |
| 8.4. EIXO.....                                                                        | 13 |
| 8.5. MANCAIS.....                                                                     | 14 |
| 8.6. ACLOPAMENTO DOS EIXOS.....                                                       | 14 |
| 9. PROJETO E FABRICAÇÃO .....                                                         | 14 |
| 9.1. PROJETO.....                                                                     | 14 |
| 9.2. FABRICAÇÃO .....                                                                 | 15 |
| 9.3. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS .....                                      | 15 |
| 9.4. MONTAGEM.....                                                                    | 16 |
| 9.5. MANUTENÇÃO .....                                                                 | 16 |
| 9.6. INSTRUMENTAÇÃO .....                                                             | 17 |
| 10. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO .....                                                      | 18 |
| 11. PINTURA .....                                                                     | 19 |
| 11.1. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES.....                                                 | 19 |
| 11.2. APLICAÇÃO DA PINTURA.....                                                       | 19 |
| 11.3. ACABAMENTO.....                                                                 | 19 |
| 12. CAIXA TERMINAL E FIAÇÃO .....                                                     | 20 |
| 13. SISTEMA DE EXCITAÇÃO E REGULAÇÃO DE TENSÃO.....                                   | 20 |
| 14. AQUECIMENTO .....                                                                 | 21 |
| 15. SISTEMA DE RESFRIAMENTO .....                                                     | 21 |
| 16. INSPEÇÃO, TESTES E ENSAIOS NA FÁBRICA .....                                       | 21 |
| 16.1. ENSAIOS DURANTE O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS BOBINAS DO ESTATOR.....            | 22 |
| 16.2. ENSAIOS DURANTE O PROCESSO DE MONTAGEM DAS BOBINAS DO ESTATOR .....             | 22 |
| 16.3. ENSAIOS APÓS O FECHAMENTO DAS LIGAÇÕES ANTES DA CURA DAS BOBINAS DO ESTATOR ... | 23 |
| 16.4. ENSAIOS NO ROTOR.....                                                           | 23 |
| 16.5. ENSAIOS FINAIS.....                                                             | 23 |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 16.6. ENSAIOS DOS MANCAIS .....                       | 24 |
| 16.7. ENSAIOS DO EIXO DO MOTOR .....                  | 24 |
| 16.8. SOLDAS .....                                    | 24 |
| 17. ENSAIOS DE CAMPO .....                            | 25 |
| 17.1. TESTES PRELIMINARES .....                       | 25 |
| 17.2. OPERAÇÃO PRELIMINAR E ENSAIO DE ACEITAÇÃO ..... | 25 |
| 17.3. RELATÓRIO DE ENSAIOS .....                      | 26 |
| 18. PEÇAS RESERVAS .....                              | 26 |
| 19. TRANSPORTE E EMBALAGEM .....                      | 27 |

## 1. OBJETO

Projeto, fabricação, pintura, inspeções/ensaios em fábrica, embalagem, transporte, supervisão de montagem, ensaios de aceitação no campo e acompanhamento na operação inicial de 01 (um) Motor Elétrico de 5.500 HP a ser instalado na Elevatória de Água Bruta do Rio Descoberto - EAB-RDE.001 da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB.

## 2. ESCOPO DO FORNECIMENTO

Esta Especificação Técnica destina-se a definir as características básicas para fornecimento de 01 (um) Motor Elétrico Síncrono e todos equipamentos e acessórios necessários à sua instalação e funcionamento nas instalações existentes na EAB Rio Descoberto, em Brasília, Distrito Federal.

O Motor Elétrico, a ser adquirido, deverá ser fabricado de modo a adaptar-se às bases de concreto existentes, sem mudanças significativas com vista a evitar o comprometimento da estrutura das bases. Deverão ser mantidas as dimensões existentes em relação as furações de base e altura da ponta de eixo, bem como distância entre os mancais, integração com os sistemas de refrigeração, de lubrificação e de excitação atuais, e rotação compatível com a bomba atual (1.200 rpm).

O Proponente terá que obrigatoriamente visitar o local da instalação para fazer inspeções e verificações sobre os equipamentos que compõem o sistema e interação direta ou indiretamente com o motor, como as bases dos motores, os acoplamentos, os mancais, as interligações elétricas, mecânicas e os sistemas de refrigeração, lubrificação e excitação.

O Proponente deverá incluir em sua proposta de fornecimento, a relação de motores síncronos de sua fabricação, já em operação, de potência igual ou superior a 2.750 hp.

### 2.1. EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS

- 01 Motor síncrono novo, trifásico, 60hz, 5.500 hp (4.100 kW), fator de potência 1.0 (unitário), 13,8 kV, 1.200 rpm, carcaça de chapas de aço soldada, de eixo horizontal, equipado para acoplamento direto a uma bomba de água bruta, instalada no local;
- 02 Mancais de deslizamento de sustentação do motor e acessórios de instalação;
- 01 Sistema de excitação sem escovas, tipo *Brushless*;
- 03 Trocadores de calor, sendo 02 (dois) deles em operação e 01 (um) reserva;
- 03 Sensores de vazamento do trocador de calor, sendo 02 (dois) deles em operação e 01 (um) reserva;
- 01 Expansão para sistema de monitoramento de vibração;
- Sistemas auxiliares;
- Acessórios de instalação;

- Acoplamento.

**Observações:**

O fornecimento deverá incluir projeto, fabricação, ensaios na fábrica, embalagem, transporte (do motor e acessórios da fábrica até a EAB Rio Descoberto, em Brasília/DF), supervisão da montagem e dos testes de campo e pré-operacionais.

O sistema de água de resfriamento existente deverá ser verificado quanto a vazão e pressão da água para troca de calor, providenciando-se, se necessário, a substituição, modificação ou acréscimo de componentes para adequar a condição de operação do sistema atual as necessidades do novo equipamento. Qualquer modificação de sistema deverá ser submetida a CAESB para aprovação.

A Empresa Contratada será responsável por todos os acessórios necessários ao funcionamento do motor nas instalações existentes da EAB Rio Descoberto.

### **3. LOCAL DE ENTREGA E EXECUÇÃO**

Os equipamentos deverão ser entregues na Elevatória de Água Bruta do Rio Descoberto - EAB.RDE.001, que está localizada às margens da BR 070 - Km 020 em Brasília-DF, distante aproximadamente 20 km da cidade de Taguatinga e 45 Km de Brasília/Distrito Federal. Os equipamentos deverão ser entregues na EAB.RDE.001 de segunda à sexta-feira, das 8:00 às 12:00h e das 13:30h às 17:00h.

Os serviços de supervisão de montagem, comissionamento/start-up e operação assistida deverão ser iniciados até 15 (quinze) dias após a entrega.

Os serviços serão executados, de segunda à sexta-feira, das 8:00 às 12:00h e das 13:30h às 17:00h preferencialmente, e caso operacionalmente necessário, em horários e dias disponibilizados pela CAESB.

O clima é tropical com temperatura elevada e baixa umidade. Há, essencialmente, duas únicas estações: o inverno relativamente sem chuvas, de maio a setembro, e o verão muito chuvoso, de outubro a abril.

A altitude está em torno de 1.100 m acima do nível do mar; o nível pluviométrico anual é de cerca de 1.500 mm; a temperatura média diária varia entre 20°C e 28°C, com valores extremos de 10°C e 40°C.

**Observação:** Os equipamentos/serviços deverão ser entregues/executados, atentando para o horário de funcionamento normal da EAB.RDE.001.

### **4. NORMAS, IDIOMAS E UNIDADES DE MEDIDA**

Exceto onde especificamente mencionado em contrário, todos os equipamentos e materiais serão projetados, construídos, ensaiados e fornecidos, de acordo com as últimas revisões das normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), as Normas Regulamentadoras do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), principalmente a Norma Regulamentadora 10 - NR 10 e as

outras Normas Regulamentadoras, onde couber sua aplicação, e das normas IEC (Internacional Eletrotechnical Commission), não excluindo outras aqui não citadas:

NR-06 MTPS: Equipamento de Proteção Individual - EPI.

NR-10 MTPS: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

NR-12 MTPS: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;

NBR 5117: Especificação de Máquinas Síncronas;

NBR 14039: Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;

NBR 14153: Norma de Segurança em Máquinas;

NBR 15367: Máquinas elétricas girantes - Motores de indução - Marcação de cabos terminais e sentido de rotação.

NBR 17094-1: Máquinas elétricas girantes - Parte 1: Motores de indução trifásicos - Requisitos.

NBR 17094-2: Máquinas elétricas girantes - Parte 2: Motores de indução monofásicos - Requisitos.

NBR 17094-3: Máquinas elétricas girantes - Parte 3: Motores de indução trifásicos - Métodos de ensaio.

NBR IEC 60034-5: Máquinas elétricas girantes - Parte 5: Graus de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (Código IP) - Classificação.

NBR IEC 60034-6: Máquinas elétricas girantes - Parte 6: Métodos de resfriamento (Código IC).

NBR IEC 60034-7: Máquinas elétricas girantes - Parte 7: Classificação dos tipos de construção, arranjos de montagem e posição da caixa de terminais (Código IM).

NBR IEC 60034-9: Máquinas elétricas girantes - Parte 9: Limites de ruído.

NBR IEC 60034-14: Máquinas elétricas girantes - Parte 14: Medição, avaliação e limites da severidade de vibração mecânica de máquinas de altura de eixo igual ou superior a 56 mm.

NBR15623-1: Máquina elétrica girante - Dimensões e séries de potências para máquinas elétricas girantes - Padronização - Parte 1: Designação de carcaças entre 56 a 400 e flanges entre e flanges entre 55 a 1080.

NBR 15623-2: Máquina elétrica girante - Dimensões e séries de potências para máquinas elétricas girantes - Padronização - Parte 2: Designação de carcaças entre 355 a 1000 e flanges entre 1180 a 2360.

NBR IEC 60216-1: Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte 1: Métodos de envelhecimento e avaliação de resultados de ensaio.

NBR IEC 60216-2: Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte

2: Determinação das propriedades de durabilidade térmica dos materiais isolantes elétricos - Escolha dos critérios de ensaio.

NBRIEC60216-3: Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte 3: Instruções para o cálculo das características de durabilidade térmica.

NBR IEC 60216-4-1: Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte 4-1: Estufas de envelhecimento - Estufas com um compartimento.

NBR IEC 60216-4-2: Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte 4-2: Estufas de envelhecimento - Estufas de precisão para utilização até 300°C.

NBR IEC 60216-5: Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte 5: Determinação do índice de durabilidade térmica relativa (RTE) de um material isolante.

NBR IEC 60216-8: Materiais isolantes elétricos - Propriedades de durabilidade térmica - Parte 8: Instruções para o cálculo das características da durabilidade térmica utilizando procedimentos simplificados.

NBR 13772: Termorresistência - Calibração por comparação com Termorresistência de referência.

NBR 13773: Termorresistência industrial de platina - Requisitos e ensaio.

NBR 8559: Materiais isolantes sólidos - Determinação da resistência elétrica e resistividade a temperaturas elevadas.

NBR IEC 60034-5: Máquinas elétricas girantes - Parte 5: Graus de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (Código IP) - Classificação.

NBR 15866: Ensaio não destrutivo - Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos.

NBR 5405: Materiais isolantes sólidos - Determinação da rigidez dielétrica sob tensão em frequência industrial.

NBR 9311: Cabos elétricos isolados - Classificação e designação.

NBR-10.004: Resíduos sólidos - Classificação

NBR 12235: Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos;

NBR 7500: Identificação para o Transporte Terrestre, Manuseio, Movimentação e Armazenamento de Produtos;

Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 - Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos;

NBR ISO 14001 - Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso;

Nos pontos em que as normas da ABNT forem omissas, e somente nesses pontos, aplicar-se-ão

as normas (últimas revisões) da ANSI (American National Standards Institute), da IPCEA (Insulated Cable Engineers Association), do IEEE (Institute of Electrical and Electronic Association) nessa ordem de preferência.

A proposta poderá ser baseada em outras normas similares, desde que sejam claramente apontadas as divergências com as normas citadas, reservando-se a CAESB, o direito de aceitá-las ou não.

A proposta, os documentos da Empresa Contratada e seus fornecedores, incluindo descrições técnicas, desenhos, catálogos, manuais de instrução e operação e todos os dados suplementares, deverão ser em português. Caso sejam traduzidas, deverá ter também um exemplo, no idioma original. Estes documentos deverão ser todos entregues em 3 (três) volumes encadernados em capa dura (plástico ou similar), contendo índice, todo o conteúdo acima, e deverá ser fornecido em CD, DVD, ou mídia removível, contendo todos os arquivos em PDF e nos formatos originais em que foram criados (.pdf, .dwg, .doc, .docx, .xls, .xlsx, etc).

Serão usadas as unidades do Sistema Internacional de Medidas (SI), conforme decreto 81.621 de 03/05/78 (D.O. 04/05/78 pág. 6281). Se necessário ou conveniente indicar valores em outras unidades, isto se fará entre parênteses, logo após o dado em SI. Em caso de dúvida, sempre prevalecerá o valor expresso no Sistema Internacional de Medidas.

## **5. DIMENSIONAMENTO, DESENHOS, CÁLCULOS E MANUAIS**

### **5.1. DIMENSIONAMENTO**

Todos os equipamentos, materiais e acessórios, deverão ser apropriados ao uso a que se destinam sob as condições climáticas locais, de acordo com a indicação do projeto e do tipo de estrutura. Elementos análogos de um mesmo equipamento deverão ser intercambiáveis.

Cada equipamento, parte deste, ou suas peças deverão ser dimensionados para as condições mais desfavoráveis que possam ocorrer durante a sua operação, montagem ou transporte.

A máxima pressão admissível de contato transmitida pelas partes estruturais do equipamento para o concreto não deverá ser superior a 45 kgf/cm<sup>2</sup> e a máxima tensão de cisalhamento admissível para o concreto não poderá ser superior a 10 kgf/cm<sup>2</sup>.

Se houver pontos particulares nos quais seja necessário ultrapassar os valores citados de tensão de cisalhamento e de pressão de contato para o concreto, o Fornecedor deverá solicitar por escrito a autorização expressa da CAESB.

Os equipamentos deverão ser projetados para operarem sem vibrações ou ruídos anormais que prejudiquem a operação. A decisão da CAESB com relação a vibrações e ruídos admissíveis deverá ser considerada como aceitação final. Os níveis de vibração serão determinados conforme estabelecido na norma NEMA. Os níveis de ruído deverão estar de acordo com as normas DIN.

Toda fiação de responsabilidade do Fornecedor deverá ser instalada em eletrodutos rígidos, galvanizados e sem rosca. Para curvas e derivações deverão ser previstas caixas blindadas, à prova de tempo.

Toda tubulação deverá ser dotada de conexões de flanges e contra-flanges, padrão para

acoplamento com aqueles já existentes.

Todos os dados referentes a cálculos, incluindo descrição e saída de programas de computador, folhas de cálculos e lay-outs gerais devem ser preparados em português e estar disponível no Brasil para consulta da CAESB nos escritórios do Fornecedor.

Deverá também constar a indicação da revisão do desenho, para que seja possível distinguir prontamente a qual revisão pertence.

## **5.2. DESENHOS, CÁLCULOS E MANUAIS TÉCNICOS**

O Fornecedor submeterá à aprovação da CAESB todos os desenhos do motor e detalhes referentes ao FORNECIMENTO, de forma a definir claramente suas características, propriedades, dimensões, e assegurar que elas se enquadrem dentro das normas adotadas e das ESPECIFICAÇÕES.

Os desenhos deverão ter apresentação clara e legível e serem elaborados de acordo com a última revisão da “Norma Geral do Desenho Técnico” (NB-BR), publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os desenhos deverão ter formatos padronizados, conforme a norma mencionada acima, e preferivelmente deverá ser utilizado o formato A1. O formato A0 deverá, sempre que possível, ser evitado.

Todo desenho deverá ser indicado com um número gerado conforme o sistema de numeração utilizado pelo FORNECEDOR. Deverá também constar a indicação da revisão do desenho, para que seja possível distinguir prontamente a qual revisão pertence.

Quando for o caso, os desenhos deverão enumerar o nome das peças ou dos conjuntos ao qual pertence, com informações complementares sobre material, dimensões, quantidades e referência para consulta.

Todos os desenhos, do FORNECEDOR ou de seus subfornecedores, deverão trazer no canto inferior direito, ou na proximidade dele, as indicações inerentes a este FORNECIMENTO, as quais estão definidas abaixo:

- CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal;
- Elevatória de Água Bruta do Rio Descoberto;
- Nome do Equipamento e Título do Desenho;
- Número do Contrato e itens cobertos pelo desenho.

Todos os desenhos deverão ser conferidos e autenticados pelo FORNECEDOR ou por seu representante responsável pelo projeto.

Os desenhos de conjuntos, subconjuntos e detalhes deverão ser elaborados de maneira a oferecer um entendimento claro de sua montagem e modo de operação. Deverão também indicar as dimensões, tolerâncias, ajustes, materiais, tratamentos térmicos, acabamentos e pesos, para que possa ser verificada a conformidade com as especificações CAESB.

Após 05 (cinco) dias corridos da data da assinatura do contrato de FORNECIMENTO, o FORNECEDOR deverá apresentar um cronograma de emissão de desenhos para aprovação e enviá-los a CAESB.

Todos os desenhos a serem apresentados deverão constar no cronograma apresentado e deverão ser observados os prazos estabelecidos no Pedido de Fornecimento.

Uma vez oficialmente assinado o contrato de FORNECIMENTO, o FORNECEDOR deverá enviar a CAESB no prazo de 20 (vinte) dias:

- Desenhos de contorno do motor, painéis e quadros indicados às medidas finais em toda a extensão, aberturas nas paredes e pisos, pesos, cargas, etc. e outras informações que possibilitem a verificação da coerência com o projeto das bases existentes na Casa de Bombas;
- Lista completa de desenhos, instruções e especificações.

Deverão ser entregues no prazo máximo de 30 (trinta) dias os diagramas de comando, controle e regulação, e outros dispositivos elétricos dentro da extensão do CONTRATO de FORNECIMENTO.

Todos os desenhos, fluxogramas, projetos deverão ser entregues a CAESB em 01 (uma) cópia digital e 02 (duas) cópias impressas. Os arquivos digitais dos desenhos deverão ser elaborados em software Autocad (formato dwg), versão 2010.

### **5.3. APROVAÇÃO DE DESENHOS**

Todos os desenhos relacionados no cronograma de emissão deverão ser remetidos para aprovação. Para tal deverão ser enviadas 02 (duas) cópias impressas a CAESB, além do arquivo digital.

A CAESB poderá solicitar modificações a fim de assegurar a conformidade dos desenhos do FORNECEDOR com os requisitos e objetivos destas ESPECIFICAÇÕES, sem alteração no custo de FORNECIMENTO.

No prazo máximo de 10 (dez) dias úteis a contar da data de recebimento dos desenhos pela CAESB, será devolvida ao FORNECEDOR uma cópia de cada desenho ou cálculo com a marcação “APROVADO” ou “APROVADO COM CORREÇÕES” ou “NÃO APROVADO”.

- “APROVADO” - Caso o desenho seja marcado “APROVADO”, o FORNECEDOR deverá prosseguir com a fabricação de acordo com o desenho, e enviará, no prazo mínimo de 07 (sete) dias corridos 01 (uma) cópia reproduzível e 02 (duas) cópias digitais de cada desenho, “CERTIFICADO PARA FABRICAÇÃO” a CAESB.
- “APROVADO COM CORREÇÕES” - Caso o desenho seja marcado “APROVADO COM CORREÇÕES”, o FORNECEDOR deverá prosseguir com o trabalho de acordo com as marcações neste desenho, e enviará 01 (uma) cópia reproduzível e 02 (duas) cópias digitais de cada desenho, “CERTIFICADO PARA FABRICAÇÃO”, respectivamente a CAESB.

- “NÃO APROVADO” - Caso o desenho seja marcado “NÃO APROVADO”, o FORNECEDOR deverá preparar outro desenho de acordo com os comentários da CAESB contidos na carta que acompanhar a cópia do desenho devolvido, ou do próprio desenho.

No caso dos desenhos marcados “APROVADOS COM CORREÇÕES” e “NÃO APROVADO” o FORNECEDOR deverá revisar os desenhos de acordo com os comentários da CAESB e submetê-los no prazo de 07(sete) dias corridos a nova aprovação, conforme estabelecido acima.

A anotação “APROVADO”, autoriza a fabricação dos itens representados nestes desenhos.

A anotação “APROVADO COM CORREÇÕES”, autoriza a fabricação dos itens representados nestes desenhos após as correções das marcações efetuadas pela CAESB.

Os desenhos marcados “NÃO APROVADOS” deverão ser modificados ou refeitos e submetidos novamente à aprovação, repetindo-se o processo.

A anotação “NÃO APROVADO”, não autoriza a fabricação dos itens representados nestes desenhos.

Qualquer fabricação feita antes da aprovação dos desenhos ficará sob inteira responsabilidade e risco do FORNECEDOR.

A correção dos desenhos e o seu retorno para novo processo de aprovação não constitui motivo para prorrogação do prazo de entrega.

Qualquer modificação no projeto necessária para o atendimento do CONTRATO deverá ser efetuada pelo Fornecedor sem custos adicionais para a CAESB.

Cada vez que um desenho for submetido à aprovação; deverá ter a revisão marcada com a letra “R” seguidas dos números 1, 2, 3 etc., conforme o caso, para indicar que as alterações solicitadas foram executadas.

A cada apresentação corresponderá uma e apenas uma revisão indicada da forma acima.

A aprovação dos desenhos e cálculos não eximirá o FORNECEDOR de suas responsabilidades no projeto e fabricação. O fato de chamar a atenção do FORNECEDOR para certos desvios das características especificadas não tornará a CAESB responsável por outros desvios não mencionados.

O FORNECEDOR enviará a CAESB 02 (duas) cópias impressas e 02 (duas) em arquivo digital dos desenhos marcados “CERTIFICADOS PARA FABRICAÇÃO”.

O FORNECEDOR deverá fazer todas as mudanças necessárias no projeto para o equipamento atender esta especificação sem custo adicional a CAESB. A liberação de desenhos e informações pela CAESB, não deverá ser interpretada como uma completa verificação, indicará somente que o método geral de construção e detalhamento é satisfatório. De outra forma, tal liberação não isenta o FORNECEDOR de suas responsabilidades pelo projeto e fabricação, chamando a atenção do FORNECEDOR para certos erros ou emissões, não tornar a CAESB responsável pela não correção de outras partes que porventura tenham sido permitidas.

Antes do início do projeto, o FORNECEDOR enviará a CAESB para aprovação, um programa

de apresentação de desenhos e dados principais, descritos individualmente com as respectivas datas. O detalhamento do projeto está condicionado a aprovação destes desenhos, correndo por conta e risco do FORNECEDOR qualquer perda devida à compra ou operação fabril, iniciada sem aprovação do desenho correspondente.

É também responsabilidade do FORNECEDOR se certificar que o cronograma de apresentação de desenhos para aprovação atende às exigências de fabricação, mesmo no caso de retardo por motivo de não liberação.

#### **5.4. MANUAIS DE MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O FORNECEDOR deverá preparar manuais de instruções, em língua portuguesa, com informações detalhadas sobre montagem, operação e manutenção de todos os equipamentos fornecidos.

Os manuais de operação e manutenção deverão incluir, no mínimo, as seguintes abordagens:

- Descrição detalhada do motor e acessórios e principais características técnicas;
- Sequência, métodos, relação de ferramentas, dispositivos especiais e informações complementares, necessárias a desmontagem, montagem e ajustes;
- Instruções técnicas e dados necessários à operação e manutenção bem sucedida do equipamento e acessórios;
- Relação de peças sobressalentes e substituíveis, elaboradas de modo a permitir fácil identificação das mesmas (as peças descritas deverão ser referidas com os respectivos códigos dos catálogos);
- Ajustes e leituras quando da operação inicial dos equipamentos;
- Manuais, catálogos técnicos e outras documentações referentes aos equipamentos e a todos os componentes de subfornecedores;
- Conjunto completo de desenhos relativos ao fornecimento, na última revisão aprovada pela CAESB.
- Os manuais de instruções de montagem deverão conter no mínimo, os seguintes pontos:
  - Tolerância de fabricação e montagem;
  - Recomendações para manuseio dos componentes;
  - Informações sobre as marcas de montagem;
  - Peso aproximado das peças;
  - Folgas recomendáveis;

- Níveis de Tolerância de vibração;
- Pontos importantes observados e controlados durante a montagem;
- Ajustes e leituras controladas durante a montagem
- Procedimentos de montagens e desmontagens.

O FORNECEDOR deverá enviar para a aprovação da CAESB 01 (uma) cópia preliminar dos manuais de operação e manutenção e do manual de instruções para montagem dentro dos prazos estabelecidos neste edital.

Os manuais de instrução de montagem, manutenção e operação deverão ser fornecidos no formato A4 e encadernados juntamente com o jogo de desenhos principais e outros preparados especialmente. As cópias destes desenhos deverão ter suas dimensões reduzidas para o formato A3, e apesar da redução, devem apresentar traços nítidos e inscrições legíveis. A capa ou a primeira página das instruções deverá ser marcada com os dizeres indicados na norma interna da CAESB que disciplina a formatação dos documentos.

Após a aprovação dos manuais pela CAESB, o FORNECEDOR deverá enviar 05 (cinco) cópias dos manuais, sendo duas em arquivo digital, elaborados em software Word (formato docx).

A CAESB se reserva o direito de solicitar e obter do FORNECEDOR informações ou dados complementares e inserir nos manuais de instruções para seu melhor entendimento.

Quando o equipamento fornecido for diferente em qualquer parte daquela descrita no manual, este deverá ser revisado adequadamente e cópias atualizadas distribuídas para cada exemplar. Cada revisão deverá ser identificada, introduzindo-se uma marcação para indicar que substituiu uma parte do manual já superada.

Todos os desenhos, cópias, manuais de instruções, relatórios de ensaios preparados conforme exigência destas ESPECIFICAÇÕES, serão de propriedade da CAESB e seus custos deverão ser incluídos no valor da PROPOSTA. A CAESB reserva-se o direito de uso em qualquer época dos documentos técnicos relativos aos equipamentos e/ou materiais objeto destas ESPECIFICAÇÕES, isto é, desenhos, listas de materiais e cálculos.

## **6. SOLDAS E QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES**

### **6.1. GENERALIDADES**

Todas as soldas deverão estar de acordo com o P-MB-262 “Método para Qualificação dos Processos de Soldagem, de Soldadores e de Operadores” da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou normas correspondentes da American Welding Society ou American Society of Mechanical Engineers.

No caso de adoção de outras normas para a definição da qualidade dos processos de soldagem e qualificação de soldadores, o FORNECEDOR deverá submetê-las à aprovação da CAESB.

Antes de se iniciar a fabricação do equipamento, o FORNECEDOR deverá enviar para a

aprovação da CAESB, uma descrição de cada processo de soldagem a ser utilizado, juntamente com cópias dos relatórios e certificados dos ensaios feitos de acordo com estes processos.

O FORNECEDOR será o responsável pela qualidade dos trabalhos de soldagem executados. Todos os soldadores a serem utilizados na fabricação, incluindo os soldadores para reparação de peças fundidas, deverão ser submetidos aos testes de qualificação, previstos na norma ASME, Seção IX. O FORNECEDOR deverá entregar cópias dos relatórios dos ensaios mecânicos dos corpos de prova e certificação dos soldadores emitidos por órgãos competentes.

Todas as despesas dos testes de qualificação correrão por conta do FORNECEDOR, incluindo o emprego de corpos de prova e eletrodos.

Além de satisfazer as exigências previstas em normas aplicáveis ou nestas especificações, todas as soldas deverão reunir os seguintes requisitos de trabalho e qualidade por exame visual:

- As soldas de topo deverão ser suavemente convexas, de altura uniforme e penetração total;
- As soldas de filete deverão ser de altura especificada, de espessura uniforme e de abas de igual comprimento;
- Reparos, rebarbamentos, esmerilhamentos, deverão ser feitos de maneira a não deixar estrias, trincas ou redução na espessura do metal base;
- As superfícies das peças a serem unidas deverão apresentar um metal isento de qualquer defeito causado na laminação, defeitos superficiais causados por corte mecânico, por corte com maçaricos, chanfragem ou qualquer outra operação.

## **7. MATERIAIS E TENSÕES DE PROJETO**

### **7.1. GENERALIDADES**

Os materiais utilizados na fabricação de todos os equipamentos deverão possuir composição química e propriedades físicas compatíveis às finalidades previstas.

O fio de cobre para a fabricação das espiras do enrolamento do estator deverá ter proteção contra descargas parciais e efeito corona, devendo ser entregue a CAESB certificado comprovando a qualidade de fabricação.

Todos os materiais fornecidos deverão estar de acordo com as últimas revisões das Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e de uma das seguintes associações:

- American Society for Testing and Materials (ASTM);
- American Iron and Steel Institute (AISI);
- Deutsches Institut for Normung (DIN).

Estas normas servirão como referência em todos os casos.

Materiais fabricados de acordo com outras normas poderão ser utilizados desde que sejam submetidas à aprovação da CAESB.

Bronze ou aço resistente à corrosão deverá ser utilizado nos parafusos e porcas, quando um deles ou ambos trabalharem sujeitos a corrosão e a frequentes ajustes ou desmontagens.

Todos os materiais deverão ser novos dentro da classe e grau previstos, livre de defeitos e imperfeições. Todos os materiais, acessórios e itens supridos por terceiros deverão ser de fabricantes reconhecidamente idôneos, e acompanhados de Certificados de Qualidade.

Quando solicitado, deverão ser apresentados à CAESB, o nome, capacitação e informações desses fabricantes.

Remendos, recobrimentos ou outros meios de corrigir defeitos, discrepâncias ou desvios deverão ser feitos somente com a permissão por escrito da CAESB.

Características mecânicas tais como, limite de ruptura, limite de elasticidade, ductibilidade, dureza e outras julgadas convenientes serão determinadas através de ensaios em corpos de provas obtidos como prescrito pelas normas relativas ao material. O FORNECEDOR deverá providenciar e ensaiar, sob suas expensas, todos os corpos de prova necessários.

## **7.2. FONTES DE ALIMENTAÇÃO**

A alimentação de energia elétrica, existente na elevatória, para a alimentação do motor e seus acessórios será:

- Fonte principal 13,8 kV, com tap automático em 138 kV;
- 380/220 Vca, trifásico a 3 fios com neutro e terra, 60 Hz, para motores, aquecedores e retificadores;
- Faixa de variação de tensão: +/- 10%;
- 125 Vcc para controle, proteção, alarme e sinalização.

## **8. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

### **8.1. ESTRUTURA DO ESTATOR E DO NÚCLEO**

A carcaça do estator deverá ser de construção resistente e suficientemente rígida para impedir vibrações.

O núcleo do estator deverá ser construído de aço silício, finamente laminado e de alta qualidade, com chapas estampadas, isentas de rebarbas e isoladas nos dois lados com esmalte resistente a alta temperatura. Deverá ser projetado de forma a minimizar o ruído devido à excitação e movimentação do ar, impedir vibrações das chapas componentes e oferecer resistência mínima ao fluxo de ar.

A carcaça do estator será suportada por placas colocadas na fundação de concreto pertencente à

estrutura da Casa de Bombas.

Todas as placas, parafusos para fundação, suportes e acessórios serão fornecidos com a carcaça do estator e instaladas, sob a responsabilidade do FORNECEDOR.

## **8.2. ENROLAMENTO DO ESTATOR**

O enrolamento do estator será ligado em estrela e será previsto para operação com neutro isolado. Os terminais de fase e os terminais do neutro devem ser localizados fora do estator e deverão ser providos de conectores adequados para cabos que serão usados nos circuitos de saída.

As bobinas deverão ser firmemente fixadas e amarradas para prevenir movimentos nas ranhuras. Com aplicação de calor, o isolamento deverá apresentar razoável plasticidade.

A impregnação do pacote do estator deverá ser preferencialmente pelo sistema VPI (Vacuum Pressure Impregnation), a fim de se obter uma impregnação sem bolhas e uma boa rigidez dielétrica e mecânica do conjunto. O FORNECEDOR poderá propor outra tecnologia para impregnação, que deverá ser aprovada pela CAESB.

O isolamento deverá ser classe F conforme norma ANSI C50, devendo também resistir à umidade e ser protegido contra o efeito corona nos trechos da bobina, internos a ranhuras.

Detectores de temperatura, do tipo resistência, serão embutidos no estator para indicação da temperatura do seu enrolamento à distância.

## **8.3. ROTOR**

O rotor deverá ser construído com todas as soldas de plena penetração, permitindo exames por raios x ou ultrassom, conforme a melhor prática e projeto, para resistir com segurança a todas as sobrecargas e tensões mecânicas que porventura venham a aparecer, durante as condições anormais de operação ou de sobre velocidade.

Polos e enrolamentos de campo

A construção dos polos deverá ser tal que possa permitir a retirada e recolocação das bobinas, com um mínimo de mão de obra empregada. O enrolamento do campo deverá possuir isolamento classe F, conforme definido nas normas ANSI.

Balanceamento

O rotor deve ser balanceado em dois planos de simetria, conforme norma ISO 1940/1 ou VDI 2056, grau 2,5 em fábrica. Deverá ser fornecido a CAESB o laudo de balanceamento estático e dinâmico, para aprovação.

## **8.4. EIXO**

O eixo deverá ser projetado para suportar as cargas estáticas e dinâmicas, operar dentro das condições operacionais requeridas pelos equipamentos da EAB.RDE.001, sem ocorrência de vibrações ou distorções significativas e suportar o momento de torção máximo da bomba.

No projeto e na fabricação do eixo deverão ser tomados os cuidados para reduzir ao valor mínimo seguro a concentração de tensões devido a mudança de seção, ranhuras, furos, rasgos e chaveta.

O eixo deverá ser usinado conforme o projeto, com precisão ao longo de todo seu comprimento evitando empenos ou desvios de forma. As superfícies de apoio nos mancais deverão ser retificadas.

O Fabricante deverá fornecer os certificados de qualidade da matéria prima utilizada na fabricação do eixo, informando os dados dos ensaios de tração, alongamento, limite de escoamento e análise química. Deverão ser fornecidos os certificados de ensaio de ultrassom do eixo, conforme norma DIN 4386/1. Deverão ser fornecidos os desenhos dimensionais do eixo, contendo as tolerâncias de fabricação.

## **8.5. MANCAIS**

Para o sistema de sustentação do motor deverá ser previsto o fornecimento de 02 (dois) mancais do tipo pedestal com bucha bipartida. A lubrificação e a refrigeração deverão ser feitas através de circulação forçada de óleo e as carcaças dos mancais resfriadas pela circulação natural do ar. Serão previstos visores para observação do nível de óleo e locais para instalação dos instrumentos de medição de temperatura e vibração, devendo ser fornecidos junto com o motor e com perfeita intercambialidade com as instalações existentes. Os mancais deverão ser projetados levando em consideração a viscosidade dos óleos hoje utilizados.

Deverão ser fornecidos os laudos dos testes de ultrassom para constatação do grau de aderência do metal patente com o material de base. Deverão ser fornecidos os desenhos dimensionais dos mancais, axial e radial, contendo as tolerâncias de fabricação e folgas de montagem.

## **8.6. ACLOPAMENTO DOS EIXOS**

O motor deverá ser projetado de modo a haver a perfeita compatibilidade com os acoplamentos existentes, tipo luva flexível, transmissão por engrenagens, fabricados em aço forjado SAE 4340 ou 4350, com usinagem em ambos os lados, tipo Falk 1070G20, de maneira a permitir um alinhamento perfeito entre os eixos da bomba e do motor, nas condições normais de operação.

Deverá ser fornecido um conjunto de acoplamento lado motor e lado bomba devidamente usinados seguindo os padrões existente para instalação, o acoplamento lado bomba é montado somente com interferência no eixo, não havendo chaveta e sua desmontagem hidráulica por orifícios de extração. Fica a cargo do FORNECEDOR a coleta de dados dimensional para a realização da usinagem.

Modelo do extrator (injetor SKF 226 400) para o acoplamento, que deverá ser fornecido junto com o motor.

## **9. PROJETO E FABRICAÇÃO**

### **9.1. PROJETO**

O projeto deverá levar em conta as mais avançadas técnicas disponíveis e prever as facilidades necessárias para transporte até o local da instalação, montagem, manutenção e operação segura do equipamento.

O motor a ser fornecido deverá ser totalmente compatível com os motores (de 5.500 hp) e as instalações existentes na Elevatória de Água Bruta do Rio Descoberto o tanto quanto possível, do projeto usual do FORNECEDOR, desde que atenda aos requisitos mínimos apresentados a seguir.

Variantes ou alternativas deverão ser claramente mencionadas na proposta e justificadas, para eventual aceitação pela CAESB.

## **9.2. FABRICAÇÃO**

Para a fabricação, deverão ser consideradas as técnicas modernas em uso e os requisitos das normas ABNT, VDE, DIN, NEMA, IEC, ASTM e ANSI, conforme suas últimas revisões, exceto onde especificado diferentemente. A mão de obra utilizada na fabricação deverá ser especializada.

Peças iguais e de reserva deverão ser intercambiáveis.

## **9.3. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS**

- Potência Nominal: 5.500 hp (4.100 kW);
- Sobrecarga durante 1 minuto: 160%;
- Fator de Potência Nominal (a plena carga): 1.0;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Rotação nominal: 1.200 rpm;
- Número de fases: 03;
- Tensão Nominal: 13,8kV +/- 10 %;
- Sentido de rotação: horário, visto do lado oposto ao acoplamento.

Deverão ser consideradas as seguintes características, abaixo relacionadas:

- Local de instalação: altitude de 1.012,85 m;
- Umidade relativa do ar: de 10 a 90%;
- Regime operação: conforme ABNT, contínuo S1;
- Fator de serviço: 1.0;
- Corrente de partida direta (plena tensão): 450%;
- Método de partida: direta, 100% de tensão nominal;
- Conjugado de partida: 100%;
- Conjugado máximo: 180%;
- Condição de partida: com válvula de recalque fechada;
- Conexão do estator: em estrela;
- Número de terminais: 06;

- Classe de isolamento do estator em rotor: F;
- Elevação de temperatura: B;
- Tipo de mancais: de deslizamento com bucha bipartida lubrificação a óleo;
- Tipo de resfriamento de mancais: por circulação forçada de óleo;
- Resfriamento do motor: circuito fechado de ar e trocadores de calor resfriados a água, em circuito aberto;
- Nº de trocadores de água/ar: 02;
- Sensor de vazamento: 02;
- Circulação de água de resfriamento: 02 bombas
- Sobre velocidade: 40% acima do nominal durante 02 minutos;
- Conjugado máximo em sincronismo: 60% acima do conjugado nominal, durante 1 minuto;
- Tipo de proteção: IP-44.

Quaisquer outras informações sobre as condições de funcionamento do motor deverão ser questionadas antes do processo de fabricação do motor ser iniciado.

#### **9.4. MONTAGEM**

A montagem do motor será de responsabilidade da CAESB com supervisão do FORNECEDOR.

O motor será montado sobre a base de concreto existente na Casa de Máquinas da Elevatória, de modo a ser instalado no local e na base em que se encontra em operação o motor síncrono (existente) de 5.500 hp, denominado M-400 da EAB Rio Descoberto.

Os materiais de centragem e de nivelamento estão incluídos no escopo do fornecimento. Qualquer dispositivo necessário para retirar qualquer peça da posição de transporte e/ou estocagem para a posição de montagem deverá também estar incluído no fornecimento.

Todas as peças, que sejam passíveis de substituição por manutenção ou necessitem de inspeção periódica, deverão permitir acesso fácil e seu manuseio deverá ser aprovado pela CAESB. As ferramentas especiais deverão fazer integrante do fornecimento, inclusive as fabricadas no próprio local.

#### **9.5. MANUTENÇÃO**

Todos os componentes serão projetados com o objetivo de permitir durante a manutenção, um mínimo de substituição de peças de reposição ou sobressalentes de montagem completa.

Todas as operações de montagem e manutenção deverão ser minuciosamente descritas e estarão sujeitas à aprovação da CAESB.

## **9.6. INSTRUMENTAÇÃO**

Juntamente com o fornecimento do motor síncrono de 5.500 hp, deverão ser fornecidos dispositivos auxiliares de medição e alarme, no mínimo conforme o previsto nesta Especificação. Entretanto, se o FORNECEDOR julgar oportuno, deverá recomendar outros dispositivos por ele considerados apropriados para operação e controle do equipamento.

O tipo, construção e outros detalhes dos relés, instrumentos e outros dispositivos de controle e medição deverão ser submetidos à aprovação da CAESB.

Os relés e instrumentos deverão ser previamente ajustados e calibrados, e deverão manter a calibração inalterada por longo período em ambiente de temperatura variável e de vibrações.

### **9.6.1 Medição de temperatura**

Termômetros indicadores com 02 (dois) contatos independentes, com capacidade de 1A em 125 Vcc deverão ser instalados, como segue:

- 01 (um) sensor em cada um dos mancais, no total de duas unidades;
- 12 (doze) sensores nos enrolamentos do estator, conforme norma ANSI;
- 01 (um) sensor para entrada de ar do trocador de calor;
- 01 (um) sensor para saída de ar do trocador de calor.

Cada termômetro deverá fechar os contatos quando a temperatura atingir o limite máximo permitido. Detectores de temperatura tipo resistência RTD de 100 Ohms a 0°C, de platina, deverão ser instalados, como segue:

- Cada detector de temperatura deverá ser ligado à régua de terminais, mediante 03 condutores, sendo que um condutor para cada detector deverá ser aterrado. Toda a fiação entre os detectores e a régua de terminais será de responsabilidade do FORNECEDOR.
- Os sensores de temperatura deverão ser intercambiáveis e de fácil acesso à manutenção.

### **9.6.2 Medição de Vibração**

Os mancais do lado acoplados e não acoplados do motor deverão ser equipados com 04 (quatro) sensores radiais de vibração e 01 (um) sensor sísmico (velocidade) para medição da vibração axial, com cabos, transdutores e demais acessórios necessários que permitam a coleta de dados de vibração diretamente sobre os mancais.

Deverão ser fornecidos, ainda, mais 04 (quatro) sensores radiais e 01 (um) sensor sísmico (velocidade) para medição da vibração axial, com cabos, transdutores e demais acessórios para a instalação nos mancais da bomba e permitam, assim, a coleta de dados de vibração diretamente sobre os mancais da bomba.

Deverá ser fornecido expansão para sistema de monitoramento de vibração contínuo a ser montado em rack de 19 polegadas compatível com sistema existente, que tem fonte de alimentação redundante alimentada em 125 Vcc (corrente contínua), para monitoramento dos 08 (oito) pontos de vibração e dos 02 (dois) pontos de deslocamentos axiais fornecidos.

A expansão para sistema de monitoramento de vibração contínuo deverá possuir módulos de relés com 10 (dez) canais, cada um deles com no mínimo 02 relés SPDT conectados em configuração DPDT especificados para 125 Vcc e 250 Vca, configuráveis com qualquer combinação de canais de diferentes cartões do rack. Deverá possibilitar saída de sinal bruto (RAW) e conexão com coletor de sinais, terminal BNC, para análise dinâmica de sinal.

O sistema existente apresenta dois módulos de comunicação Ethernet para comunicação.

O sistema existente possui uma porta Ethernet com protocolo Modbus/ TCP.

Os sensores para coleta de dados de vibração axiais deverão ser instalados nos mancais dos lados não acoplados, no total de duas unidades.

## 10. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

Deverá constar na placa de identificação, fixada na carcaça do motor, no mínimo os seguintes dados abaixo relacionados:

- Nome do fabricante;
- N. ° de série;
- Data de fabricação;
- Regime contínuo - S1;
- Potência nominal: (hp);
- Potência nominal: (kW);
- Tensão nominal: (kV);
- Corrente nominal: (A);
- Frequência: (60 Hz);
- Número de fases;
- Rotação nominal: (rpm);
- Sobre velocidade admissível: (rpm);
- Classe de Isolação do estator;
- Classe de Isolação do rotor;

- Capacidade de sobrecarga;
- Ligação;
- Fator Potência Nominal;
- Excitação: tipo, tensão e corrente a carga nominal.

## **11. PINTURA**

### **11.1. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES**

Antes da aplicação da pintura, as superfícies de aço carbono deverão ser limpas ao metal branco, através de jateamento. Após o jateamento a rugosidade das superfícies não deverá ultrapassar 40 *mícrons*.

As superfícies de materiais não ferrosos serão preparadas para pintura de acordo com as recomendações do fabricante da tinta, aprovado previamente pela CAESB.

### **11.2. APLICAÇÃO DA PINTURA**

Antes da aplicação do primer, as superfícies jateadas ou tratadas mecanicamente devem ser limpas com solventes e panos limpos. As pinturas de acabamento serão aplicadas de acordo com as recomendações do fabricante da tinta.

### **11.3. ACABAMENTO**

Se não for especificamente recomendado de modo diferente pelo FORNECEDOR e aprovado pela CAESB, a tinta de acabamento deverá ser aplicada após o primer, no intervalo compreendido entre 24 horas e 5 dias. Cada demão aplicada não deverá apresentar escorrimentos, cabeça de alfinete, poros e barrigas. Os intervalos de secagem entre demãos deverão ser rigorosamente obedecidos.

Todos os produtos deverão ser aplicados sem diluição, exceto quando aprovado pelo fabricante e autorizado pelo INSPETOR.

A preparação das superfícies e a aplicação das tintas e materiais correlatos deverão estar sujeitos a inspeção.

Uma quantidade suficiente de cada tipo de tinta utilizada deverá ser providenciada para eventuais retoques no campo após a instalação dos equipamentos.

A pintura das superfícies metálicas deverá ser efetuada em conformidade com o seguinte esquema:

Superfície externa:

Todas as superfícies metálicas não usinadas deverão, no mínimo:

- Ser limpas, através de jateamento ou processo mecânico até o metal branco;
- Ter 01 (uma) demão de primer de 40 *mícrons*;
- Ter 02 (duas) demãos de acabamento de 30 *mícrons* cada (à base de resina sintética);
- Ter 02 (duas) demãos de acabamento de 30 *mícrons* cada (à base de resina sintética).

## 12. CAIXA TERMINAL E FIAÇÃO

O motor deverá possuir caixa de terminais que comporte toda fiação dos equipamentos auxiliares do motor e onde deverão ser instalados também 06 (seis) transformadores de corrente com relação 600/5 A (incluídos no fornecimento) para proteção diferencial, compatíveis com os existentes no motor M-400.

A caixa terminal conterá blocos terminais, com separação para controle e força, do tipo moldado, com tensão nominal de 600 V. Não serão aceitos terminais com parafusos agindo diretamente sobre os cabos.

Cada conexão terminal terá sua identificação marcada de forma indelével.

Deverão ser previstos pelo menos 25% de terminais de reserva.

Toda fiação, a não ser que seja especificado em contrário, deverá ser com cabos condutores com isolamento antichama de 750 V e seção não inferior a 2,5mm<sup>2</sup>.

Toda a fiação estará sujeita à aprovação da CAESB.

## 13. SISTEMA DE EXCITAÇÃO E REGULAÇÃO DE TENSÃO

O FORNECEDOR do motor deverá fornecer um sistema de excitação e controle do campo do motor, tipo *Brushless*, compatível com o regulador de tensão atual (BASLER ELETRIC), modelo DESC-200) e parametrizar/programar o regulador de tensão de acordo com as características do motor, para uma operação adequada, tanto automática como manual. O controle automático da tensão do motor deverá ser realizado de maneira a garantir a operação do motor com cosseno phi igual a 1,0 (um).

A ponte retificadora trifásica deverá montada no eixo, com reserva de capacidade de 100%, com utilização preferencial de diodos.

O gerador de excitação trifásico, CA, também deverá montado no eixo, com excitação de campo alimentada através de circuito dos serviços auxiliares.

Todos os elementos estáticos, componentes eletrônicos, como os semicondutores e, em particular, os diodos retificadores e os tiristores, deverão possuir 30% de folga em relação a tensões e correntes de operação, para assegurar um funcionamento contínuo e isento de falhas, sob

condições severas de serviço e não deverão ser encapsulados.

#### **14. AQUECIMENTO**

O FORNECEDOR deverá prever um adequado número de resistores elétricos para evitar condensação de vapor quando o motor tiver parado por longo tempo. Os resistores serão operados automaticamente por termostatos que acionarão contadores, montados no cubículo de distribuição de corrente alternada do motor, ficando todo o conjunto sob a responsabilidade do FORNECEDOR do motor. Os termostatos deverão ser do tipo diferencial de 10°C aproximadamente, para operação em 125 Vcc.

O FORNECEDOR fornecerá toda fiação e eletrodutos para ligação dos resistores (individuais), dispositivos de controle e acessórios até a caixa de terminais do motor.

#### **15. SISTEMA DE RESFRIAMENTO**

O motor deverá ser provido de um sistema de resfriamento por circulação de ar em circuito fechado.

O ar deverá circular por aberturas no estator em sua carcaça, passando o ar aquecido pelos trocadores de calor, e retornando após resfriamento. Os trocadores de calor fornecidos deverão ser compatíveis e intercambiáveis com os equipamentos já instalados na EAB.RDE.001.

#### **16. INSPEÇÃO, TESTES E ENSAIOS NA FÁBRICA**

A CAESB, em conformidade com o PIT - Programa de Inspeção e Testes, elaborado pelo FORNECEDOR e aprovação pela mesma, acompanhará, através de seus inspetores, a fabricação e os ensaios do motor e equipamentos que julgar necessário, verificando os testes e ensaios de fábrica, nas oficinas do FORNECEDOR ou de seus SUBFORNECEDORES.

Os custos relativos à viagem dos inspetores correrão por conta da FORNECEDOR.

O FORNECEDOR será responsável pelo deslocamento aéreo dos inspetores, estando previsto a presença de dois inspetores em cada teste, ensaio e inspeção, que serão definidos pela CAESB quando da entrega do cronograma físico dos serviços de fabricação do motor e seus acessórios.

A CAESB deverá ser informada com antecedência de no mínimo 15 (quinze) dias úteis de antecedência da data prevista para inspeção e ensaios.

Todo o apoio e logística, necessários para realização dos ensaios em fábrica pelos inspetores da CAESB será de responsabilidade do FORNECEDOR.

Caso necessário da repetição de algum teste no fabricante, por motivos não previstos, as despesas com o retorno dos inspetores da CAESB, será de responsabilidade do FORNECEDOR.

Deverão estar previstos no mínimo 08 (oito) eventos, sendo um deles necessariamente ocorrendo quando do processo de impregnação do motor.

A aceitação de materiais e equipamentos, ou os certificados de dispensa de testes de fábrica, não exime o fabricante de qualquer de suas responsabilidades, no que tange às exigências das especificações, e não impede a rejeição de tais materiais e equipamentos que se mostrarem futuramente defeituosos.

No PIT deverão ser previstos, no mínimo, os seguintes ensaios elétricos, e mecânicos, a serem executados durante o período de fabricação até o start-up do motor, nas instalações da CAESB:

#### **16.1. ENSAIOS DURANTE O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS BOBINAS DO ESTATOR**

- Inspeção visual e dimensional em 100% das bobinas;
- Identificação das bobinas;
- Compacidade do isolamento da parte reta em 100% das bobinas;
- Resistência de isolamento em 100% das bobinas;
- Resistência Ôhmica em 100% das bobinas;
- Resistência de camada de verniz condutivo em 100% das bobinas;
- Isolamento entre espiras com tensão induzida em 100% das bobinas;
- Ensaio de tensão aplicada em uma bobina protótipo até o seu rompimento;
- Surg test;
- Ensaio de tensão aplicada  $1,2 \times (2 \times V_n + 1)$  kV em 100% das bobinas, sendo  $V_n$  igual a 13,8 kV.

#### **16.2. ENSAIOS DURANTE O PROCESSO DE MONTAGEM DAS BOBINAS DO ESTATOR**

- Resistência de isolamento;
- Resistência Ôhmica de contato barra ranhura;
- Verificação da compacidade e aperto das cunhas.

A qualidade do isolamento das barras e bobinas será verificada durante o processo de fabricação, efetuando-se testes de rotina, com o intuito de verificar a uniformidade das bobinas, determinação da estabilidade térmica e a rigidez dielétrica do isolamento.

Para esta finalidade deve ser medido o fator de perdas (tangente delta) do isolamento, de acordo com a norma VDE 0530 parte I, “Standard Specification for Rotating Electrical Machines” ou

outra norma equivalente.

O FORNECEDOR deverá apresentar um roteiro de teste para aprovação pela CAESB.

### **16.3. ENSAIOS APÓS O FECHAMENTO DAS LIGAÇÕES ANTES DA CURA DAS BOBINAS DO ESTATOR**

- Verificação dos dimensionais;
- Resistência de isolamento;
- Checagem das identificações dos bornes de ligação;
- Medição dos sensores tipo PT 100;
- Resistência Ôhmica;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio de equilíbrio de tensão e corrente.

### **16.4. ENSAIOS NO ROTOR**

- Verificação dos dimensionais;
- Resistência de isolamento com índice de absorção e polarização;
- Resistência ôhmica;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio de equilíbrio de tensão e corrente;
- Surge test;
- Ensaio de tensão aplicada.

### **16.5. ENSAIOS FINAIS**

- Inspeção Visual;
- Aferição e medição dos sensores tipo PT 100;
- Teste de funcionamento das resistências de aquecimento;
- Checagem das identificações dos bornes de ligação;
- Resistência de isolamento nos TCs;
- Resistência de isolamento com índice de absorção e polarização;
- Tensão aplicada  $2 \times (13,8 \text{ kV} + 1) \text{ kV}$ , com medição das correntes de fuga;

- Resistência Ôhmica;
- Rotor Bloqueado: Medição de corrente e potência consumida em tensão e frequência nominal;
- Resistência dos enrolamentos de armadura e de excitação;
- Surge test;
- Descargas parciais;
- Tangente delta (ensaios para verificação de efeito corona, em câmara escura);
- Tensão aplicada nos detetores de temperatura;
- Curvas características (reta do entreferro, saturação a vazio, saturação com cosseno  $\phi$  igual a zero, curto-circuito trifásico permanente);
- Perdas em vazio;
- Determinação do conjugado;
- Ensaio em curto.

#### **16.6. ENSAIOS DOS MANCAIS**

- Inspeção visual;
- Dimensional;
- Verificação de aderência do metal patente com o material base.

#### **16.7. ENSAIOS DO EIXO DO MOTOR**

- Visual;
- Dimensional;
- Usinagem e retífica dos assentos dos mancais;
- Ultrassom;
- Balanceamento.

#### **16.8. SOLDAS**

- Líquido penetrante;
- Partículas magnéticas;
- Raio X.

## **17. ENSAIOS DE CAMPO**

### **17.1. TESTES PRELIMINARES**

Após a finalização da montagem na Elevatória do Rio Descoberto, o motor e seus equipamentos auxiliares serão submetidos a testes preliminares, aprovados pelo FORNECEDOR e contemplados no PIT, tais como:

- Medição da resistência do isolamento;
- Testes de alta tensão do enrolamento do estator e rotor, de acordo com as normas ABNT;
- Alinhamento do rotor com o estator e mancais;
- Alinhamento do motor com a bomba.

### **17.2. OPERAÇÃO PRELIMINAR E ENSAIO DE ACEITAÇÃO**

Após os ensaios acima e os ajustes finais feitos, a máquina estará liberada para operação preliminar, em vazio e depois em carga, executado pela equipe de comissionamento da CAESB, com a supervisão do FORNECEDOR ou seu representante.

A não ser que seja especificado em contrário, serão efetuados os testes especificados nos parágrafos seguintes:

- Funcionamento a vazio com tensão e rotação nominal;
- Ensaio de cosseno phi;
- Acompanhamento da elevação de temperatura dos mancais e do enrolamento;
- Ajuste e assentamento dos mancais;
- Medição dos deslocamentos axiais e radial;
- Determinação do aumento máximo de temperatura na entrada e saída de água para os radiadores de ar;
- Determinação do centro magnético;
- Assentamento das escovas;
- Medição de vibração nos sentidos axial e radial (vibração máxima admissível de dupla amplitude: 0,065mm);
- Emissão de Relatório Técnico, elaborado pelo FORNECEDOR;
- Teste de ruído;
- Determinação da operação correta do sistema de excitação e regulação de tensão.

Quaisquer instrumentos e dispositivos especiais, necessários para execução de testes no campo,

serão de inteira responsabilidade do FORNECEDOR.

O FORNECEDOR indicará se ele está impossibilitado de efetuar qualquer dos testes no local da Obra, conforme essa especificação, neste caso apresentará uma alternativa para a realização dos testes.

Se ocorrer defeito no equipamento devido a concepção do projeto, material ou processo de fabricação que impeça sua operação comercial, o FORNECEDOR reparará tal falha imediatamente, no prazo conveniente para a CAESB.

### **17.3. RELATÓRIO DE ENSAIOS**

Os relatórios de ensaios e testes, realizados nas instalações da Empresa Contratada ou seus fornecedores, deverão ser elaborados pela mesma e entregues à CAESB antes dos ensaios de campo. O relatório de resultados dos ensaios de campo só será considerado aceito depois de aprovado pela CAESB.

## **18. PEÇAS RESERVAS**

As peças reservas, para o motor e seus acessórios, deverão ser incluídas na proposta de fornecimento.

Nesta parte, o FORNECEDOR estabelecerá também os preços de outros equipamentos de reserva recomendados.

Todas as peças reservas fornecidas deverão ser intercambiáveis com as correspondentes peças originais. Deverão ser do mesmo material e da mesma fabricação, e terão todas as características e condições como da peça original.

Todas as peças reservas deverão ser convenientemente tratadas para um longo tempo de armazenamento sob as condições climáticas da obra.

Cada peça reserva deverá ser claramente marcada ou etiquetada na sua embalagem com código do fabricante, descrição e emprego, e, quando mais de uma peça for embalada na mesma caixa ou volume, uma relação geral do conteúdo deverá constar no lado externo e uma lista detalhada de todas as peças deverá ser incluída internamente.

As peças, com isolamento elétrico, deverão ser fornecidas embaladas em recipientes hermeticamente vedados e contendo substâncias higroscópicas. Se forem usados blocos de lã dentro destes recipientes, deverão ser previamente secos por meio de aplicações de aquecimento a vácuo.

O FORNECEDOR deverá fabricar as peças reservas, num prazo que possibilite a entrega delas, na obra, o mais tardar na data do início da montagem da parte do EQUIPAMENTO a qual essas peças correspondem.

Deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes sobressalentes:

- 01 (Um) trocador de calor;

- 01 (Um) Termômetro indicador com 02 (dois) contatos independentes, com capacidade de 1A em 125 Vcc ;
- 01 (Um) sensor de temperatura analógico dos mancais;
- 04 (Quatro) sensores de vibração radial;
- 01 (Um) sensor de vibração axial;
- 01 (Um) conjunto completo de componentes eletrônicos do sistema de retificação da excitatriz (Diodos, Tiristores, Módulos de Disparo);

## **19. TRANSPORTE E EMBALAGEM**

O fornecimento deverá incluir embalagem e transporte do motor e acessórios da fábrica até EAB Rio Descoberto, em Brasília/DF.

O motor e acessórios deverão ser acondicionados e embalados de forma adequada para suportar os diversos tipos de embarque, transporte e desembarque, de modo a chegar ao destino nas condições estabelecidas nesta Especificação Técnica.

Cuidado especial deve ser dado às superfícies usinadas, aberturas para o interior do equipamento, componentes protuberantes como válvulas de drenagem, materiais higroscópios, etc.

A embalagem deve ser identificada externamente, no mínimo, com as seguintes informações:

- O nome da CAESB;
- Nome ou marca do fabricante;
- Mês e ano de fabricação;
- Tipo ou modelo;
- Número de série;
- Tensão nominal;
- Corrente nominal;
- Número da nota fiscal;
- Número do Contrato de Fornecimento de Material;
- Massa bruta do volume, em kg;
- Os materiais de acondicionamento não devem ser retornáveis.

A responsabilidade por prejuízos causados aos equipamentos, resultantes de transporte, embalagem ou acondicionamento inadequado será do Empresa Contratada.