



ANEXO II

Projeto, Fabricação e Montagem do Conjunto Hidrogerador para a CGH Cipó

Projeto Básico



Projeto, Fabricação e Montagem do Conjunto Hidrogerador para a CGH Cipó

1 - INTRODUÇÃO

Esta especificação apresenta as diretrizes e critérios para o fornecimento de proposta técnica e comercial para o fornecimento de **Projeto, Fabricação e Montagem do Conjunto Hidrogerador para a CGH Cipó**, na modalidade “**empreitada por preço global**”.

Esta barragem está localizada no Ribeirão do Cipó, no km 17 da Rodovia do Contorno, no município de Poços de Caldas, MG, e com o nome oficial de Represa Lindolpho Pio da Silva Dias, teve sua construção finalizada em novembro de 1996, com a função de regularizar as vazões do Ribeirão do Cipó e Rio das Antas, e proporcionar um incremento de vazão nas usinas do DME existentes a jusante, bem como fornecer água para o abastecimento público, através da companhia de água do município (DMAE).

É uma barragem de terra com aproximadamente 495 m de comprimento e 27 m de altura no leito original do ribeirão. Possui um vertedor lateral e uma tomada d'água composta de grades, comportas vagão, e dois condutos: um de 1 m de diâmetro com uma válvula dispersora para o controle das vazões, e outro com 1,50 m de diâmetro, destinado a essa futura CGH.

A atual operação de abertura da válvula dispersora da barragem é feita durante o período seco (junho a novembro), e no período de chuvas (dezembro a maio) essa válvula é operada apenas para manter a vazão mínima do rio, atendendo à capitação do DMAE, necessária para abastecimento da cidade, no valor aproximado de 0,5 m³/s.

Como há a disponibilidade de um conduto no barramento, destinado a uma geração de energia, e como o reservatório tem a função de regularização de vazões a jusante, a intenção é instalar um conjunto hidrogerador nesse conduto para efetuar a perenização do rio, gerando energia.

2 – CARACTERÍSTICAS E HISTÓRICO DE DADOS

As principais características da barragem são:

Crista do Barramento (via)	1.267,60
NA Máximo Maximorum (cheia TR=10.000 anos)	1.265,35
NA Normal (soleira do vertedor)	1.263,10
NA Mínimo operacional	1.252,00
Eixo da Tubulação	1.249,53
Soleira da tomada d'água	1.249,40
NA de jusante (proposta inicial)	1.248,24
Eixo da turbina (proposta inicial)	1249,50
Volume do reservatório no NA Normal (x10 ⁶ m ³)	35,299
Volume útil do reservatório (x10 ⁶ m ³)	31,271
Diâmetro interno do conduto (mm)	1.500
Espessura da parede do conduto em aço ASTM A-36 (mm)	6,35
Comprimento aproximado do conduto (m)	90,00
Queda Bruta (m)	14,86
Vazão Regularizada prevista no projeto original (m ³ /s)	2,30



Vazão residual mínima (m ³ /s)	0,42
Vazão turbinada prevista no projeto original (m ³ /s)	4,00

Da data de inauguração do barramento até o ano de 2009, foram coletados manualmente e registrados os dados de precipitação, nível do reservatório, vazão vertida e a vazão da válvula dispersora da barragem, e a partir de 2014 até a presente data de forma telemétrica. Os dados anteriores a 2001 e de 2010 a 2013, apresentaram muitas discrepâncias e inconsistências. Por isso foram desconsiderados neste estudo.

Após análise destes dados, buscando a maior otimização para utilização do reservatório, de forma a não comprometer o abastecimento público durante os períodos de seca, foi definido que os dados a serem utilizados para o estudo e dimensionamento do conjunto hidrogerador da CGH Cipó, deverão ser os dados **médios de nível e vazão para os anos de 2002 a 2004, incluindo os dados de 2019 e 2020**.

Com isso, foi possível traçar as curvas de permanência de queda e vazão para o reservatório nessa situação:

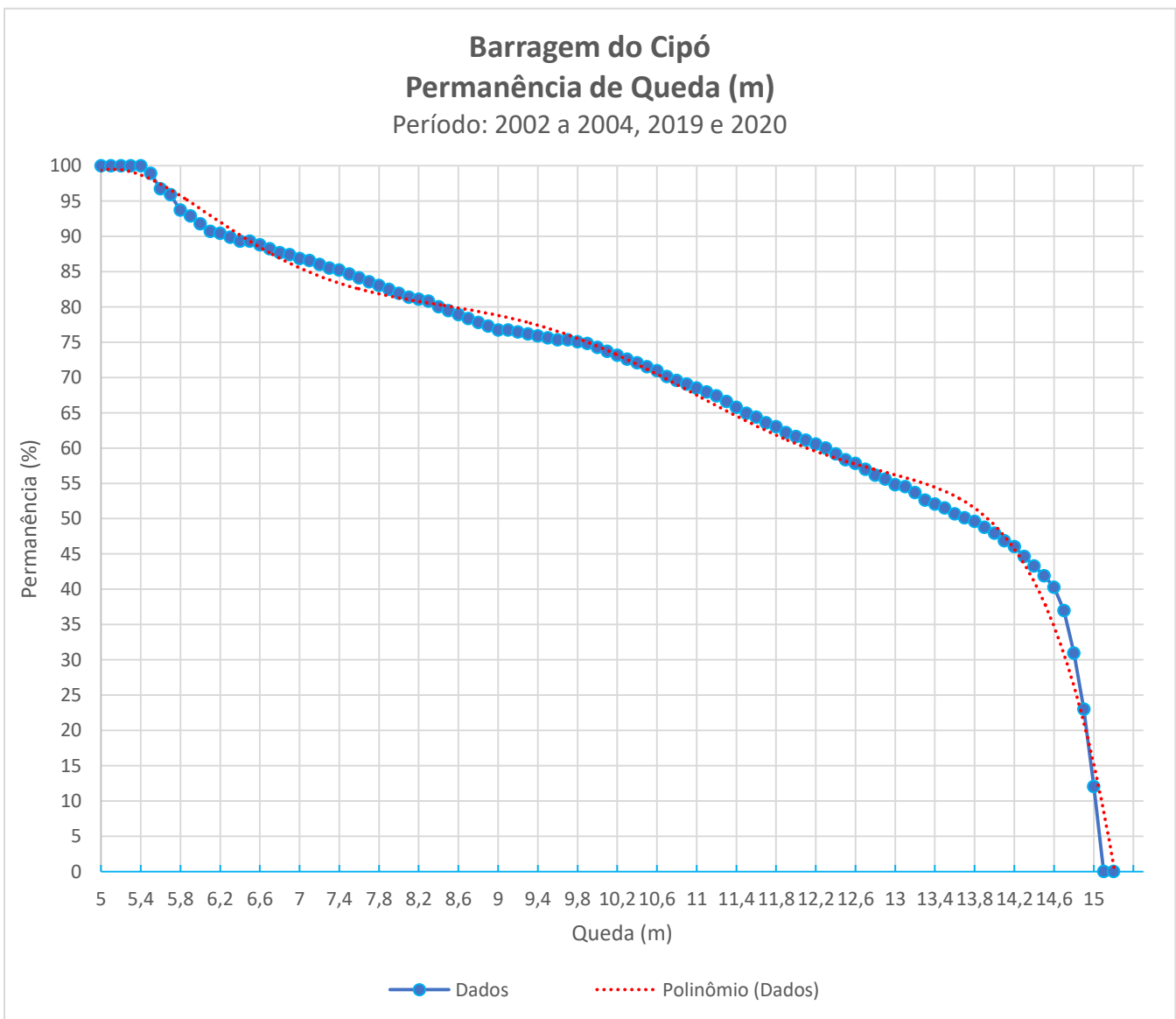


Gráfico 1 – Permanência de Queda do Reservatório



BARRAGEM DO CIPÓ

Permanência de Vazões (m³/s)

Período: 2002 a 2004, 2019 e 2020

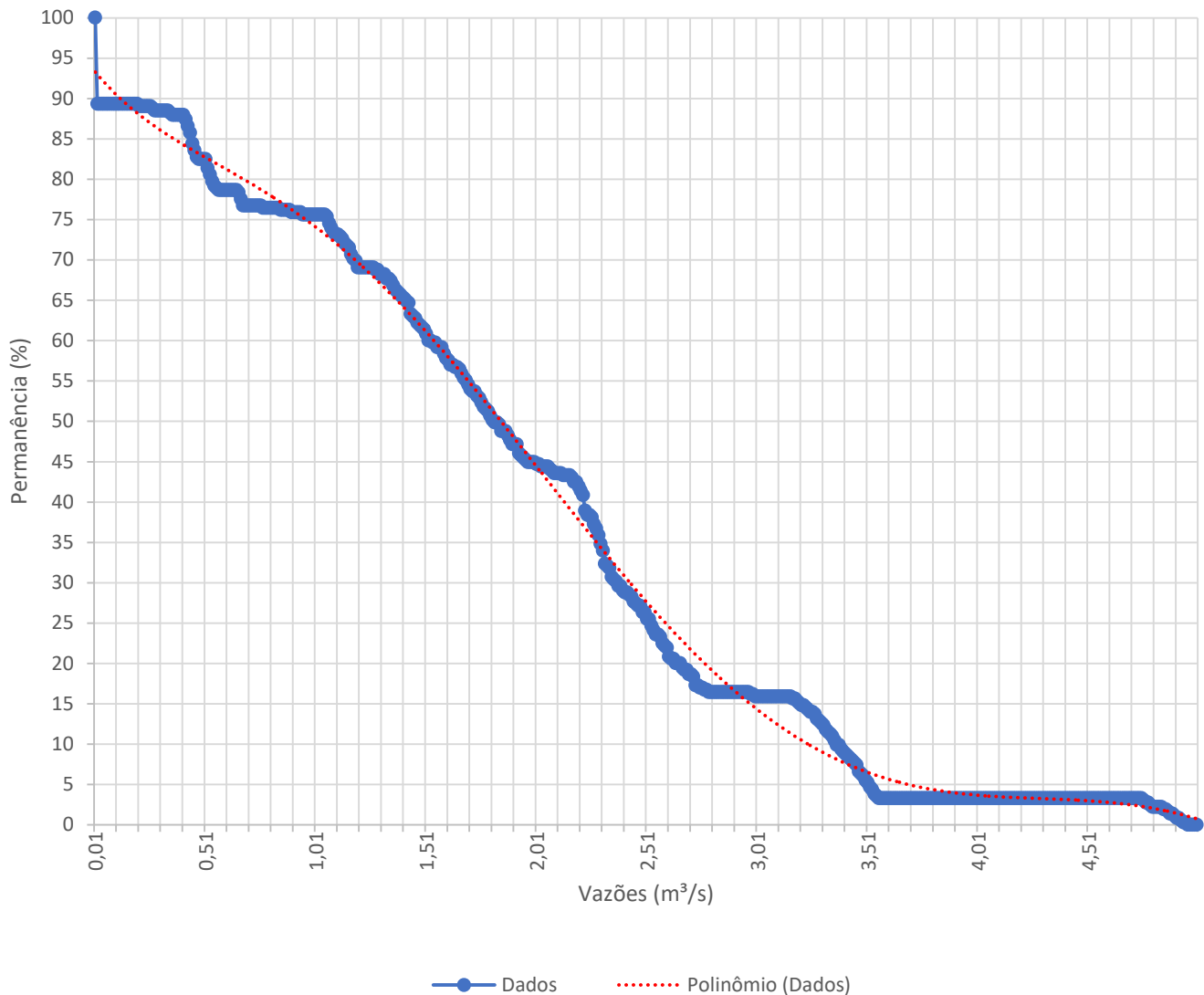


Gráfico 2 – Permanência de Vazões (válvula dispersora + Vertedor)

Os dados de queda e vazão, utilizados para a determinação das curvas acima, estão disponíveis no Anexo V deste edital. Os dados de todos os anos serão fornecidos somente ao licitante vencedor.

3 – ESCOPO DO FORNECIMENTO

O fabricante fornecerá integralmente todos os equipamentos descritos nestas Especificações Técnicas. A especificação dos equipamentos, discriminada a seguir, não é limitativa, e o fornecimento será feito sob responsabilidade do fornecedor e de acordo com as necessidades do perfeito desempenho.

Com base nos de 2002, 2003, 2004, 2019 e 2020, apresentados anteriormente, a proponente deverá fornecer uma proposta técnica/comercial, composta dos seguintes tópicos:



3.1 – Estudo e Projeto do Conjunto Hidrogerador

A proponente deverá analisar e projetar um conjunto hidrogerador capaz de atender o comportamento do reservatório, baseado nos seguintes parâmetros:

- Velocidade no conduto: máximo de 3 m/s;
- NA Normal: 1.263,10;
- NA Mínimo operacional: 1.252,00;
- NA Mínimo de jusante: 1.248,24;
- Vazão máxima turbinada: 5,3 m³/s;
- Vazão mínima turbinada: 0,5 m³/s;
- Espessura do conduto: 6,35 mm.

Deverá ainda ser apresentado neste estudo, além dos projetos e detalhamentos do conjunto definido, relatório demonstrando a maior oferta de energia anual que o conjunto hidrogerador poderá oferecer, além das “curvas de Colina” da turbina e tabela de rendimentos garantidos do gerador, e outros dados do conjunto, a saber:

- Potência máxima e mínima no eixo da turbina com a queda líquida nominal;
- Potências no eixo da turbina com a variação de queda do reservatório;
- Velocidade nominal;
- Altura de sucção da máquina e seu limite de afogamento;
- Sobrevelocidade na rejeição de carga e no disparo;
- Tempo de fechamento do distribuidor no menor tempo possível, limitado pela sobrepressão máxima admissível no conduto existente, na queda máxima;
- Com rejeição da plena carga:
 - Elevação da pressão no conduto forçado à montante (em porcentagem da pressão nominal);
 - Elevação de velocidade (em porcentagem da velocidade nominal);
- Avaliação dos transientes hidráulicos no conduto;
- Avaliação de que o conduto existente será capaz de suportar às sobrepressões e subpressões oriundas das situações de rejeições de carga, e caso necessário, o projeto do reforço do conduto;
- Garantia contra cavitação;
- GD² total necessário;
- GD² do gerador;
- GD² do volante oferecido.
- Não será admitida a utilização de multiplicadores de velocidade;

Para o gerador, este deverá ser estudado e projetado para corrente alternada, 60 Hz, síncrono de pólos salientes ou lisos, trifásico, conectado em estrela, isolamento classe F, elevação máxima de temperatura classe B, sistema de resfriamento autoventilado em circuito aberto, eixo diretamente acoplado ao eixo da turbina, construção horizontal, com mancais a serem definidos pelo fabricante, capazes de suportar o peso do volante, sistema de excitação Brush-Less ou estática com regulador de tensão digital. Os mancais do gerador deverão suportar suas cargas e empuxos axiais próprios, decorrentes de possíveis empuxos magnéticos e ou diferenciais de ventilação.

O momento de inércia próprio do gerador mais turbina deverá ser estudado para garantir a estabilidade do conjunto e manter níveis suportáveis de sobrepressão no conduto e sobrevelocidade nas partes rotativas. Caso necessário, deverá ser adicionado um volante na linha de eixo para complementar esse valor. Esta central não será operada de forma isolada.



O fornecedor deverá desenvolver e submeter à aprovação a análise de velocidades críticas, onde deverão ser consideradas todas as massas, a flexibilidade da linha de eixo, o empuxo magnético, desbalanceamento do gerador e as todas as forças radiais não equilibradas que atuem na linha de eixo da turbina gerador.

Deverão ser computadas as frequências naturais relativas aos diversos estados de carga considerados, discriminando a flexional direta de 1ª ordem, a torcional da linha de eixo e as correspondentes composições paramétricas.

A velocidade crítica da unidade deverá se situar acima da velocidade máxima de disparo, com afastamento igual ou maior que 30% dessa velocidade.

A unidade irá operar com o gerador interligado à rede 13,80 kV do DME, através de um transformador elevador à seco, instalado dentro da casa de força, cuja potência e tensão de geração, deverá ser sugerida pela proponente. A impedância deverá ser em torno de 6%, devendo ter seus rendimentos máximos ajustados para as condições de operação nominal.

A partida do gerador não deverá exigir nenhuma fonte de energia auxiliar além da alimentação de 125 Vcc e de uma fonte externa de AC 380/220 V – 60 Hz – Trifásica, para comando e excitação inicial.

O gerador deverá ser capaz de suportar:

- Curto-circuito à 105% da tensão nominal nos terminais e desbalanço contínuo de corrente;
- THD de corrente de no máximo 5% e de tensão no secundário do transformador elevador de no máximo 1,2;
- Sincronização à 120° elétricos fora de fase quando ligado a uma barra infinita através de uma impedância de 6% referida à potência do gerador;
- Velocidade de disparo durante 2 minutos;
- Corrente de sequência negativa de 8% da corrente nominal.

Para os sistemas auxiliares elétricos deverão ser estudados e apresentados todos os estudos, diagramas, desenhos e especificações, para os todos os equipamentos, cabos, softwares, etc, necessários para a operação, controle e proteção da central.

3.2 – Fabricação da Turbina

Após a definição do tipo e arranjo do conjunto hidrogerador e aprovação de todos os projetos, poderá ser iniciada a fabricação da turbina hidráulica, composta de:

- Turbina hidráulica, definida na fase do projeto, com as características declaradas abaixo:
 - Vazão nominal da turbina;
 - Vazão mínima da turbina;
 - Velocidade nominal;
 - Altura de sucção;
 - Velocidade de disparo;
 - Velocidade específica [Ns];
 - Queda Bruta;
 - Queda líquida nominal.
- Rotor, palhetas diretrizes, labirintos fixos e de desgaste, em aço inoxidável;
- Regulador automático de velocidades;



- Volante;
- Válvula do tipo “borboleta” com peças de desmontagem;
- Peça troncônica de redução;
- Mancais de guia e escora do tipo de deslizamento;
- Flange cego para desmontagem;
- Conjunto de acessórios;
- Sistema de água de resfriamento em circuito fechado com torre de resfriamento;
- Sistema de esgotamento da turbina;
- Ferramentas e dispositivos especiais;
- Peças de reserva;
- Custos para supervisão de montagem, ensaios e comissionamento.

Todas as superfícies ferrosas não usinadas da turbina deverão ser limpas e protegidas com camadas de tinta, e deverão ser especificadas pela proponente e aprovadas pela DMEE. Deverá ser composta de no mínimo:

Pintura Interna:

- Jateamento abrasivo padrão SA 2 ½ da norma 315-05-5900 (Swedish Industrial Standart);
- Aplicação de fundo / acabamento na cor preta AMERCOAT 78 HB COAL TAR epóxi ou similar, até atingir uma película seca de 400 µm (micrômetros).

Pintura Externa:

- Jateamento abrasivo padrão SA 2 ½ da norma 315-05-5900 (Swedish Industrial Standart);
- Aplicação de fundo epóxi, com espessura mínima de 100 µm;
- Aplicação de acabamento em esmalte poliuretânico na cor cinza MUNSELL N 6,5, com espessura mínima de 100 µm.

A turbina deverá ser ensaiada em campo, através do método de Gibson, às expensas do fabricante, para a comprovação dos rendimentos, potência e energia, declarados na proposta técnica/comercial.

3.3 – Fabricação do Gerador

Para a fabricação do gerador, farão parte do escopo de fornecimento os seguintes itens:

- Gerador síncrono, trifásico completo, base de apoio, chumbadores para o estator, mancais e bases, elementos de acoplamento ao flange da turbina, de eixo horizontal, pólos girantes e salientes, mancais de deslizamento, grau de proteção ip-23, autoventilado em circuito aberto;
- Excitatriz;
- Regulador automático de tensão, inclusive transformadores de excitação;
- Sistema de frenagem, acoplado ao volante de inércia;
- Mancais com tipo definido pelo fabricante, capazes de suportar suas cargas e empuxos axiais próprios, e o peso do volante;
- Acessórios;
- Equipamentos de proteção contra circulação de correntes pelos mancais da unidade;
- Peças de reserva.

Todas as superfícies ferrosas não usinadas do gerador deverão ser limpas e protegidas com camadas de tinta, e deverão ser especificadas pela proponente e aprovadas pela DMEE. Deverá ser composta de no mínimo:

Interna e externa:



- Jateamento abrasivo padrão SA3 (metal branco);
- Aplicação de fundo epóxi, com espessura mínima de 100 µm;
- Aplicação de acabamento em esmalte poliuretânico na cor cinza MUNSELL N 6,5, com espessura mínima de 100 µm.

O fornecedor poderá apresentar alternativas técnicas, devendo, no entanto, oferecer todas as informações, justificativas e arazoados técnicos que possibilitem a análise comparativa.

O gerador deverá ser ensaiado em banco de provas do fabricante ou em outro laboratório credenciado pela DMEE, às suas expensas, considerando todas as situações. Nesta oportunidade serão medidas suas características, rendimentos (curvas), curva de capacidade, reatâncias etc. Deverão ser incluídos também os ensaios de disparo e curto circuito franco. O banco de provas do fabricante deverá possuir freio dinâmico para máquinas com potências da ordem do gerador comprado. Todos os ensaios deverão estar de acordo com as normas ABNT aplicáveis ou IEC.

4 – CONDIÇÕES GERAIS

4.1 – Extensão do Fornecimento

O fornecimento compreende na entrega completa do conjunto hidrogerador, citado no item 3, testados e embalados na fábrica do fornecedor, incluindo ainda:

- Todos os seus acessórios;
- Todas as peças de reserva;
- Manuais de instrução, manutenção e catálogos;
- Treinamento do pessoal do DME para operação e manutenções expeditas.
- Desenhos definitivos impressos e em arquivos CAD na extensão DWG, de todos os projetos da turbina, gerador e acessórios. Os memoriais de cálculo poderão ser fornecidos em arquivos PDF.
- Termo de garantia;
- Certificados oficiais de ensaios dos componentes fornecidos, com curvas características e desempenho funcional.

4.2 – Serviços Auxiliares

Todos os equipamentos de comando, controle e proteção deverão ser projetados considerando-se que serão disponíveis as seguintes tensões de alimentação, respeitando as imposições feitas em outras partes destas Especificações Técnicas:

- Corrente contínua: 125 V + 10% - 20%
- Corrente alternada: 220/380 ± 10% V, 60 Hz, trifásica com neutro.

4.3 – Embalagem

As embalagens necessárias ao transporte dos equipamentos e armazenagem na obra por um período mínimo de 12 (doze) meses, serão de responsabilidade do fornecedor. Quaisquer danos que possam ocorrer em consequência da inadequação das embalagens, serão de exclusiva responsabilidade do fornecedor. Todos os volumes deverão ter marcação indelével adequada, de forma a identificar claramente no mínimo o que segue:

- a) Número de ordem do volume;
- b) Número do contrato da DME;



- c) Conteúdo;
- d) Peso bruto.

Deverão ser fornecidas relações das peças embaladas em cada volume.

4.4 – Transporte

A proponente vencedora, às suas expensas, deverá providenciar:

- Meio de transporte adequado para os fornecimentos, de forma a garantir a não ocorrência de danos nos equipamentos e suas embalagens;
- Seguro para todos os equipamentos;
- Mão de obra e equipamentos para o descarregamento.

Deverá ser prevista sua entrega no Almoxarifado da DME, na Av. Silvio Monteiro dos Santos, 1441, Bairro Vale das Antas, próximo ao Shopping, em Poços de Caldas, MG.

4.5 – Montagem, Testes e Comissionamento

As montagens, testes e comissionamento do conjunto hidrogerador serão de responsabilidade da proponente. Seu custo deverá ser destacado na proposta, com validade mínima de 12 meses.

Será fornecido pela DMEE na ocasião das montagens:

- Guindaste compatível com os pesos do conjunto hidrogerador, para a descarga, movimentação e montagem dos equipamentos;
- Estradas e acessos adequados para o transporte dos equipamentos e a movimentação dos técnicos de montagem, até o local da usina;
- Ponto de energia elétrica para as montagens;
- Instalações sanitárias.

4.6 – Garantias

4.6.1 - Termo de Garantia

O fornecedor deverá oferecer garantia para os equipamentos contra defeitos de fabricação, durante um período mínimo de 12 (doze) meses a contar da colocação em funcionamento e/ou 24 (vinte e quatro) meses, contados do termo de recebimento a ser expedido pelo contratante.

No caso de substituição de peças cobertas pela garantia, serão as peças novas garantidas pelo período de 12 (doze) meses, contados da data da substituição. As partes ou peças avariadas ou que estejam apresentando desempenho aquém do esperado, serão reparadas ou substituídas pelo fornecedor, sem qualquer ônus à DME. Os componentes substituídos, sem ônus, durante o período de garantia, serão de propriedade do fornecedor.

4.6.2 – Garantias de Características

O fornecedor garantirá os valores indicados na proposta e estas características serão conferidas por ensaios realizados conforme normas ABNT ou IEC aplicáveis. Será imposta a penalidade de 0,2% de abatimento no preço total do gerador e da turbina, para cada 0,1% de queda de rendimento médio do conjunto verificado nos testes, abaixo do valor garantido.



4.6.3 – Garantias de Regulação

O fabricante deverá garantir a regulação do alternador e o desempenho do regulador de tensão.

4.6.4 – Extensão das Garantias

A redação do Termo de Garantia deverá levar em conta que a aceitação pela DME, após a liberação pela inspeção de qualquer material, não excluirá o fornecedor da plena responsabilidade de todas as garantias oferecidas.

As condições de garantias serão estendidas, também, às peças e componentes de fornecimento de terceiros pelos quais o fornecedor assume inteira responsabilidade.

Caso os equipamentos não sejam montados nos prazos previstos, o fabricante estenderá as garantias oferecidas por novo período a ser acertado entre as partes, desde que os mesmos sejam armazenados de forma conveniente.

4.6.5 – Fornecimento de Terceiros

Caso o fornecedor queira contratar com terceiros o fornecimento ou fabricação de peças ou partes do conjunto hidrogerador e acessórios aqui especificados, deverá submeter o subfornecedor à aprovação prévia da DME.

5 – PRAZO DE EXECUÇÃO

O prazo de execução dos serviços, contemplando a elaboração de todos os estudos, relatórios e projetos, fabricação e transporte dos equipamentos, será de **18 (dezoito) meses**, a contar da emissão da ordem de serviço, de acordo com o cronograma físico financeiro a ser fornecido pela proponente.

Os projetos com as dimensões e esforços solicitantes das máquinas deverão ser fornecidos em no máximo **6 (seis) meses** após a emissão da ordem de serviço, para que seja possível a elaboração do projeto civil e estrutural da casa de força.

O prazo de execução para as montagens dos equipamentos será de **6 (seis) meses**, a partir da entrega final de todos os equipamentos.

6 – APRESENTAÇÃO DOS DOCUMENTOS

6.1 – Forma de apresentação dos documentos

Os arquivos de texto deverão ser elaborados no formato DOC ou DOCX, arquivos de planilhas no formato XLS ou XLSX, e arquivos de desenho no formato DWG para AutoCAD versão 2007. Não serão aceitos arquivos do tipo PDF ou qualquer outro que não seja editável. Somente os memoriais de cálculo poderão ser fornecidos em arquivos tipo PDF ou de imagem.

Os desenhos deverão ser feitos de acordo com as normas da ABNT, e os formatos de papel deverão ser limitados aos padrões A4, A3, A2 e A1. Só serão aceitos formatos padrão A0 para desenhos de implantação geral.

Sempre utilizar nos desenhos a fonte "ROMANS" ou "ARIAL", com altura não inferior a 2 mm.



A licitante vencedora poderá utilizar tecnologia BIM para a elaboração dos projetos. Nesse caso, a modelagem gerada deverá ser fornecida na forma de arquivo editável, juntamente com os arquivos de cada tema do fornecimento.

6.2 – Definições para desenhos.

As unidades dos desenhos serão de definição da fabricante, os níveis de piso em metros, referenciados ao nível do mar, com base nas cotas definidas nos desenhos básicos.

Poderá ser utilizado o carimbo da empresa nos desenhos, desde que apresentado e aprovado pela DMEE. Caso seja necessário, a DMEE poderá solicitar o acréscimo ou supressão de campos neste carimbo.

Deverá ser colocada no arquivo de desenho, fora da área da prancha, uma tabela com a relação de cores e espessuras de pena (conforme exemplo abaixo), escala de plotagem, tamanho da prancha e o software utilizado, bem como a sua versão.

Espessura da pena	Cor padrão	Nº da pena no AutoCad
0,1	Vermelho (red)	1
0,2	Amarelo (yellow)	2
0,3	Verde (green)	3
0,4	Ciano (cyan)	4
0,5	Azul (blue)	5
0,6	Magenta (magenta)	6
0,1	Branco (White)	7
0,8	Cinza médio (8)	8
0,15	coloridas	Demais penas

6.3 – Análise e aprovação dos projetos e documentos

Todos os projetos executados pela CONTRATADA deverão ser encaminhados à DMEE em uma via impressa para análise e verificação, ou outra forma a ser definida na ocasião, e serão devolvidos num prazo máximo de 10 dias úteis, com as seguintes situações:

- **APROVADO**
Esta situação significará que o projeto está aprovado sem ressalvas e estará liberado para fabricação;
- **DEVOLVIDO PARA CORREÇÕES**
Esta situação significará que o projeto não está aprovado. Após sua correção a CONTRATADA deverá encaminhar nova via impressa para análise.

Ainda que aprovados pela DMEE, a CONTRATADA deverá realizar às suas expensas, eventuais correções, alterações ou complementações que venham a ser solicitadas durante as fases de projeto, fabricação e montagem, necessárias para o cumprimento do contrato e ao bom funcionamento dos equipamentos.

7– SIGILO E CONFIDENCIALIDADE



A PROPONENTE se compromete a manter, por si, seus sócios, diretores, executivos, empregados, equipes, prestadores de serviços e representantes legais, confidencialidade em relação a todas as informações que ora lhe são confiados em razão do convite para apresentar proposta para o serviço aqui referenciado, não sendo permitida a transmissão de tais informações, agora ou no futuro, a quem quer que seja, independente da sua Contratação, ou não, para o serviço.