

TROCADORES DE CALOR TIPO RADIADOR ÁGUA/AR COM ALETAS PLANAS

Complexo Energético Fundação Santa Clara - CEFSC

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Trocadores de Calor Novos

Elaborado por:	Data	Revisão
COPEL GeT – Adelar José de Oliveira – CREA 86042D/PR ELEJOR – Emerson Luís Alberti – CREA 25.767D/PR	27/10/2020	R01

TABELAS

Tabela 1 - Dados Gerais de Projeto..... 6

DESENHOS

Desenho 1 – Trocador de Calor Modelo GEA..... 16

EXPEDIENTE

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Elejor – Centrais Elétricas do Rio Jordão S.A.
Rua José de Alencar, 2021
CEP: 80.040.070
Curitiba/PR.
www.elejor.com.br

Tipo do Documento:	Especificação Técnica	
Título:	Especificação Técnica de Trocadores de Calor Água/Ar	
Área	Energia	
Autores:	Adelar José de Oliveira	CREA 86042D/PR
Revisão/Layout:	Emerson Luís Alberti	CREA 25.767D/PR

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

SUMÁRIO

1.	O EMPREENDIMENTO:	5
2.	OBJETO	6
3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	6
	3.1 - Características Gerais de Referência:	6
	3.2 - Características Específicas:.....	6
	3.3 - Materiais de Construção:	7
	3.4 - Pintura, acabamento e revestimentos de proteção:	7
4.	MARCA E REFERÊNCIA.....	11
5.	GARANTIA	11
6.	INSPEÇÃO.....	11
7.	CONDIÇÕES ESPECIFICAS.....	14
8.	PLANEJAMENTO DO SERVIÇO, FABRICAÇÃO E ENTREGA	15
9.	DESENHO.....	15

1. O EMPREENDIMENTO:

ELEJOR – Centrais Elétricas do Rio Jordão S.A. é uma sociedade de propósito específico criada para explorar o Complexo Energético Fundão Santa Clara - CEFSC, cujo complexo é formado pelas Usinas Hidrelétricas Santa Clara e Fundão, ambas localizadas no rio Jordão, que entraram em operação em 2005 e 2006 respectivamente.

A UHE/Santa Clara está localizada entre os municípios de Candói e Pinhão, com casa de força nas coordenadas 23°40'03"S e 51°58'02"O, tem potência de 120 MW, além de uma PCH com potência de 3,60 MW. O acesso a usina é feito pela rodovia BR-373, km 394 e deste ponto, a 8 km pela rodovia PR-560 localiza-se a casa de força.

A UHE/Fundão está localizada, entre os municípios de Pinhão e Foz do Jordão, com casa de força nas coordenadas 23°48'16"S e 52°02'18"O a jusante da UHE/Santa Clara, tem potência de 120 MW, além de uma Pequena Central Hidrelétrica – PCH com potência de 2,50 MW. O acesso a usina é feito pela rodovia BR-373, km 404 e deste ponto, em estrada secundária a aproximadamente 12 km localiza-se a casa de força.

A distância em linha reta entre as duas barragens é de 7.800 m e entre as duas casas de forças é de 9.300 metros, porém sem acesso rodoviária entre as mesmas, a não se pela rodovia BR-373. A mapa abaixo mostra a representação de forma simplificado a localização das duas usinas, compreendendo barragens, câmaras de carga, tomadas d'água de baixa pressão, subestações, túneis e casas de forças.

Figura 1 - Posição das Usinas Hidrelétricas da ELEJOR no rio Jordão



2. OBJETO

A presente especificação tem por finalidade estabelecer os requisitos técnicos mínimos que deverão ser cumpridos pela **CONTRATADA**, com relação ao fornecimento de Trocadores de Calor do Tipo Água/Ar com Aletas Planas, para utilização no sistema de resfriamento dos estatores dos geradores das UHE's do Complexo Energético Fundão Santa Clara – CEFSC.

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1 - Características Gerais de Referência:

Tabela 1 - Dados Gerais de Projeto

DADOS DE PROJETO DESIGN DATA		LADO EXTERNO EXTERNAL SIDE		LADO INTERNO INTERNAL SIDE			
FLUIDO FLUID		AR / AIR		AGUA / WATER			
PRESSÃO DE TRABALHO WORKING PRESSURE	kgf/cm ²	0		14 (MAN.)			
PRESSÃO DE PROJETO DESIGN PRESSURE	kgf/cm ²	—		14 (MAN.)			
PRESSÃO DE TESTE TEST PRESSURE	kgf/cm ²	—		21 (MAN.)			
TEMPERATURA DE TRABALHO WORKING TEMPERATURE	°C	ENTR.: INLET:	A 72,5	B 77,3	ENTR.: INLET:	A 30	B 30
		SAIDA: OUTLET:	40	39	SAIDA: OUTLET:	34,6	35
TEMPERATURA DE PROJETO DESIGN TEMPERATURE	°C	100		100			
VAZÃO FLOW	m ³ /h	18000 (DBS-1)		31,5	34,8		
PERDA DE CARGA ADMISSÍVEL ALLOWABLE PRESSURE DROP	mmCA	26	26,5	2300	2950		
VELOCIDADE VELOCITY	m/s	4,2		1,8	2		
NÚMERO DE PASSES NUMBER OF PASS		1		4			
ÁREA DE TROCA DE CALOR HEAT EXCHANGER SURFACE	m ²	190,8					
CAPACIDADE DE TROCA TÉRMICA HEAT EXCHANGER CAPACITY	kW	A	B				
EMPTY WEIGHT (UNIT.) PESO VAZIO (UNIT.)	kgf	~ 455					

3.2 - Características Específicas:

- Tipo dos trocadores de calor: radiador com aletas planas;
- Fluidos envolvidos:
- Tubos: água bruta;
- Casco: ar quente;
- Dimensões gerais: conforme desenhos em anexo;
- Dimensões tubos e aletamento: conforme desenhos em anexo;
- Dimensões espelhos e cabeçotes: conforme desenhos em anexo;

- As tampas e espelhos devem apresentar tolerância de planicidade compatível ao sistema de vedação empregado (máximo: 0,8 mm);
- Não poderá haver qualquer componente com possibilidade de soldura/desprendimento;
- Cabeçotes removíveis;
- Com olhais nas laterais para içamento na posição vertical, conforme desenho em anexo;
- Placa de identificação: conforme desenho em anexo, incluindo-se a área de troca térmica.
- Grades de proteção das aletas: conforme desenho em anexo.

3.3 - Materiais de Construção:

- Tubos simples: em Cobre-Níquel, ASTM B-111-706 com Ø20 x 1,0 mm; (mandrilados nos espelhos) Aletas: em Cobre 0,1 mm de espessura e espaçamento de 1,92 mm (planas retangulares padrão *compact-cooler*);
- Espelhos: em latão, ASTM B-171-465;
- Cabeçotes: em aço carbono, ASTM A-516-70;
- Estrutura: em aço carbono comercial;
- Flanges das conexões: em aço carbono, ASTM A-105;
- Parafusos dos cabeçotes: em aço carbono, ASTM A-193-B7;
- Juntas de vedação: em borracha acrílico-nitrílica F-15;
- Placa de identificação: em aço inoxidável, AISI-304;

3.4 - Pintura, acabamento e revestimentos de proteção:

3.4.1 - Requisitos Gerais:

Para as execuções de pintura, as recomendações dos fabricantes das tintas deverão ser seguidas rigorosamente.

Todas as tintas utilizadas no Fornecimento deverão ser de um mesmo fabricante, estando os produtos previamente aprovados pela ELEJOR. Caso os produtos não estejam

aprovados, deverá ser submetido à ELEJOR, para análise, um galão de cada tipo de tinta, acompanhado do respectivo boletim técnico.

A ELEJOR, a seu critério, poderá inspecionar a execução do preparo de superfície e aplicação das tintas.

Para a garantia da qualidade deverão ser realizados testes e verificações tais como: perfil de rugosidade, condições ambientais, preparo das tintas, espessura dos filmes úmido e seco, procedimentos de preparo de superfícies e aplicação de tintas, uniformidade e aderência do filme seco.

Antes do embarque para transporte as superfícies pintadas não deverão apresentar quaisquer defeitos ou imperfeições. Os retoques que forem eventualmente necessários, em função do transporte, deverão ter seu procedimento aprovado pela ELEJOR.

a) Superfícies sem Proteção:

Aços inoxidáveis, materiais não-ferrosos e metais usinados para contato por deslizamento ou rolamento não necessitarão de pintura.

b) Superfícies não Pintadas:

As superfícies que não serão pintadas deverão ser recobertas ou de outro modo protegidas durante a operação de limpeza e pintura das superfícies contíguas.

c) Superfícies Expostas não Usinadas:

Todas as superfícies expostas não usinadas, externas, internas e acessórios, deverão receber o preparo de superfície e a pintura de acordo com as recomendações dos fabricantes das tintas usadas, e de acordo com os requisitos aplicáveis das normas indicadas nestas especificações.

d) Superfícies Zincadas:

As superfícies zincadas não precisam ser pintadas, salvo se especificamente necessário por questões de aparência ou segurança. O processo de zincagem e respectiva pintura deverão ser aprovados pela ELEJOR.

e) Parafusos, Porcas e Arruelas:

Parafusos, porcas e arruelas, quando não especificado em contrário, deverão ser zincados por processo eletrolítico, ou outro processo similar aprovado pela ELEJOR. A espessura mínima admissível será de 12 micrometros.

3.4.2 - Tratamento e preparo das superfícies

Para o tratamento das superfícies a serem pintadas, deverão ser seguidas as recomendações das normas aplicáveis da ABNT ou SIS e, genericamente, todas as peças, antes de receberem o tratamento, deverão passar por uma rigorosa inspeção visual, controlando-se acabamento de solda e lixamento, rebarbas de recorte, e outras imperfeições. A limpeza da peça será feita através de jateamento por granalha de aço angular e semi-esférica com granulação para atingir um perfil de rugosidade médio entre 40 e 70 micrometros. O padrão de jateamento será conforme indicado nestas especificações técnicas e na NBR-7348.

A peça jateada deverá ser manuseada com a utilização de luvas adequadas, isentas de pó, graxas ou outras substâncias que possam transferir-se para a superfície jateada. A peça jateada não deverá entrar em contato com ambientes onde se verifique umidade relativa superior a 85%, presença de pó, vapores de qualquer natureza, óleos e graxas. A temperatura do substrato deverá estar 30C acima do ponto de orvalho. O processo de tratamento não deverá ser interrompido por um período superior a três horas, após o jateamento.

Todas as superfícies deverão receber limpeza com jato abrasivo ao metal quase branco - Grau SA 2 1/2, conforme especificado na NBR-7348.

3.4.3 - Pintura

Preparação das superfícies: Jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão SA 2 ½ da norma ISO 8501-1.

Partes internas de aço carbono em contato com a água: Uma demão de tinta epóxi de alta espessura na cor preta N1, espessura total 400 µm.

Partes externas de aço carbono em contato com o ar: Uma demão de tinta epóxi acabamento alta espessura, espessura 150µm – cor cinza Munsell N6.5

3.4.4 - Cores

a) Cinza (notação Munsell N6.5):

Deverão receber esta cor as superfícies externas dos trocadores de calor e as peças da caixa.

b) Preto (notação Munsell N1.0):

Deverão receber esta cor as superfícies internas dos trocadores de calor em contato com a água.

Observações:

- ✓ Não serão aceitos processos de aplicação por pincel, trincha ou rolo;
- ✓ Não serão aceitos defeitos de aplicação, tais como: porosidades, descascamentos, empolamentos, escorrimentos, sulcamentos, enervamentos, respingos, enrugamentos.

3.4.5 - Normas Técnicas:

Exceto se algo for citado em contrário, o projeto, valores nominais, características técnicas, qualidade de fabricação, armazenagem, montagem e ensaios de todos os materiais e equipamentos, objeto do Fornecimento, deverão estar de acordo com as últimas edições das normas das organizações abaixo indicadas:

- a) “ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas”;
- b) “ANSI – American National Standards Institute”;
- c) “API – American Petroleum Institute”;
- d) “ASME – American Society of Mechanical Engineers”;
- e) “ASTM – American Society for Testing and Materials”;
- f) “AWS – American Welding Society”;
- g) “ISO – International Organization for Standardization”;

h) “SSPC – Steel Structures Painting Council”.

Em caso de divergência entre as normas da ABNT e as outras normas aqui indicadas, prevalecerão as da ABNT. A ELEJOR decidirá quaisquer casos de divergências entre as normas referidas e entre as normas e os requisitos constantes nestas Especificações Técnicas.

4. MARCA E REFERÊNCIA

Marca de referência: GEA, conforme desenho em anexo.

5. GARANTIA

A empresa vencedora deverá garantir que o fornecimento estará isento de defeitos de fabricação, devendo substituir e/ou corrigir (conforme anuência da ELEJOR) as unidades que não estiverem em conformidade com a especificação, sem ônus para a ELEJOR.

Ainda, o prazo de garantia a ser ofertado pelos proponentes não poderá ser inferior a 18 (dezoito) meses, a contar da data da aceitação final pela inspeção da ELEJOR.

A garantia deverá cobrir qualquer defeito ou falha nos processos de fabricação/montagem, identificada em qualquer época durante o período de garantia definido acima.

No caso da falta ou demora na assistência pela CONTRATADA, o cliente reserva-se o direito de executar os reparos necessários, correndo todas as despesas por conta da CONTRATADA.

6. INSPEÇÃO

6.1 - Inspeção em Fábrica:

A qualquer momento, e a seu critério, a ELEJOR poderá acompanhar a fabricação e montagem dos trocadores de calor através de seus inspetores. Para tanto, a CONTRATADA deverá:

- a) permitir livre acesso às suas dependências fabris, bem como prestar todos os esclarecimentos que se fizerem necessários;
- b) disponibilizar toda a documentação requisitada nesta especificação.

Durante a(s) inspeções será avaliado o atendimento aos requisitos desta especificação e às normas referenciais de fabricação (itens como dimensões, esquema e qualidade de pintura, procedimentos e qualidade de soldas, certificado de qualidade de materiais, características gerais e específicas dos equipamentos, etc).

Ao inspetor da ELEJOR estará reservado o direito de aprovar os itens inspecionados e/ou solicitar ajustes/correções necessárias para a garantia do atendimento aos requisitos desta especificação – o custo dos eventuais ajustes/correções correrão totalmente por conta da CONTRATADA.

6.2 - Ensaios em Fábrica

Após inspeção e liberação pela ELEJOR da fabricação e montagem, a CONTRATADA deverá executar ensaios de estanqueidade em todos os trocadores de calor.

Os ensaios finais, para liberação para transporte, deverão ser acompanhados por inspetor ELEJOR. Assim sendo, e conforme mencionado acima, o cronograma de fabricação/montagem/ensaios deverá ser elaborado e encaminhado à ELEJOR.

O ensaio de estanqueidade deverá seguir norma vigente e atender aos seguintes requisitos:

- a) Pressão de ensaio: 21 kgf/cm² conforme desenho técnico GEA
- b) Duração do ensaio: 30 minutos
- c) Fluido de trabalho: água bruta

Para que os ensaios sejam considerados satisfatórios, durante a pressurização, duração efetiva do ensaio, e despressurização dos equipamentos, nenhum vazamento e/ou gotejamento (em qualquer região) será permitido.

É de responsabilidade da CONTRATADA o fornecimento de todos os equipamentos, materiais e instrumentos necessários para a execução dos ensaios, bem como todos os custos de transporte, estada e alimentação de um técnico da ELEJOR para inspeção em Fábrica.

A liberação para transporte dos equipamentos será realizada por inspetor ELEJOR após atendimento completo dos requisitos desta especificação quanto à fabricação, montagem e ensaios.

Nota:

Caso a(s) visita(s) para inspeção e/ou ensaios seja(m) considerada(s) improdutiva(s), a critério da ELEJOR (tendo em vista materiais e/ou documentação não apresentados, rejeições sucessivas, acesso limitado aos processos de fabricação/montagem/ensaios, etc.), os custos desta(s) visita(s) serão debitadas da CONTRATADA.

6.3 - Inspeção em Campo:

Após o transporte e recebimento dos equipamentos na Usina de Hidrelétrica de Santa Clara, nova inspeção será realizada (itens como dimensões, esquema e qualidade de pintura, procedimentos e qualidade de soldas, certificado de qualidade de materiais, características gerais e específicas dos equipamentos, etc) por inspetor ELEJOR para averiguação de possíveis danos/alterações causadas pelo transporte dos equipamentos.

Caso algum problema seja detectado, a ELEJOR informará ao FABRICANTE para que as providências cabíveis sejam tomadas

6.4 - Ensaios em Campo:

Após a inspeção em campo, o inspetor ELEJOR realizará novo ensaio de estanqueidade em todos os trocadores de calor, para averiguação da manutenção da estanqueidade obtida

em fábrica. Este ensaio é necessário tendo em vista as movimentações do equipamento em função do seu transporte desde a fábrica até a usina.

Fica a critério da CONTRATADA o acompanhamento ou não dos ensaios em Campo, devendo a CONTRATADA arcar com os custos deste eventual acompanhamento.

Caso os parâmetros de estanqueidade requeridos não sejam atingidos, o inspetor ELEJOR informará à CONTRATADA para que sejam tomadas as providências cabíveis.

Importante:

O aceite formal dos equipamentos será realizado apenas após o completo atendimento dos requisitos desta especificação, ou seja, após obtenção de sucesso nos ensaios realizados na usina.

7. CONDIÇÕES ESPECIFICAS

7.1 - Materiais

A CONTRATADA deverá fornecer todos os materiais e componentes necessários para o mais completo atendimento às Especificações Técnicas.

Todos os materiais e componentes incorporados ao serviço de fabricação, objeto deste Fornecimento deverão ser comerciais, de primeira qualidade, normalmente utilizados para esses equipamentos, considerando-se resistência mecânica, durabilidade, melhor prática de engenharia e o serviço ao qual os equipamentos estarão sujeitos, livres de defeitos e imperfeições, de fabricação recente e sem uso, e nas classificações e graus designados.

7.2 - Documentação

O Fornecimento inclui um conjunto de projetos, com todas as instruções detalhadas, contendo no mínimo os seguintes itens:

- a) Desenhos dimensionais e de montagem/fabricação;

- b) Relatórios dos ensaios;
- c) Lista de materiais;
- d) Lista de componentes;
- e) Certificados de qualidade dos materiais utilizados;
- f) Certificados de garantias dos equipamentos;
- g) Certificados dos testes de estanqueidade hidrostática, conforme ASME;
- h) Relatórios das inspeções de solda realizadas;
- i) Guia/orientações de manutenção e operação dos equipamentos.

7.3 - Embalagem e transporte

O Fornecimento inclui as embalagens de acomodação dos trocadores de calor para transporte, e o serviço de transporte dos trocadores, desde as instalações da CONTRATADA até a usina de ELEJOR.

8. PLANEJAMENTO DO SERVIÇO, FABRICAÇÃO E ENTREGA

Caberá a CONTRATADA:

- a) Elaborar e encaminhar à ELEJOR, cronograma de fabricação e montagem contendo todas as etapas de trabalho definidas em até 15 dias de assinatura do contrato. Tal planejamento deverá ser revisado e enviado a Elejor à cada 30 dias;
- b) Enviar os desenhos para fabricação do trocador para aprovação da Elejor em até 20 dias após a assinatura do contrato;
- c) Comprovar o pagamento da matéria prima para fabricação através da emissão de nota fiscal fatura, obedecendo aos critérios de qualidade impostos por esta especificação. A CONTRATADA deverá efetuar a aquisição da matéria-prima para fabricação dos trocadores de calor em dois lotes distintos;

9. DESENHO

