

1 - APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental desenvolvido pela AQUACONSULT Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda e respectivo Relatório Final de Consolidação do Projeto Básico da PCH Santa Fé desenvolvido pela SPEC Planejamento, Engenharia, Consultoria Ltda. para a empresa ESCELSA S/A.

Nele se reúnem, os resultados das investigações climatológicas, pedológicas, geológico-geotécnicas, hidrográficas e hidrológicas, biológicas, socioeconômicas e cadastrais realizadas na fase de Diagnostico Ambiental e no desenvolvimento do Projeto Básico entre outros estudos de projeto elaborados, que fundamentaram sua consolidação, abrangendo as áreas de arranjo geral das estruturas, hidrologia e hidráulica, geologia e geotecnia, mecânica e elétrica.

1.1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

CESA – CASTELO ENERGÉTICA S/A

CGC: 04.029.601/0003-40

Inscrição Estadual: 082.33.621-0

Endereço: Rodovia BR 101 Norte, Km 9,5 – nº 3450 – Carapina – Serra - ES

CEP 29.161-500

Contato: 3348-4597 – Sávio Da Rós

1.2 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO

1.2.1 - Objetivos

O Projeto da PCH Santa Fé foi elaborado a partir dos “Estudos Finais de Inventário Hidrelétrico das Bacias Hidrográficas do Espírito Santo” que conclui pela viabilidade da implantação do Empreendimento com 31,00MW de potência instalada.

A PCH Santa Fé apresentou nos Estudos Finais a potência instalada de 29,00MW e custo de geração média de R\$ 61,85/MWh e o custo de geração firme de R\$ 74,01/MWh. Os índices são próximos ao custo unitário de geração indicado pela ANEEL para usinas com data base Dez/1999.

A PCH Santa Fé terá a energia gerada absorvida pelo Sistema ENERGIAS DO BRASIL da região ou vendida para um grande consumidor local e atenderá ainda, os seguintes objetivos:

- Produzir energia elétrica de forma competitiva e rentável;
- Atender a evolução do número de consumidores e do consumo de energia elétrica que cresceu no período de 1992 a 1999 de 43,72 para 54,75%;
- Redução dos índices de avaliação do sistema CESA, Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor e Frequência de Interrupção por Consumidor.

1.2.2 - Justificativas

1.2.2.1 - Técnicas

O arranjo da PCH Santa Fé é típico de rios de região montanhosa com grande queda, em que o barramento e a casa de força são afastados e ligados por túnel.

A PCH Santa Fé é composta por dois locais de barramento sendo um denominado derivação no Rio Norte Braço Esquerdo e outra denominada geração no Rio Norte

Braço Direito. O arranjo dispõe de vertedouro do tipo soleira livre no leito do rio e as margens esquerda e direita fechadas por barragens de gravidade.

A única obra complexa do Sistema é o túnel, em face de sua extensão, mas que tem como pontos favoráveis à qualidade da rocha e as boas condições de acesso. Os túneis possuem seção arco-retângulo, sem revestimento, sendo suas dimensões definidas através de uma análise benefício x custo, onde os custos adicionais de escavação foram contrapostos aos ganhos energéticos associados ao aumento da queda líquida (resultante da diminuição das perdas). A chaminé de equilíbrio construída no túnel é formada por um poço escavado em rocha, num local com topografia favorável e topo rochoso superior à elevação máxima do nível d'água, com diâmetro definido para atender a estabilidade hidráulica.

A concepção da PCH Santa Fé foi fundamentada em aspectos ambientais e energéticos expostos a seguir:

- área inundada menor;
- menores interferências com o Distrito de São João do Norte e a rodovia ES-181, que liga Alegre à Anutiba;
- a alternativa de N.A. para garantir volume útil suficiente para a geração de ponta.

Nas simulações energéticas foi considerada uma vazão residual, nos trechos de rio compreendidos entre os dois Barramentos e a Casa de Força, de 0,85 m³/s, sendo 0,30 m³/s pelo Braço Direito e 0,55 m³/s pelo Braço Esquerdo.

A seguir, estão listadas as principais características energéticas para a alternativa de monitoramento sugerida

- Potência Instalada.....29,00 MW
- Vazão Nominal.....55,20 m³/s
- Número de unidades geradoras.....2
- Energia firme.....13,883 MW médios
- Energia média16,614 MW médios
- Potência garantida na ponta10,65 MW

- Potência garantida fora da ponta5,08 MW
- Fator de capacidade médio (período completo).....57%

A solução escolhida procurou dispor as estruturas de forma simplificada, minimizando o volume de obras.

Todo o sistema de supervisão, proteção e controle (SSPC) foi concebido visando a forma operativa de usina não assistida.

1.2.2.2 - Econômicas

Em termos de mercado energético, a região poderá absorver a energia gerada pela usina, quer através do Sistema Energias do Brasil ou venda direta para um grande consumidor local.

No Estado do Espírito Santo, 70 dos 78 municípios, são atendidos pela Espírito Santo Centrais Elétricas S/A - ESCELSA, empresa do Grupo Energias do Brasil.

Os números apresentados no relatório anual 2004 do Grupo Energias do Brasil mostram a importância dos investimentos no setor energético, pois influenciam nos índices de Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor (DEC), Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor (FEC), e Tempo Médio de Atendimento (TMA), conforme apresenta a **Tabela 1.2.2.1 e Figuras 1.2.2.1, 1.2.2.2 e 1.2.2.3**, bem como nos índices de mercado como é o caso da Demanda Máxima do Sistema, Energia Vendida, Energia Distribuída, Número de Clientes e Consumo Médio Residencial, apresentados na **Tabela 1.2.2.2 e Figuras 1.2.2.4, 1.2.2.5, 1.2.2.6, 1.2.2.7 e 1.2.2.8**.

Tabela 1.2.2.1 - Valores de Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor (DEC), Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor (FEC), e Tempo Médio de Atendimento (TMA), no período de 2000 a 2004.

Serviços	Período				
	2004	2003	2002	2001	2000
DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor (horas)	11,48	10,73	14,51	12,96	13,87
FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor (nº)	9,68	8,80	10,95	11,04	12,67
TMA - Tempo Médio de Atendimento (minutos)	148,00	118,00	112,00	110,00	95,00

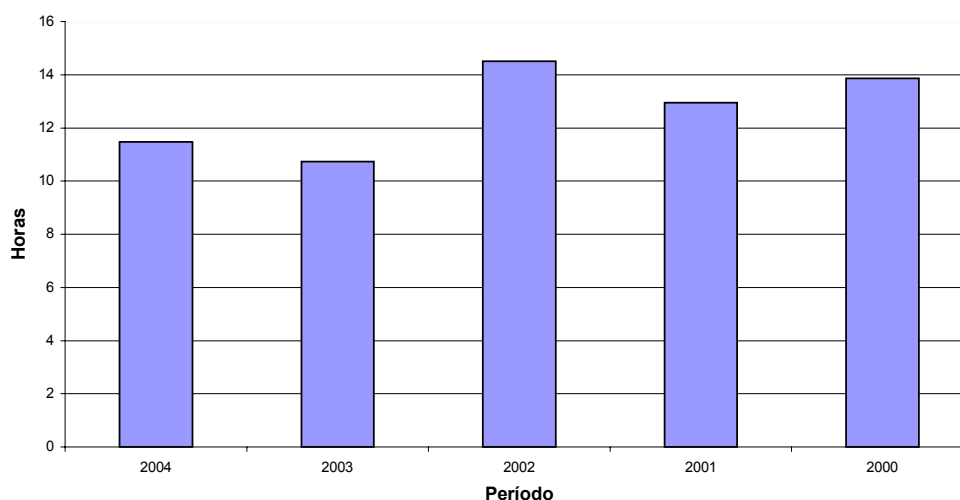


Figura 1.2.2.1 – DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor (horas).

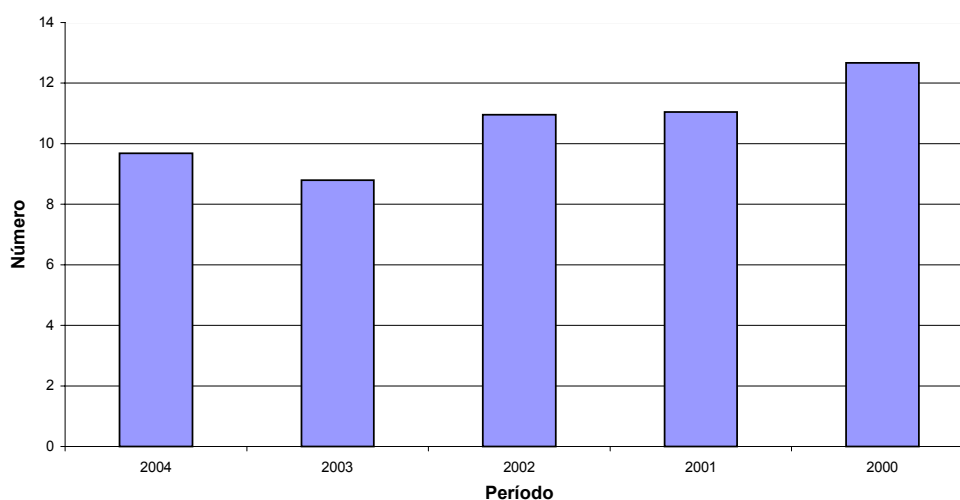


Figura 1.2.2.2 – FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor (nº).

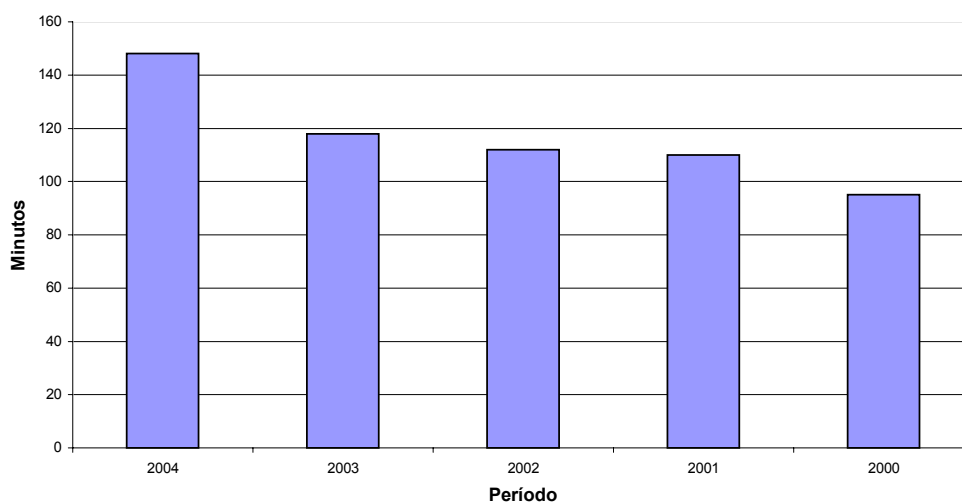


Figura 1.2.2.3 – TMA - Tempo Médio de Atendimento (minutos).

Tabela 1.2.2.2 apresenta os valores de Demanda Máxima do Sistema, Energia Vendida, Energia Distribuída, Número de Clientes e Consumo Médio Residencial, no período de 2000 a 2004.

Serviços	Período				
	2004	2003	2002	2001	2000
Demanda máxima do sistema - MWh/h	1.212	1.199	1.127	1.138	1.125
Energia Vendida - MWh	5.625.917	5.900.329	6.364.928	6.103.766	6.779.597
Energia Distribuída	7.177.894	7.187.381	6.498.482	-	-
Numero de Clientes	983.175	968.165	954.381	922.579	865.194
Consumo médio residencial	1.538	1.564	1.499	1.634	2.005

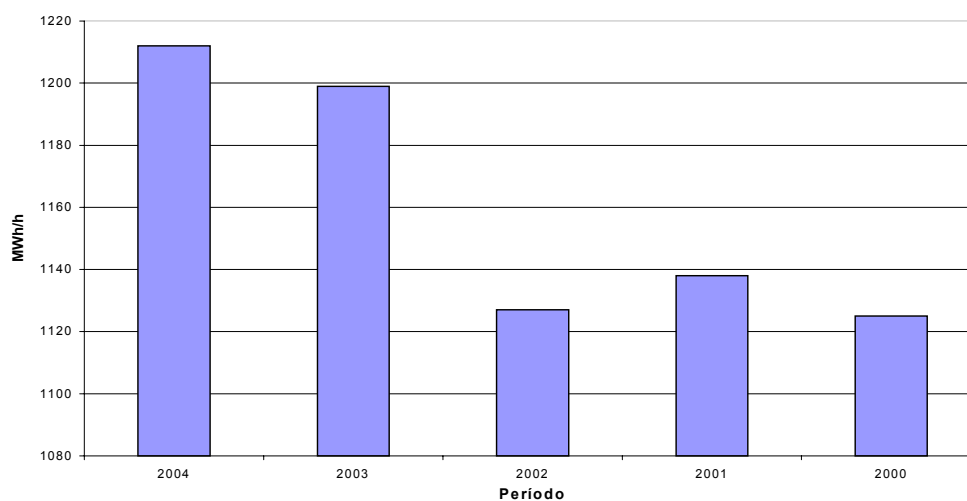


Figura 1.2.2.4 - Demanda máxima do sistema - MWh/h.

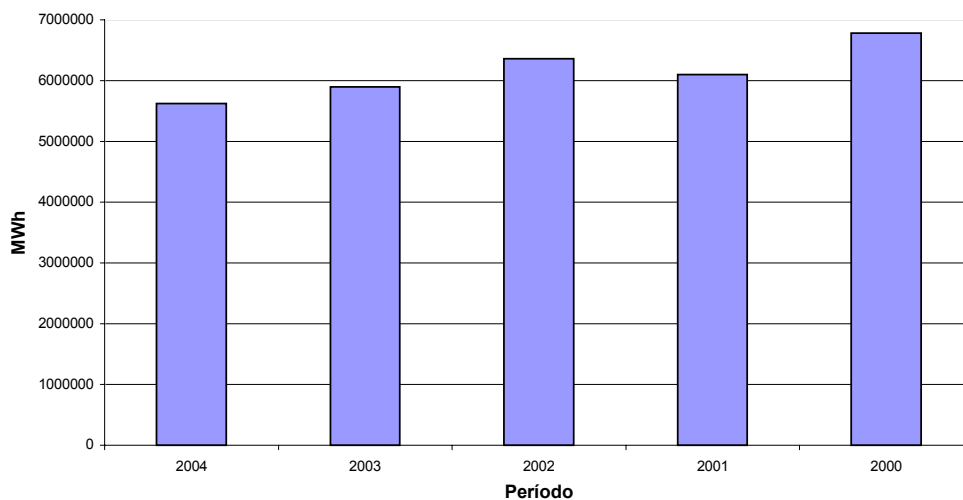


Figura 1.2.2.5 - Energia Vendida – MWh.

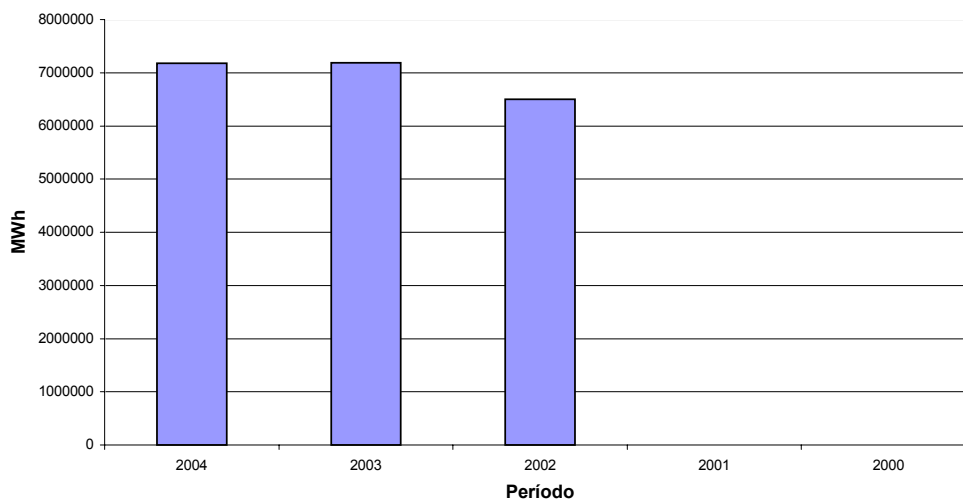


Figura 1.2.2.6 - Energia Distribuída.

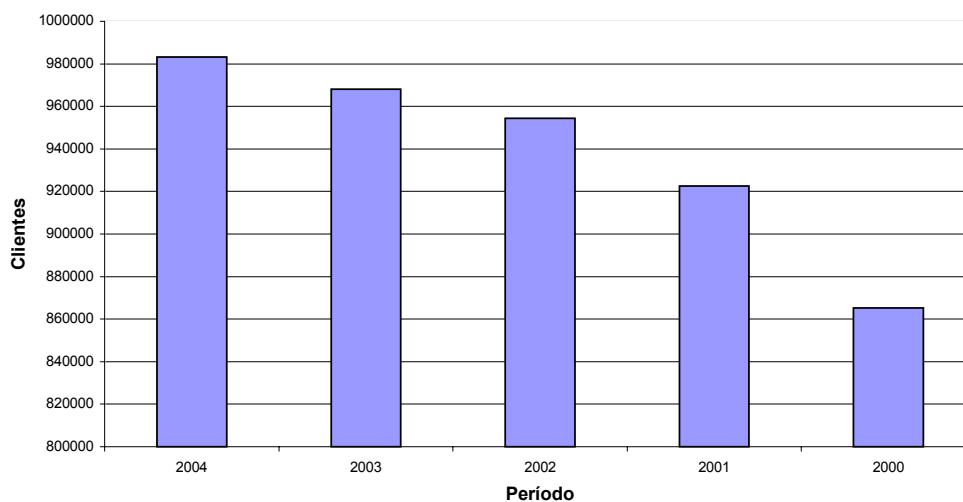


Figura 1.2.2.7 - Número de Clientes.

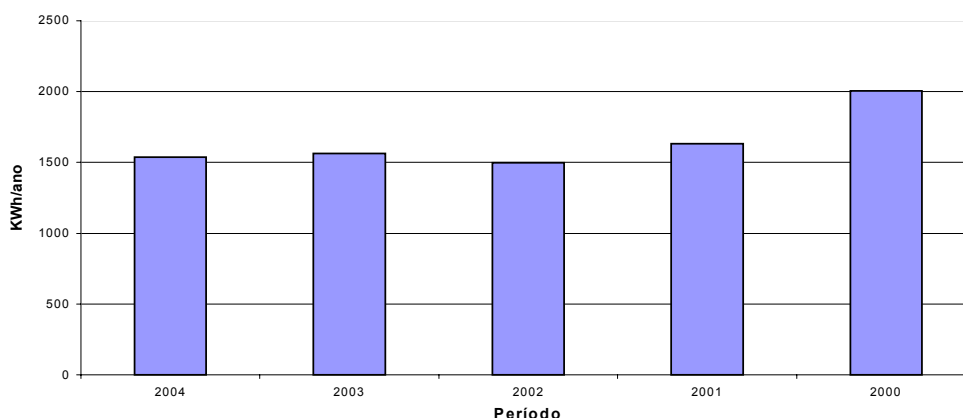


Figura 1.2.2.8 - Consumo médio residencial (kWh/ano).

A Castelo Energética S.A – CESA é uma empresa subsidiária da ENERGEST empresa do Grupo Energias do Brasil.

A CESA atua no Setor Elétrico nacional como Produtor Independente de Energia através da gestão de ativos de geração nos estados do Espírito Santo e do Mato Grosso do Sul.

No Espírito Santo a CESA administra os ativos de 5 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) em operação, conforme apresentado a **Tabela 1.2.2.3** a seguir.

Tabela 1.2.2.3 - Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) em operação no Espírito Santo administradas pela CESA.

Usina	Potência (MW)	Município
Rio Bonito	16,80	Santa Maria de Jetibá
Fruteiras	8,74	Cachoeiro de Itapemirim
Jucu	4,84	Domingos Martins
Viçosa	4,50	Conceição do Castelo
Alegre	2,06	Alegre
Total	36,94	

Ainda no Espírito Santo a CESA está construindo a PCH São João com potência instalada de 25 MW, localizada no município de Castelo.

No Mato Grosso do Sul a CESA Administra a PCH Paraíso com potência instalada de 21,60 MW.

1.2.3 - Localização e Acessos

A PCH Santa Fé é composta por duas barragens, interligadas por intermédio de um túnel. Uma das barragens, denominada Santa Fé – Derivação fica no rio Braço Norte

Esquerdo, a cerca de 17 km ao norte da cidade de Alegre, Espírito Santo, em coordenadas geográficas aproximadas 20°40'S e 41°30'WGr. A outra barragem, denominada Santa Fé – Geração, situa-se, no rio Braço Norte Direito, a cerca de 13 km ao norte da cidade de Alegre e a 6km da barragem de Santa Fé – Derivação, em coordenadas geográficas aproximadas, 20°42'S e 41°31'WGr. A Casa de Força se situa a jusante da confluência dos dois braços, no rio Itapemirim.

A principal cidade da região é Alegre, situada na região sudoeste do estado a 191 km de Vitória, com boas condições de infra-estrutura.

Para atingir o eixo da barragem Santa Fé Derivação, a partir de Alegre, segue-se cerca de 6 km pela rodovia BR-482 em direção ao entroncamento com a rodovia ES-181, trevo para Muniz Freire. Após percorrer cerca de 4 km na rodovia ES-181 a esquerda está o acesso para o povoado de São João do Norte por via não pavimentada. O eixo está locado a aproximadamente 1,5 km da rodovia ES-181. São João do Norte se encontra a 1,5 km a montante do eixo da barragem Derivação. Partindo do povoado a esquerda, seguindo o rio na direção do fluxo a 4,5 km está localizado o eixo do barramento de Santa Fé Geração.

O local previsto para o desemboque do Túnel de Derivação está a aproximadamente 1 km de São João do Norte seguindo pela margem esquerda do rio Braço Norte Direito a montante da ponte sobre o mesmo.

A Casa de Força está locada a jusante da confluência dos rios Braço Norte Esquerdo e Direito, no rio Itapemirim. Partindo de Alegre, seguindo cerca de 6 km pela rodovia BR-482 em direção ao entroncamento com a rodovia ES-181, trevo para Muniz Freire. A aproximadamente 3,5 km na rodovia ES-181 antes da ponte sobre o rio Itapemirim, entrando a esquerda e seguindo por via não pavimentada cerca de 1 km está o local da Casa de Força. A **Figura 1.2.3.1** apresenta a localização do empreendimento e as vias de acesso.

Figura 1.2.3.1 – Mapa de Localização e Acessos.

2 - DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1 - ARRANJO GERAL DO EMPREENDIMENTO

O arranjo geral do empreendimento, como mostrado no desenho **DC-G11-030** do Projeto Básico, é constituído por dois barramentos, um em cada braço dos dois braços formadores do rio Itapemirim, conhecidos por Rio Norte Braço Esquerdo e Rio Norte Braço Direito, conforme apresenta a **Figura 2.1.1**.

O primeiro barramento, denominado Santa Fé Derivação, situado no Rio Braço Norte Esquerdo, é composto de um vertedouro sobre a calha do rio, completado nas ombreiras, direita e esquerda, por barragem de terra do tipo homogênea, uma tomada d'Água e um túnel que deriva as águas dos Braço Norte Esquerdo para o Braço Norte Direito, onde se encontra o segundo barramento. O desenho **DC-A11-070**, do Projeto Básico, mostra em planta a disposição deste arranjo.

O segundo barramento, denominado Santa Fé Geração, é composto pelo vertedouro por muros de gravidade das ombreiras direita e esquerda, pela Tomada d'Água, Túnel de Adução, Casa de Força e Canal de Fuga, conforme mostrado no desenho do Projeto Básico **DC-A11-080**.

Figura 2.1.1 – Arranjo Geral do Empreendimento.

2.2 - SANTA FÉ DERIVAÇÃO

2.2.1 - Descrição do Arranjo

Conforme mostrado nos desenhos **DC-G11-031, 070 e 071** do Projeto Básico, o barramento denominado Santa Fé Derivação é constituído pelo Vertedouro, situado sobre a calha do rio, com crista na El. 196,50 m, correspondente ao N. A. máximo normal e por duas Barragens de Terra, tipo homogênea, situadas nas margens direita e esquerda, com crista na El. 201,50 m. Entre a Barragem de Terra da margem direita e vertedouro, se encontra a estrutura de desvio do rio que posteriormente servirá como descarregador de fundo.

Complementa este arranjo o Circuito Hidráulico de Derivação, composto de um canal de adução, pela estrutura de Tomada d'Água e pelo Túnel de derivação que conduz as águas represadas neste barramento para o rio Braço Norte Direito, conforme apresenta a **Figura 2.2.1.1**.

Figura 2.2.1.1 – Barragem de Derivação.

2.2.2 - Desvio do Rio

Para possibilitar a construção do vertedouro e do muro da margem esquerda, sobre a calha do rio, o fluxo será desviado de seu curso normal para a galeria de desvio situada na margem direita, através de um canal e de uma ensencadeira (Ensecadeira A) construída transversalmente ao eixo do barramento.

A estrutura de desvio é do tipo gravidade, com duas galerias de seção quadrada de 16,0m² cada uma e comprimento de 15,50 m, assentada sobre a rocha sã.

Após o período de desvio do rio, essas galerias serão tamponadas.

A ensencadeira A será construída inicialmente com solo lançado, com a crista na elevação correspondente a 1,0 m acima da elevação do nível d'água do rio na ocasião do desvio. Acima desta elevação o solo será compactado até a crista final na El. 183,0 m.

Para evitar o refluxo da água desviada para a região de construção do vertedouro deverá ser construída uma ensecadeira de jusante (Ensecadeira B) com a crista na El. 180,0 m. Ambas as ensecadeiras terão os taludes molhados protegidos por enrocamentos e serão construídas com materiais provenientes das escavações obrigatórias devidamente estocados ou de áreas de empréstimo.

O esquema de desvio, a localização e seções das ensecadeiras podem ser vistos nos desenhos do Projeto Básico **DC-D11-035 e DC-D20-036**.

2.2.3 - Vertedouro

O Vertedouro, de superfície livre e sem controle de escoamento, está posicionado sobre a barragem de concreto, no leito do rio. Foi dimensionado com 75 m de

extensão, de modo a permitir a passagem do pico da cheia decamilear com uma sobrelevação de 4,00 m do nível do reservatório.

A soleira do vertedouro apresenta perfil do tipo Creager , com crista na EL.196,50 m, transicionando para o paramento de jusante que apresenta inclinação de 1V: 0,75 H e uma geometria em degraus, objetivando dissipar parcialmente o escoamento ao longo desta superfície rugosa. O paramento de montante é vertical.

Em função da boa qualidade da rocha no local, não foram projetadas obras especiais para a dissipação da energia remanescente no pé da barragem, sendo prevista apenas uma laje de dissipação ancorada na rocha.

Nesta estrutura, entre as elevações 190,0 e 192,50 m, será implantado um sistema de tubulação para o fluxo residual para jusante da barragem nos períodos em que não houver vertimento de águas. Será composto de um tubo de aço com diâmetro nominal de 400 mm, para liberação de uma vazão residual de 0,52 m³/s, uma válvula borboleta e uma dispersora.

O desenho do Projeto Básico **ST-592-B-DC-V11-075** mostra o perfil e a seção típica do Vertedouro, cuja planta está no desenho do Projeto Básico **ST-592-B-DC-G11-071**.

2.2.4 - Barragem de Terra

Para fechamento das ombreiras direita e esquerda está prevista a implantação de barragens de terra, seção homogênea, com crista na elevação 201,50m, 7,00m de largura e altura máxima de 23,00m.

As barragens serão construídas com materiais provenientes das áreas de empréstimo, com taludes de 1V:1,8H e 1V:1,7H respectivamente para montante e jusante.

O sistema de drenagem interna será constituído de um filtro vertical de areia, acoplado a um tapete horizontal com a saída livre d'água por um enrocamento de pé a jusante.

O talude de montante será protegido, na zona de oscilação do reservatório por meio de enrocamento selecionado devidamente transicionado para o maciço de terra.

O talude de jusante será protegido por grama ou outro tipo de vegetação adequada para a região, para evitar o efeito erosivo das chuvas.

O desenho do Projeto Básico **ST-592-B-DC-G11-074** apresenta a seção típica desta barragem.

2.2.5 - Muros Ala

Dois muros ala, um na margem direita e outro na margem esquerda, estão previstos para servir de apoio da Barragem de Terra. Apresenta seção em “L” com paramento de montante vertical e de jusante com inclinação de 1V:1H.

O desenho do Projeto Básico **DC-G11-074** mostra a seção desses muros.

2.2.6 - Circuito de Derivação

O Circuito Hidráulico de Derivação, locado na margem direita é constituído pela Tomada d'Água com 2 aberturas adutoras, controladas por comporta, providas de stop-log e grade, fundada em rocha, associada a um Túnel de baixa pressão com 1770m de extensão, de seção arco-retângulo de 5,50m escavado em rocha, que irá transpor as águas do reservatório de derivação ao reservatório de Santa Fé Geração.

A estrutura da Tomada d'Água foi prevista na margem direita depois de um canal de aproximação escavado até o emboque do túnel. Possui duas aberturas com soleira na elevação 187,00m e dimensões de 5,00m de altura por 2,75m de largura. Estas aberturas são providas de duas linhas de ranhuras, uma para as guias da comporta ensecadeira e outra para a guia da comporta tipo vagão, a jusante da primeira.

No paramento de montante, com inclinação 1V:0,2H foram previstas as ranhuras das duas grades de proteção, com 3,55m.de largura por 7,00 m de altura. Desta forma, a velocidade na entrada (seção bruta) não ultrapassa 1,00 m/s, já que a máxima vazão de transposição deverá ser aproximadamente 36 m³/s.

Complementa a estrutura da Tomada d'Água da derivação um septo natural submerso com crista na El. 190,00 m, destinado a minimizar o fluxo de sedimentos para o túnel de derivação.

2.3 - SANTA FÉ GERAÇÃO

2.3.1 - Descrição do Arranjo

O arranjo geral de Santa Fé Geração apresenta Vertedouro no leito do rio e margem esquerda, com crista na El. 196,00 m, correspondente ao N.A. máximo normal. O fechamento das ombreiras se dá por Muros de Gravidade com crista na El. 200,00 m. Na margem direita foi locado o Circuito Hidráulico de Geração.

A solução adotada para o desvio do rio consiste de uma estrutura tipo gravidade com galeria de duas aberturas, seção quadrada de 25 m² de área e comprimento de 14 m, assentada em rocha na margem direita do rio. Esta estrutura será utilizada como dispositivo Descarregador de Fundo, para limpeza do reservatório e eventual necessidade de esvaziamento. Para a Descarga de Fundo será mantida uma das aberturas utilizadas para o desvio, sendo a outra tamponada. Na estrutura está implantada uma válvula de jato-oco com diâmetro nominal 400 mm para liberação de uma vazão residual de 0,53 m³/s a jusante da barragem nos períodos em que não houver vertimento de águas.

Serão lançadas ensecadeiras a montante e jusante de forma a permitir a construção das estruturas do Barramento.

O Vertedouro do tipo superfície livre, está fundado em rocha sã e tem 55 m de extensão.

O fechamento das margens direita e esquerda será feito por Muros de Gravidade com 18,50 m e 13,30 m de extensão aproximada, respectivamente.

O Circuito Hidráulico de Geração, conforme apresenta a **Figura 2.3.1.1**, é constituído pela Tomada d'Água com 2 aberturas adutoras, controladas por comporta, providas de stop-log e grade, fundada em rocha, associada a um Túnel de Adução de seção arco-retângulo de 6,0 m escavado em rocha, trecho blindado com diâmetro 4,80 m, em alta pressão, chaminé de equilíbrio cilíndrica escavada em rocha sã. O Conduto aduz à Casa de Força do tipo abrigada, com duas unidades geradoras do tipo Francis Eixo Horizontal de Rotor Duplo, com potência instalada total 29.000kW.



Figura 2.3.1.1 – Barragem de Geração.

2.3.2 - Desvio do Rio

As obras de implantação da barragem de geração serão realizadas em quatro etapas conforme ilustrado no desenho do Projeto Básico **DC-D11-035** e descrito a seguir:

1ª Etapa

– Nesta etapa o rio é mantido no seu leito natural, dando-se início a escavação do canal de desvio, com a manutenção de septos a montante e a jusante, escavação da tomada d'água e vertedouro na margem direita, início da concretagem da estrutura de desvio e início da escavação do túnel de adução.

2ª Etapa

– Nesta etapa faz-se a remoção dos septos do canal de desvio e constrói-se as ensecadeiras C, de montante e D, de jusante, transversais ao leito do rio, obrigando a passagem do rio pela estrutura de desvio.

3ª Etapa

– Nesta etapa o rio é mantido pela galeria enquanto se executa a montagem dos equipamentos hidromecânicos da estrutura de desvio e constrói-se as estruturas do vertedouro, muros de gravidade e tomada d'água.

4ª Etapa

– Nesta etapa, remove-se as ensecadeiras C e D, tampona-se a estrutura de desvio e inicia-se o enchimento do reservatório.

A estrutura de desvio é do tipo gravidade, com duas galerias de seção quadrada, de

5,0 x 5,0 m, com 14,0 m de extensão, assentada sobre rocha e com soleira na El. 180,00 m.

Após o período de desvio do rio uma dessas galerias será tamponada permanecendo-se a outra parcialmente livre para funcionar como descarregador de fundo. Ambas as galerias serão dotadas de ranhuras para instalação de comportas tipo ensecadeira e vagão. O desenho do Projeto Básico **DC-T11-087** mostra os detalhes dessas galerias.

A ensecadeira de montante deverá ser construída com crista na El. 186,00 m e a de jusante na El. 183,50 m. Deverão ser iniciadas com a construção das prés-insecadeiras nas elevações 183,00 m e 180,00 m, respectivamente para montante e jusante, com materiais lançados na água e alteadas por jusante até as elevações finais com solo compactado. O desenho do Projeto Básico **DC-D20-038** mostra essas seções em detalhes.

Complementando o esquema de desvio do rio, para que as obras da Casa de Força sejam protegidas contra a invasão das águas do rio nos períodos de cheia, está prevista a construção de uma ensecadeira longitudinal ao leito do rio parcialmente lançadas na calha e parte na margem esquerda. Esta ensecadeira será de solo com enrocamento de proteção no lado molhado.

2.3.3 - Muros de Gravidade

Para o fechamento das ombreiras direita e esquerda está prevista a implantação de Muros de Gravidade, em concreto massa, com crista na elevação 200,00m, 4,00m de largura, altura máxima de 15,00 m e comprimento de 18,55 m e 13,30 m respectivamente..

O desenho do Projeto Básico **ST-592-B-DC-G11-085** apresenta a seção típica definida para esta estrutura.

2.3.4 - Descarga de Fundo

Na margem direita será implantada a estrutura da Descarga de Fundo, destinada a desassorear a deposição de material a montante da Barragem e da Tomada d'Água, aproveitando uma das galerias de desvio. A Descarga de Fundo deverá ser aberta sempre que houver disponibilidade hídrica, ou seja, operada como Vertedouro de fundo.

A estrutura em bloco de gravidade, é provida de uma abertura com 0,90 m de altura por 0,90 m de largura e soleira na El 180,0m, capacidade de vazão de 8,50 m³/s dotada de comporta vagão e comporta ensecadeira. A soleira, mais baixa que a da Tomada d'Água, resulta em dispositivo com capacidade de descarga suficiente para combater o eventual assoreamento.

2.3.5 - Vertedouro

O Vertedouro, de superfície livre e sem controle de escoamento, está posicionado sobre a barragem de concreto, no leito do rio. Foi dimensionado com 75 m de extensão, de modo a permitir a passagem do pico da cheia decamilenar com uma sobrelevação de 4,00 m do nível do reservatório.

A soleira do vertedouro apresenta perfil do tipo Creager, com crista da El. 196,00 m, transicionando para o paramento de jusante da barragem. Tendo em vista que a barragem será construída em concreto massa, e que o leito do rio é de rocha sã, adotou-se para o paramento de jusante uma geometria em degraus, objetivando dissipar parcialmente o escoamento ao longo desta superfície rugosa.

Também em função da boa qualidade da rocha no local, não foram projetadas obras especiais para a dissipação da energia remanescente no pé da barragem, sendo prevista apenas uma laje de dissipação ancorada na rocha.

Os desenhos do Projeto Básico **ST-592-B-DC-V11-085** e **086** mostram o perfil, as seções típicas e detalhes do Vertedouro, cuja planta esta no desenho do Projeto Básico **ST-592-B-DC-G11-080**.

2.3.6 - Circuito de Adução

O circuito de adução é composto pela Tomada d'Água, por um túnel em baixa pressão, uma chaminé de equilíbrio e um túnel em alta pressão, aduzindo à Casa de Força com duas unidades geradoras.

2.3.7 - Tomada d'Água

A estrutura da Tomada d'Água foi prevista na margem direita, adjacente à estrutura de desvio e à descarga de fundo. Possui duas aberturas adutoras com soleira na elevação 186,00m e dimensões de 5,50m de altura por 3,00m de largura. Estas aberturas são providas de duas linhas de ranhuras, uma para as guias da comporta ensecadeira, outra para a guia da comporta de emergência, a jusante da primeira.

No paramento de montante, com inclinação 1V:0,2H foram previstas as ranhuras das duas grades de proteção, com 3,50m de largura por 7,56 m de altura. Desta forma, a velocidade na entrada (seção bruta) não ultrapassa 1,00 m/s.

2.3.7.1 - Túnel de Adução

O túnel de adução foi projetado com comprimento total de 1.090 m, desde a Tomada d'Água até a Casa de Força, dos quais 685,0 m até a chaminé de equilíbrio. Possui uma seção arco-retângulo com largura de 6,00 m, sem revestimento. É prevista uma blindagem no trecho final, de 58,50 m de extensão, quando a seção do túnel passa a ser circular, com diâmetro de 4,80 m. No final, este conduto se bifurca, de modo a aduzir individualmente às duas turbinas.

As dimensões do túnel foram definidas através de uma análise benefício x custo, onde os custos adicionais de escavação foram contrapostos aos ganhos energéticos associados ao aumento da queda líquida (resultante da diminuição das perdas).

Os desenhos do Projeto Básico **DC-N11-092**, **093** e **094** mostram o caminhamento do túnel, as seções e detalhes.

2.3.7.2 - Chaminé de Equilíbrio

A chaminé de equilíbrio é constituída por um poço escavado em rocha, que foi posicionado a 225 m de distância da Casa de Força, num local com topografia favorável e topo rochoso superior à elevação máxima do nível d'água. Seu diâmetro foi dimensionado de modo a atender à condição de Thoma para estabilidade hidráulica. A altura útil da chaminé foi dimensionada para as condições de rejeição e aceitação total da carga, a partir dos procedimentos definidos na norma NBR 12.596/1992, da ABNT.

Com isso, a chaminé foi projetada com diâmetro de 8,00m, perfazendo uma extensão vertical de aproximadamente 40,0 m entre as elevações 168,75m e 210,00m (faixa de oscilação máxima do NA, com folga de 1,00 m), sendo conectada ao túnel de adução, que desce verticalmente até a El. 131,34m com diâmetro circular reduzido para 6,40m.

O desenho do Projeto Básico **DC-N11-095** apresenta em detalhes o projeto da chaminé.

2.3.7.3 - Perdas de Carga no Circuito Hidráulico de Geração

O **Tabela 2.3.7.1** apresenta um resumo do cálculo das perdas de carga ao longo de todo o circuito hidráulico de geração, para a vazão de engolimento máximo das turbinas, 53,5 m³/s. Neste quadro, as perdas distribuídas são calculadas pela fórmula de Manning, com coeficiente n, e as perdas localizadas são estimadas como um percentual (k) da carga cinética.



Tabela 2.3.7.1 - Perdas de Carga no Circuito de Geração

TRECHO	Comprimento (m)	Área (m2)	Velocidade (m/s)	Coefficiente n ou (k)	Perda (m)
Tomada	-	32,04	1,67	(0,20)	0,028
Túnel de Baixa Pressão	3.430	32,04	1,67	0,03	1,388
Chaminé	-	32,04	1,67	(0,40)	0,056
Túnel Forçado	140	32,04	1,67	0,03	0,295
Trecho Blindado	54	18,10	2,96	0,012	0,059
Bifurcação	-	-	2,96	(0,25)	0,112
Válvulas Esféricas			2,96	(0,05)	0,022
Saída do Tubo de Sucção			2,00	(1,0)	0,204
TOTAL					2,164

As perdas de carga para vazões diferentes da de engolimento máximo podem ser calculadas pela expressão:

$$\Delta H = \frac{Q^2}{1322,66}$$

Sendo Q a vazão turbinada, em m³/s, e ΔH a perda de carga, em m.

As perdas de carga no túnel de adução podem atingir um valor máximo de 2,50 m, considerando uma vazão máxima de 36 m³/s. Entretanto, em 75% do tempo esta perda é inferior a 1,00 m, não ultrapassando 0,50 m, que é o desnível entre as duas barragens, em 50% do tempo.

2.3.7.4 - Casa de Força e Canal de Fuga

O arranjo da Casa de Força, conforme apresentando nos desenhos do Projeto Básico **ST-592D-B-DB-C11-096 a 098**, é fruto de estudos de disposição das unidades geradoras visando a redução de volumes de obras civis.

A disposição final locou as duas unidades enviesadas reduzindo o espaço necessário no saguão principal.

A estrutura da Casa de Força tem 21,20m de largura por 35,00m de comprimento, com cerca de 21m de altura máxima e é fundada em rocha sã. Dimensionada para proteção contra a cheia decamilenar que corresponde a um nível d'água de jusante na elevação 138,60 m. O nível máximo normal operativo foi locado na cota 132,90 m, enquanto o mínimo está na 132,40 m.

O eixo da turbina foi fixado na El. 133,84 m, com a base da estrutura na El. 129,84 m.

A área de montagem e a plataforma de descarga serão implantadas na El. 139.50 m, mesma elevação da base dos transformadores.

A galeria mecânica foi prevista, para a El. 133,00 m, a elétrica El. 136,20 m, ficando as salas de controle, telecomunicações, de baterias, do transformador de serviços auxiliares, oficinas e almoxarifados na El. 139,50 m.

A Casa de Força será munida de uma ponte rolante com um gancho principal com capacidade de 500 kN e um gancho auxiliar de 80 kN.

O poço de esvaziamento e drenagem foi previsto no lado esquerdo hidráulico da Casa de Força com a laje de fundo na El. 124,72 m, ficando as bombas dispostas na laje da El. 132,45 m.

Na saída do tubo de sucção, foi previsto uma comporta ensecadeira para eventual manutenção dos equipamentos, acionada por uma monovia com talha de capacidade de 25 kN.

O Canal de Fuga foi dimensionado hidraulicamente para restituir as vazões turbinadas ao rio Itapemirim, escavado em solo e rocha com largura de 22,0m e extensão média de 22,0m.

2.4 - EQUIPAMENTOS E SISTEMAS ELÉTRICOS

2.4.1 - Geradores Principais

a – Características Gerais

Os Geradores serão síncronos, trifásicos, eixo horizontal, forma construtiva IM7221, conforme IEC 34-7, acoplados a turbinas hidráulicas tipo Francis de eixo horizontal de rotor duplo.

Os geradores e seus mancais de guia do tipo pedestal serão montados em bases separadas.

O rotor será provido de ventiladores de modo a circular o ar interno em circuito fechado com trocadores de calor a água, montados na carcaça do gerador, conforme tipo IC W 37 A 71.

O gerador será especificado de modo que a temperatura dos enrolamentos não exceda 130°C nas condições ambientais mais adversas a serem encontradas no local.

O eixo será forjado, com flange no lado de acionamento, solidamente acoplado ao eixo da Turbina, com a interposição entre os flanges de um volante, instalado entre o mancal de escora e o mancal do lado acionado do gerador (se necessário).

Os mancais do Gerador serão do tipo bucha, preferencialmente auto-lubrificados.

A excitação será estática alimentada a partir dos terminais do gerador, composta por transformador trifásico de excitação, conversores estáticos a tiristores de 6 pulsos, sistema de desexcitação, supressores de surtos, regulador digital de excitação e sistema de escorva de campo.

O neutro do gerador será aterrado através de uma impedância que limitará em aproximadamente dez ampères a corrente de falta conseqüente de uma falha à terra no enrolamento estático.

Os pára-raios e capacitores do sistema de proteção contra surtos de tensão serão instalados em um dos cubículos de média tensão a serem instalados na galeria elétrica. Os terminais de fase do gerador serão interligados através de cabos isolados aos cubículos de média tensão. Estes, onde estarão instalados os TC's de fase, TP's e disjuntor do gerador, terão os barramentos protegidos para se evitar curto circuito entre fases. Os TC's do lado de neutro do gerador, o fechamento e aterramento do neutro serão instalados em compartimento a ser instalado no piso do gerador.

O regulador de tensão será do tipo digital, com larga utilização em instalações de porte semelhante ao da PCH Santa Fé. Incluirá um P&S (estabilizador de potência) e limitadores de sub e sobre excitação.

b – Características Elétricas Principais

- Potência aparente nominal com tensão, fator de potência e frequência nominais..... 16,1MVA
- Tensão nominal..... 13,8kV $\pm$ 5%
- Fator de potência nominal..... 0,9
- Frequência nominal..... **60HZ**
- Rendimento mínimo com potência, tensão, fator de potência e frequência nominais (IEC-4)..... **0,97**
- Velocidade..... 400rpm
- Sobrevelocidade..... 750rpm
- Classe de isolamento..... F
- Temperatura máxima da água de resfriamento..... 30 °C
- Elevação de temperatura dos enrolamentos sobre a temperatura da água de resfriamento..... 100 °C
- Grau de proteção..... IP54

- Forma construtiva..... IM7221
- Sistema de Ventilação..... ICW37 A 71

2.4.2 - Transformadores Elevadores

Cada unidade geradora será ligada a um transformador elevador, trifásico, comutação sem carga, para instalação ao tempo, imersos em óleo isolante, com as seguintes características principais:

- Potência nominal 17MVA
- Tensão do enrolamento primário 13,8kV
- Tensão do enrolamento secundário 138kV $\pm$ 2x2,5%
- Frequência nominal 60Hz
- Resfriamento ONAN
- Grupo de ligação Y_Nd1
- Nível de isolamento
 - Primário 110kV
 - Secundário 650kV
- Elevação de temperatura 55 °C

Obs.: As características indicadas para o enrolamento secundário são válidas para a configuração básica da interligação da PCH com o sistema CESA. Na configuração alternativa, a interligação será feita em 69kV, nível de isolamento 350kV.

Os transformadores serão dotados de tanque para expansão de óleo, TC's de bucha no neutro, dispositivos de proteção, indicação e demais acessórios previstos na tabela 12 da NBR-5356, além de ferramentas especiais de montagem, manutenção e peças de reserva.

Os transformadores deverão ser capazes de suportar, sem avarias, as solicitações mecânicas e térmicas causadas pelas correntes de curto-circuito externos, estabelecidas no item 5.5 da NBR-5356.

O nível de ruído audível, operando à tensão e frequência nominais, deverá ser em conformidade com a tabela 22 da NBR-5356.

O nível de rádio-interferência produzido por um transformador, energizado com 110% da tensão máxima do equipamento, não deverá ultrapassar a 2.500 microvolts.

Todos os secundários dos TC's e dispositivos de proteção e supervisão deverão ser ligados a bornes terminais.

O circuito de iluminação e tomada será protegido por disjuntor, alimentado em 127V FN, sendo o circuito de aquecimento dotado de termostato.

2.4.3 - Sistema de Supervisão, Proteção e Controle (SSPC)

a – Filosofia Operacional

O sistema de supervisão, proteção e controle(SSPC) foi concebido visando a forma operativa de usina não assistida. Ou seja, todos os equipamentos e sistemas do SSPC deverão ser projetados para serem integrados ao Sistema de Supervisão e Controle (SSC) do Centro de Operação (CODPA Sul), localizado na SE Cachoeiro e ao Centro de Operação do Sistema Elétrico CESA (CO), localizado no Centro Operativo de Carapina.

A usina e sua subestação (SE) serão controladas a partir de sua sala de controle e ou dos Centros de Operação da CESA. Para tanto, o controle e sequenciamento das unidades e a operação dos dispositivos de manobra da subestação, serão executados pelo SSPC local e remoto pelo SSC do CODPA Sul e CO da CESA.

Em condições degradadas do SSPC, a usina poderá ser operada a partir da unidade de aquisição e controle (UAC), através de console integrado à mesma e, como último ponto de operação, através de um sistema de controle convencional, que possuirá as funções de parada automática, partida passo a passo e todos os intertravamentos de

segurança destinados a impedir operações perigosas, seja para o equipamento, seja para o pessoal de operação.

O sistema de proteções deverá ser integrado às UAC's.

Todos os pontos de supervisão de atuação de proteções e da operação dos equipamentos do sistema elétrico (Usina/SE) deverão ser datados com precisão de um milissegundo (possuir SOE – Sequência de eventos).

b – Hierarquia de Controle

Para atender às exigências de operação das unidades, será possível efetuar o controle das mesmas na seguinte ordem hierárquica:

- Normalmente pelo CO, utilizando o Sistema de Supervisão e Controle deste.
- Na perda de comunicação com o CO, pelo COD/PA Sul, utilizando o Sistema de Supervisão e Controle deste.
- Na perda de comunicação com o COD/PA Sul, pela sala de controle da usina, utilizando o SSPC.
- Galeria elétrica, próximo a cada unidade, utilizando o controle automático ou passo a passo, a partir da unidade de aquisição e controle da unidade.
- Galeria elétrica, próximo a cada unidade, utilizando o controle convencional.

c – Modos de Operação

1) Operação normal da Usina

A usina será operada normalmente a partir do sistema de supervisão e controle do CO da CESA. Neste modo de operação serão possíveis os seguintes comandos:

- Partida e parada das unidades geradoras, aumento e redução das cargas ativa e reativa (controle de potência e de tensão individual). O seqüenciamento de partida, sincronização e a parada das unidades;
- Operação das unidades em controle conjunto de tensão e/ou potência.
- Supervisão completa abrangendo as informações transmitidas para o SSC do CO.

2) Operação da usina no caso de perda de comunicação com o CO

A usina será operada normalmente a partir do COD/PA Sul da CESA. Neste modo de operação, serão possíveis os seguintes comandos:

- Partida e parada das unidades geradoras, aumento e redução das cargas ativa e reativa (controle de potência e de tensão individual). O seqüenciamento de partida, sincronização e a parada das unidades;
- Operação das unidades em controle conjunto de tensão e/ou potência.
- Supervisão completa abrangendo as informações transmitidas para o SSC do COD/PA Sul.

3) Operação da usina no caso de perda de comunicação com o COD/PA Sul

A usina será operada normalmente a partir de sua sala de controle pelo SSPC. Neste modo de operação serão possíveis os seguintes comandos:

- Partida e parada das unidades geradoras, aumento e redução das cargas ativa e reativa (controle de potência e de tensão individual). O seqüenciamento de partida, sincronização e a parada das unidades;
- Operação das unidades em controle conjunto de tensão e/ou potência.

- Supervisão completa abrangendo as informações transmitidas para o SSPC da usina.

Para permitir a execução remota das funções acima, serão transmitidos para o SSPC e SSC, pelo menos, as seguintes informações:

- Indicação de estado de todos os equipamentos principais da Subestação;
- Indicação de estado dos subsistemas das unidades geradoras, dos serviços auxiliares e dos níveis de água do reservatório.
- Tensões, correntes, valores de ajuste e valores reais das potências ativa e reativa, valores acumulados de energia ativa e reativa, posições dos limitadores de abertura da turbina, vazão de água turbinada e vertida, etc.;
- Alarmes detalhados de falha de qualquer equipamento ou componente;
- Seqüência de eventos;
- Temperaturas;
- Estado dos cartões das UAC's;
- Falhas de comunicação das UAC's;
- Alarmes de invasão, defeitos do ar condicionado, incêndio, inundação
- Informações e dados para permitir o diagnóstico da condição dos equipamentos, de modo a possibilitar a programação de manutenção (contadores de operação e de horas de bombas, disjuntores, seccionadoras, geradores, etc.).

A listagem definitiva dos pontos será feita durante a reunião de workstatement da Usina em conjunto com a CESA. Nesta época, serão definidos também os modelos das telas e relatórios do SSPC.

4) Operações especiais das Unidades

Para fins de comissionamento e manutenção das unidades e para efetuar testes e ensaios, serão previstos meios de executar, passo a passo, as seqüências de partida e

parada das unidades, a partir da respectiva unidade de aquisição e controle, com uma interface através de um console na própria UAC (Unidade de Aquisição e Controle).

5) Operação degradada do SSPC

O sistema de supervisão, proteção e controle (SSPC) será projetado para permitir a operação degradada, na ocorrência das seguintes falhas de equipamentos:

- Falha das estações de operação da sala de controle da Usina

Esta ocorrência acarretará a perda da supervisão e do comando a partir da sala de controle, sem perda da capacidade de supervisão e comando da usina a partir das UAC's. Adicionalmente, facilidades para a supervisão e o controle das unidades e da subestação permanecerão disponíveis nas respectivas UAC's.

- Falha da comunicação entre uma UAC e a sala de controle da Usina

Esta ocorrência acarretará a perda da capacidade de operação dos equipamentos ligados a UAC em questão, a partir da sala de controle. As demais UACs permanecerão operando normalmente. Os equipamentos ligados à UAC afetada, serão operados a partir de Interface Homem-Máquina (IHM) junto ao painel desta UAC. As condições de operação existentes no momento da falha, não serão alteradas em decorrência da falha. Os automatismos da UAC afetada continuarão sendo executados.

- Falha da UAC de uma unidade geradora

Com esta ocorrência, a unidade permanecerá operando no estado em que se encontrava no instante da falha. Medições parciais das condições de operação estarão disponíveis no cubículo do regulador de velocidade (posição do limitador, abertura das palhetas, MW, rpm, etc.) e no cubículo de excitação (tensão do gerador, MVAR, tensão e corrente do campo). A partir destes cubículos e a partir do quadro de controle das unidades serão previstos ajustes de potência ativa e reativa da unidade. Se necessário, a unidade poderá ser desligada do sistema e conduzida automaticamente para a

condição de repouso, pelo acionamento da botoeira de parada de emergência, instalada no quadro da UAC. A proteção da unidade permanecerá totalmente efetiva.

- Falha da UAC da subestação

Esta ocorrência acarretará a perda da supervisão e do comando remoto da Subestação a partir da sala de controle da Usina. O controle, medição e sinalização, a partir do quadro de controle da subestação, permanecerão disponíveis. A proteção permanecerá efetiva.

- Falha transitória das UAC's

Caso haja uma falha que retire momentaneamente uma UAC, esta deverá se restabelecer automaticamente, sem intervenção do operador.

- Falha em cartões que possam prejudicar a operação da usina

Caso haja uma falha em algum cartão que possa prejudicar a operação da usina, o módulo do SSPC afetado deverá ser retirado automaticamente de operação e a falha deverá ser sinalizada através de um alarme.

6) Seleção do comando local

A seleção do local de comando terá a seguinte hierarquia :

- Por acionamento de chave seletora, junto ao equipamento. A partir deste local, o controle poderá ser transferido para o quadro de controle da unidade, na galeria elétrica;
- Por acionamento de chave seletora (uma para cada unidade) no quadro de controle da unidade. A partir deste quadro, o controle poderá ser selecionado para local ou remoto (SDSC);

d - Seqüenciamento de Partida e Parada das Unidades Geradoras

Os seguintes modos de partida e parada serão previstos para as unidades geradoras:

- Automático ou manual, passo a passo, através do SSC do CO, SSC do COD/PA Sul, SSPC da Usina ou da UAC da unidade;
- Parada de emergência, iniciada pelo sistema de proteção elétrica ou mecânica, ou por uma das botoeiras de emergência. A parada de emergência será executada independente do SSPC da Usina;
- Manual, passo a passo, através do SSPC, comandado a partir da UAC da unidade;
- Manual, passo a passo, comandado pelos dispositivos de controle manual, local, em nível de equipamento, como no cubículo do regulador de velocidade, no cubículo do regulador de tensão, etc.

e – Sistema de Supervisão, Proteção e Controle (SSPC)

O SSPC será composto pelos seguintes itens básicos:

- 2 (duas) estações de operação;
- 1 (uma) impressora a jato de tinta;
- 1 (uma) unidade de aquisição e controle para cada unidade geradora. Os serviços auxiliares elétricos gerais da Usina serão distribuídos entre as duas unidades de aquisição e controle;
- 1 (uma) unidade de aquisição e controle da Subestação;
- 1 (uma) unidade de sincronização de tempo (GPS);
- 1 (uma) rede de comunicação dual em fibra óptica para interligação das unidades de aquisição e controle e o sistema supervisorio;
- 1 (uma) unidade de energia ininterruptível (125Vcc/127Vca para EO's e GPS);
- 2 (dois) módulos de comunicação (um principal e outro reserva) com protocolo de comunicação DNP3.0 com capacidade suficiente para enviar todos os pontos do SSPC da Usina para o SSC/COD/PA Sul;

- 1 (um) conjunto de softwares de configuração, operação e diagnóstico, com respectivas licenças;
- 1 (um) notebook com software de configuração e diagnósticos.

f – Sistema de Controle Convencional (para unidades geradoras e SE)

O controle de uma unidade geradora, em condições de emergência, será efetuado a partir do correspondente Quadro de Controle Local (UC) e dos reguladores de velocidade e de tensão, que serão instalados de forma a facilitar o comando local. O sistema convencional funcionará apenas como retaguarda operativa do SDSC, não implicando, portanto, em alto nível de detalhamento.

Cada UC será provida de instrumentos indicadores de tensão, corrente e frequência, botoeira de parada de emergência, chave de transferência de controle, medidores de energia ativa e reativa, indutiva e capacitiva, relés auxiliares e transdutores necessários ao processo de controle.

A Subestação também contará com um sistema convencional de controle.

g – Sistema de Proteção

- **Geral**

A proteção das unidades geradoras, transformadores elevadores, subestação e das linhas de transmissão será feita por relés digitais (numéricos), multifunção, integrados ao SSPC.

O esquema básico de proteção prevê as seguintes funções:

- **Proteção das Linhas de Transmissão – 69kV e 138kV**

- sobrecorrente direcional de fase (67);
- sobrecorrente direcional de neutro (67N);

- sobretensão (59);
- distância de fase (21);
- distância de neutro (21N);
- Proteção de Falha de Disjuntor (50BF)

A proteção contra falha do disjuntor consistirá de um detector de corrente juntamente com a lógica necessária para apurar a falha de um dos disjuntores.

- **Proteção de Barra – 69kV e 138kV**

A proteção das barras de 69kV e de 138kV da SE Santa Fé será baseada em relé diferencial. Os secundários dos TC's para esta proteção deverão ser dedicados, e com a mesma classificação em termos de carga e desempenho transitório. As conexões dos circuitos deverão permitir que o secundário de um TC seja totalmente saturado pela falta externa e a tensão para o diferencial não ultrapasse a 60% do valor de ajuste de operação.

- **Proteção das Unidades Geradoras**

A proteção das unidades geradoras será formada pelas funções relacionadas a seguir. Tais funções serão divididas em dois grupos de maneira tal que permanecerá a proteção degradada da unidade em caso de falha de qualquer um dos grupos.

As seguintes funções serão providas:

- diferencial do gerador (87G);
- sobrecorrente de terra (51G);
- sobretensão (59G);
- temperatura de enrolamento (49);
- seqüência negativa (46);
- perda de excitação (40);
- direcional de potência (32);

- sobrefluxo (24);
- sobrecorrente com restrição por tensão (50/51V);
- sobrecorrente de neutro (50/51N)
- Falha à terra no estator – 95% (64/95%)
- Falha à terra no estator – 100% (64/100%)

- **Proteção dos transformadores elevadores**

- diferencial (87T);
- sobrecorrente de fase (50/51);
- sobrecorrente de neutro (50/51N).
- relés de proteção do transformador elevador formado por:
 - relé de temperatura do óleo (26);
 - relé de pressão (Buchholz – 63);
 - relé de temperatura do enrolamento (49);
 - relé de nível (71);
 - relé de pressão da válvula de segurança (63V);
 - relé de bloqueio do transformador (86T).

- **Circuitos de desligamento**

Cada um dos dois grupos de proteção será alimentado por fontes de 125Vcc e por secundários distintos de transformadores de corrente. Serão segregados e autônomos, mantendo total redundância do sistema de proteção para todos tipos de faltas capazes de ocorrer na área protegida.

Os sinais de desligamentos provenientes das proteções físicas do transformador, turbina, gerador e outros equipamentos e que não forem detectados por qualquer das unidades de proteção entram no barramento de desligamento por meio de diodo de isolamento e atuam nos relés de bandeirola que enviam sinais para o sistema de alarmes e para o SSPC.

Os relés de proteção elétrica e as proteções mecânicas/hidráulicas atuarão em relés de bloqueio (86-1 e 86-2), que promoverão o fechamento do distribuidor e demais atuações mecânicas e, por fim, a abertura do disjuntor associado à unidade geradora.

- **Sistema de medição de faturamento**

O Sistema de medição de faturamento deverá atender aos requisitos constantes no Submódulo 12.2 “Instalação de Medição de Faturamento” dos Procedimentos de Rede do ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico.

O consumo de energia ativa e reativa nos circuitos de serviços auxiliares será medido através de medidores instalados no quadro de distribuição QGBT-CF, que enviarão para o SSPC os valores medidos.

- **Sistema de alarme de intrusão, incêndio e inundação**

A ocorrência de intrusão, incêndio e inundação deverá ser detectada através de sensores que enviarão para o SSPC os alarmes correspondentes.

Os alarmes recebidos pelo SSPC serão apresentados nas Estações de Operação na sala de controle da usina e enviados aos centros de operação remotos.

- **Ar condicionado**

O sistema de ar condicionado deverá ter controle automático de acordo com uma temperatura pré-definida para o ambiente.

2.4.4 - Sistema de Serviços Auxiliares Elétricos

a - Sistema de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada

Os serviços auxiliares elétricos serão alimentados por fontes internas dedicadas provenientes dos geradores, a partir de transformadores ligados em 13,8kV numa derivação da interligação Gerador-Transformador Elevador. A tensão secundária será de 220/127V, 60Hz. Estes transformadores, alimentarão um quadro de distribuição de circuitos denominado QGBT-CF, dotado de barra simples, a partir do qual serão alimentadas todas as cargas (motrizes ou não) da Casa de Força, Subestação (QGBT-SE), Tomada D'água / Vertedouro (QGBT-TD/V), iluminação, tomadas, carregadores de bateria e todas as demais cargas da usina.

Os transformadores de serviços auxiliares (TSA1 e TSA2) serão imersos em óleo isolante para instalação ao tempo.

A fonte de emergência será constituída por um Grupo Motor Diesel – Gerador (GMG) de 100kVA; 220/127V; trifásico, 60Hz, para suprir os serviços essenciais da Usina e Subestação, durante uma emergência, sendo que a energia deste será transmitida a estes locais através do quadro QGBT-CF.

Para assegurar a continuidade de fornecimento de energia elétrica para os serviços auxiliares, proporcionando garantia de segurança operativa e de parada segura das unidades geradoras, será utilizado um sistema de transferência automática de fontes, que no caso de perda de uma das fontes dedicadas, providenciará a transferência para a outra fonte interna, e em caso de falha desta, a partida do Grupo Motor Diesel – Gerador (GMG).

Tendo em vista que os serviços auxiliares elétricos não possuem alimentação através de fonte externa, em condição excepcional, quando as duas unidades geradoras estiverem fora de operação, os serviços auxiliares elétricos poderão ter alimentação proveniente da SE, desde que o disjuntor associado à unidade encontre-se aberto.

Quando os serviços auxiliares estiverem sendo alimentados pelo GMG, apenas as cargas essenciais imprescindíveis para a operação da Usina, serão supridas.

O alívio de cargas será efetuado pela operação de um relé, que desligará a fonte de controle dos demarradores dos motores considerados “não essenciais”, quando o GMG estiver em operação. O alívio de carga é efetuado quando for comandado o fechamento do disjuntor 52D, interligado ao QGBT-CF. Tal alívio será cancelado automaticamente quando do retorno da fonte normal, ou ainda, quando houver reenergização da Usina (“black start”). Além disso, poderá também ser cancelado através de comando pelo SDSC. O processo de partida do GMG inclui o envio de sinal para desligar as cargas não essenciais.

Ao retornar uma das fonte normais, o sistema volta, automaticamente, após um intervalo de tempo predeterminado, à situação original e o GMG será desligado.

- Proteções

- QGBT-CF

A proteção será feita por disjuntores de potência de 220V, dotados de elementos térmicos, magnéticos e sensores de terra, devidamente coordenados com os disjuntores de saída.

- Transformadores de Serviços Auxiliares

Para os transformadores de serviços auxiliares, alimentados a partir dos geradores em 13,8kV, a proteção consistirá das seguintes funções:

- diferencial (87TS);
- sobrecorrente de neutro (50/51N).

- Bloqueio

Cada zona de proteção será dotada de relés de bloqueio para evitar que o sistema automático volte a fechar os disjuntores em cima de defeitos.

- Medição de energia

Deverá ser prevista no SSPC medição de energia consumida nos serviços auxiliares.

b - Sistema de Serviços Auxiliares em Corrente Contínua

- Geral

Para alimentação dos serviços auxiliares elétricos em corrente contínua da PCH Santa Fé, será utilizado um sistema 125Vcc para a Casa de Força e Subestação.

O sistema de 125Vcc será composto por dois bancos de baterias e dois Conversores CA/CC, que alimentarão um quadro principal com duas barras dotadas de acoplamento longitudinal a partir do qual serão alimentadas todas as cargas em corrente contínua.

Os sistemas de corrente contínua de 48Vcc serão, basicamente, compostos de dois bancos de bateria de 48V, duas unidades retificadoras, uma unidade de supervisão de corrente contínua, uma unidade de diodos de queda e quadros de distribuição de circuitos, em conformidade com sistema de telecomunicações padrão Telebrás.

Os circuitos serão protegidos por disjuntores do tipo de caixa moldada.

Os disjuntores de entrada, de acoplamento e dos alimentadores principais serão dotados de elementos térmicos ajustáveis a fim de assegurar a perfeita coordenação entre si.

2.4.5 - Sistema de Telecomunicações

a – Geral

Os sistemas de telecomunicações deverão ser fornecidos e compatibilizados com os sistemas em uso na CESA, com projetos aprovados e licenças de funcionamento da ANATEL.

Para instalação do Sistema de Telecomunicações, está previsto na usina uma sala de aproximadamente 12m² com isolamento acústico.

b – Sistema de Telefonia

O Sistema de telefonia da PCH Santa Fé visará, além de permitir a comunicação entre as diversas áreas do empreendimento, permitir também a interligação ao Sistema Nacional de Telecomunicações, através de enlaces com a concessionária regional.

c – Sistema de Rádio Comunicação

A PCH Santa Fé será dotada de um sistema de rádio comunicação, para atender as equipes de operação e manutenção. Este sistema será composto dos seguintes equipamentos básicos:

- 1 (uma) estação fixa;
- 2 (duas) estações portáteis;
- 1 (um) transceptor VHF/FM;
- 1 (um) conversor de bateria CA/CC;
- 1 (uma) bateria chumbo-ácida automotiva selada;
- 1 (uma) antena colinear omnidirecional;
- 1 (um) conjunto de cabos coaxiais e demais acessórios.
- 3 (três) conjuntos de transceptores portáteis VHF/FM,
- 3 (três) carregadores de baterias individuais com alimentação 220Vca, trifásica;

Os rádios deverão ser fornecidos com sub-tom na frequência de 91,5 Hz.

A antena da estação móvel deverá ter 3 dB de ganho.

Os rádios VHF (fixo, móveis e portáteis) deverão operar na faixa de frequência de 146 a 174MHz.

d - Sistema de Comunicação de Dados para o Centro de Controle Remoto COD/PA

A comunicação de dados para o centro de controle remoto COD/PA deverá ser feita através de um enlace de comunicação entre Santa Fé e o COD/PA através de transceptores analógicos em UHF-FM operando na faixa de 360-400MHz.

Caso necessário, deverão ser instaladas estações repetidoras datadas, cada uma delas, de infraestrutura e equipamentos, conforme descrito a seguir:

- Estrada de acesso;
- Área para construção de abrigo;
- Abrigo;
- Cerca;
- Malha de terra;
- Alimentação CA trifásica;
- Torre tipo auto-portante;
- Enlace de rádio UHF;
- Multiplex;
- Repetidora de rádio VHF (Faixa de frequência 146 - 174MHz);
- Retificador 48Vcc, com positivo aterrado;
- Banco de baterias com autonomia de 10 horas

2.4.6 - Sistema de Iluminação

a - Iluminação Normal

A iluminação normal será projetada de tal modo a possibilitar a livre circulação pelas diversas áreas da usina e permitir o bom desempenho, com segurança, de todas as atividades normais do pessoal de operação e manutenção.

As seguintes tensões nominais deverão ser adotadas para a alimentação dos equipamentos destinados à iluminação :

- a) 127Vca (fase - neutro) – iluminação fluorescente, uso geral.
- b) 220Vca (fase – fase) – iluminação a vapor de sódio, uso geral.
- c) 24Vcc (a partir de fonte cc. estabilizada) - iluminação em locais úmidos, galerias de drenagem, etc.

Os níveis médios mínimos de iluminância a serem adotados para a iluminação normal estarão de acordo com as normas brasileiras pertinentes, dentre as quais, a NBR 5413 Iluminância de Interiores e NBR 5101 Iluminação Pública. As instalações elétricas serão concebidas de acordo com a NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Na iluminação normal, serão empregados os seguintes tipos de luminárias:

- Luminárias equipadas com lâmpadas do tipo fluorescente, destinadas a áreas internas com pé direito baixo e médio, tais como, galerias, escritórios, sala de controle, oficinas, depósitos, instalações sanitárias, escadas de acesso, etc. Estas luminárias deverão ser adequadas ao ambiente do local, ambiente normal ou com presença de umidade gases ou vapores ou com risco de explosão.
- Luminárias equipadas com lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão, destinado a áreas internas com pé direito elevado tais como a sala de máquinas.

- Luminárias equipadas com lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão, destinadas a áreas externas tais como, plataforma dos transformadores e canal de fuga, vias e acessos, plataformas do pórtico na tomada d'água, barragem e pátio da subestação.

A iluminação de cada área será projetada em dois ou mais circuitos, sempre que possível e economicamente viável, buscando um melhor equilíbrio das cargas e a possibilidade de se dispor de diferentes níveis de iluminação para as áreas principais.

O comando dos circuitos de iluminação, nas áreas industriais e grandes áreas de escritórios, será efetuado por atuação direta nos quadros de iluminação correspondentes. O acionamento será feito através de contatores.

O comando local da iluminação será feito, para o caso de salas isoladas, por exemplo, sala de baterias e salas em escritórios, através de interruptores junto à porta. Em áreas especiais, serão previstos interruptores convenientemente distribuídos.

Em áreas externas, a iluminação será comandada por dispositivos fotoelétricos e de maneira centralizada por chaves de comando manual local. O acionamento será feito por contatores.

O sistema de iluminação normal será alimentado através de quadros de distribuição em C.A., em locais a serem definidos durante a elaboração do projeto. Haverá um quadro geral para cada local, subestação, vertedouro e, se necessário, tomada d'água. Na casa de força, haverá um quadro por unidade.

Na **Tabela 2.4.6.1** a seguir, estão indicados os níveis médios mínimos a serem adotados para a iluminação normal nos diversos locais da usina.

Tabela 2.4.6.1 - Níveis médios mínimos a serem adotados para a iluminação normal nos diversos locais da usina.

Item	Local	Iluminância (lux)
1	Casa de Força	
1.1	Sala de Máquinas	150
1.2	Áreas de Descarga e Serviço	200
1.3	Oficinas	300
1.4	Galeria Elétrica	300
1.5	Galeria Mecânica	200
1.6	Sala de Distribuição de Cabos, Sala de Ventiladores, Sala de Baterias, Sala do Grupo Gerador Diesel, Sala das Bombas de Esgotamento, hall, escadas e galerias de acesso, vestiários e sanitários	150
1.7	Sala de Comando, Sala de telecomunicações e escritórios	500
1.8	Plataforma de jusante e galerias de inspeção	30
1.9	Pátio dos transformadores	50
1.10	Estradas de circulação	20
2	Subestação Pátio externo e vias de acesso	20
3	Vertedouro e Tomada d'Água Área externa	20
4	Barragem	20

b – Iluminação de Emergência

A iluminação de emergência será projetada de modo a possibilitar o escoamento de pessoal e manter níveis de iluminância adequados nas áreas mais críticas de operação, nos períodos de falta da iluminação normal.

Os níveis de iluminância serão compatíveis para estabelecer um balizamento das passagens e áreas de circulação, mantendo um nível mínimo de iluminância que possibilite a circulação e, principalmente, a saída de pessoal dos locais de menor segurança.

Serão adotados os seguintes níveis de iluminância, no piso, em conformidade com a NBR 10.898:

- 5 lux em locais com desnível, tais como, escadas, portas com altura inferior a 2,10m e obstáculos.
- 3 lux em locais planos, tais como, corredores, halls e locais de refúgio.

Na sala de controle, na mesa de operação, os níveis de iluminância serão da ordem de 50 lux.

Na iluminação de emergência, serão empregados sistemas autônomos de iluminação de emergência, compostos por alojamento, carregador, bateria de níquel cádmio, inversor e lâmpadas fluorescentes compactas.

c - Luminárias

A seguir são apresentadas as descrições dos tipos de luminárias a serem utilizadas nas instalações, cujos detalhes esquemáticos encontram-se no Quadro abaixo:



PCH SANTA FÉ - TIPOS DE LUMINÁRIAS		
TIPO	DETALHE ESQUEMÁTICO	
F1		
F2		
F3		
F4		
F5		
F6		
F7		
V1		
V2		
V3		
V4		
V5		
V6		

- **Luminárias para Lâmpadas Fluorescentes**

- Luminária Tipo F1

Luminária tipo industrial, equipada com 2(duas) lâmpadas fluorescentes de 32W e reator duplo, 127V, 60Hz, de partida rápida e alto fator de potência, instalação tipo pendente ou plafonier, individual ou em linha continua.

- Luminária Tipo F2

Luminária tipo comercial, equipada com 2(duas) lâmpadas fluorescentes de 32W e reator duplo, 127V, 60Hz, de partida rápida e alto fator de potência, instalação tipo plafonier, individual ou em linha continua.

- Luminária Tipo F3

Luminária tipo industrial, equipada com 2(duas) lâmpadas fluorescentes de 32W e reator duplo, 127V, 60Hz, de partida rápida e alto fator de potência, instalação tipo pendente ou plafonier, fechada, a prova de tempo, umidade, gases e vapores não inflamáveis.

- Luminária Tipo F4

Luminária a prova de explosão, equipada com 2(duas) lâmpadas fluorescentes de 32W e reator duplo, 127V, 60Hz, de partida rápida e alto fator de potência, instalação pendente, com alojamento para equipamento auxiliar incorporado.

- Luminária Tipo F5

Luminária equipada com 1(uma) lâmpada fluorescente compacta de 9W, instalação em teto ou parede, blindada, a prova de tempo, umidade, gases e vapores não inflamáveis.

Reator 127V, 60Hz ou inversor 24Vcc incorporado à luminária, fixado ao corpo da mesma sob o refletor.

- Luminária Tipo F6

Luminária equipada com 2(duas) lâmpadas fluorescentes de 32W e reator duplo, 127V, 60Hz, de alto fator de potência, instalação de embutir em forro falso.

- Luminária Tipo F7

Luminária equipada com uma lâmpada fluorescente compacta de 9W, reator 127V, 60Hz, fixado ao corpo da luminária.

- **Luminárias para Lâmpadas a Vapor de Sódio de Alta Pressão.**

- Luminária Tipo V1

Luminária equipada com 1(uma) lâmpada a vapor de sódio de alta pressão de 70W ou 250w, reator, 220V, 60Hz, de alto fator de potência e ignitor, instalação de sobrepor em parede, blindada, a prova de tempo, umidade, gases e vapores não inflamáveis.

- Luminária Tipo V2

Luminária para iluminação pública, equipada com 1(uma) lâmpada a vapor de sódio de alta pressão de 250W, reator, 220V, 60Hz, de alto fator de potência e ignitor, instalação em poste curvo de altura 10m.

- Luminária tipo V3

Luminária industrial equipada com 1(uma) lâmpada a vapor de sódio de alta pressão de 400W, reator, 220V, 60Hz, de alto fator de potência e ignitor, instalação tipo pendente.

- Luminária tipo V4

Projektor equipado com 1 (uma) lâmpada a vapor de sódio de alta pressão de 250W ou 400W, reator, 220V, 60Hz, de alto fator de potência e ignitor. Instalação em parede, piso ou estrutura metálica.

- Luminária tipo V5

Luminária para iluminação pública, tipo pétala, equipada com uma lâmpada a vapor de sódio de alta pressão de 400W, reator de alto fator de potência e ignitor instalação em poste reto de altura 10m.

- Luminária tipo V6

Luminária equipada com 1 (uma) lâmpada a vapor de sódio de alta pressão de 250W, reator, 220V, 60Hz, alto fator de potência, com ignitor incorporado, para uso externo. Instalação em poste reto de altura 3m.

d - Tomadas

As tomadas para uso externo serão apropriadas para uso ao tempo, com blindagem em caixa de alumínio fundido com tampa mola e vedação. Aquelas destinadas a áreas internas serão instaladas em caixas de ligação aparentes em alumínio, sobrepostas a caixas de ferro esmaltado embutidas ou instaladas diretamente em parede quando fabricadas ou montadas em caixa de material plástico.

A seguir estão definidos os tipos de tomadas a serem empregadas, instaladas onde necessário:

- Tomadas monofásicas, tipo universal, 16A, 127Vca, 60Hz, 2 pólos + terra, instaladas a 0,30m do piso acabado nas áreas de escritórios.

- Conjunto de tomadas montado em caixa de material plástico resistente, composto por uma tomada monofásica, tipo universal, 16A, 127Vca, 60Hz, 2 pólos + terra, e uma tomada trifásica, 16A, 220Vca, 60Hz, 3 pólos + terra, instalado a 0,90m do piso acabado nas áreas industriais .
- Conjunto de tomadas em caixa de alumínio com tampa mola, composto por uma tomada monofásica, tipo universal, 16A, 127Vca, 60Hz, 2 pólos + terra, e uma tomada trifásica, 16A, 220Vca, 60Hz, 3 pólos + terra, instalado a 0,90m do piso acabado em áreas externas .
- Tomadas trifásicas, 125A, 220Vca, 60Hz, 3 pólos + terra, instaladas a 0,90m do piso acabado, na sala dos geradores, área de montagem, plataforma dos transformadores, pátio da subestação, tomada d'água e Vertedouro.

e - Interruptores

Todos os interruptores serão do tipo convencional e instalados a 1,20m do piso acabado, e, quando próximo a abertura da porta, serão instalados a 0,15m da mesma.

Para ambientes que requeiram o sistema de iluminação totalmente isolado, ou seja, onde há riscos de explosão, umidade, etc. (ex.: Sala de baterias), os interruptores serão instalados ao lado da entrada, na parte exterior do recinto.

f - Condutores

Sempre que possível, a fiação aproveitará a rede de leitos para cabos e/ou canaletas existentes.

No dimensionamento da seção dos cabos para iluminação, serão ser considerados, uma queda de tensão máxima de 7%, conforme norma NBR 5410, os critérios de capacidade de corrente, de curto circuito e o de coordenação com a proteção.

Para instalação em eletrodutos serão utilizados cabos com isolamento de 750V e para instalação em canaletas e leitos 0,6/1 kV.

A seção mínima dos condutores a ser empregada será de 2,5mm².

2.4.7 - Sistema de Vias Para Cabos

A adequação das vias de cabos (canaletas, galerias, eletrodutos, bandejas e block-outs), está intimamente ligada à definição do diagrama unifilar da instalação, à filosofia de proteção, controle, serviços auxiliares e iluminação, à disposição física dos equipamentos, cubículos e das diversas cargas.

O projeto do sistema de vias de cabos será executado numa fase inicial do projeto da obra, permitindo, assim, que sejam tomadas as devidas providências, como a inclusão no projeto civil de block-outs, canaletas, eletrodutos embutidos, perfilados embutidos, etc.

a - Concepção Geral

- Os cabos serão instalados na seguinte ordem de preferência:
 - em leitos metálicos;
 - em canaletas;
 - em eletrodutos;
 - em bancos de dutos;
 - em galerias.
- Os leitos para cabos ou bandejas serão utilizados extensivamente em toda Usina, principalmente na casa de força, fixadas em perfilados embutidos nas paredes, teto e no fundo de canaletas.

- Serão previstos vários níveis de leitos para cabos, de maneira a proporcionar a possibilidade de segregação de cabos conforme a utilização dos mesmos, obedecendo a seguinte disposição, do nível mais elevado para o mais baixo:

- cabos de força média tensão;
- cabos de força baixa tensão;
- cabos de controle e comunicação (fisicamente separados);
- cabos de instrumentação e controle digital, cordões de fibras ópticas segregados e devidamente identificados;

O espaçamento entre os níveis deverá ser, no mínimo, de 0,30m.

- Os eletrodutos rígidos serão utilizados, em sua maioria, para instalação dos circuitos de iluminação, telefonia e na derivação a partir dos leitos para os equipamentos de controle, instrumentação e na alimentação de motores. Nos casos em que os equipamentos estiverem sujeitos a vibração, deverão ser utilizados eletrodutos flexíveis.

O diâmetro mínimo a ser utilizado deverá ser de 20mm, exceto para os eletrodutos embutidos em concreto, que deverá ser de 25mm.

Será dada preferência para a instalação aparente dos eletrodutos. A instalação embutida deverá ser utilizada somente em locais onde seja necessário por razões construtivas ou estéticas.

- As dimensões das canaletas e galerias serão definidas conforme a necessidade, sendo que as mesmas deverão possuir sistema de drenagem.
- Os bancos de dutos deverão ser envelopados em concreto, quando em áreas sujeitas a trânsito de veículos, ou areia, utilizando-se eletrodutos rígidos ou flexíveis, respectivamente, adequadamente espaçados, devendo proporcionar a segregação dos circuitos de diferente natureza, o mesmo ocorrendo com as caixas de passagem.

- Na sala de controle poderá vir a ser utilizado piso elevado e, neste caso, as vias de cabos deverão ser constituídas de leitos, eletrocalhas ou eletrodutos aparentes.
- O sistema de vias de cabos no pátio da subestação será composto de canaletas e eletrodutos, convenientemente distribuídos em toda a área da subestação.
- O sistema de bandejamento e os eletrodutos de bancos de dutos, terão seus componentes identificados por trecho, em conformidade com o projeto de instalação. A identificação será feita empregando-se placas metálicas, com dizeres na cor preta sobre fundo amarelo.
- A ocupação das vias de cabos será feita de acordo com a norma pertinente, prevendo-se uma capacidade de reserva para acréscimos futuros em torno de 15%.
- Os cabos de força serão lançados com espaçamento atendendo aos critérios de dimensionamento. Quando o circuito possuir mais de um condutor por fase, os mesmos deverão ser instalados em trifólios, agrupando as três fases, garantindo a melhor equalização da distribuição de corrente entre eles.
- Os cabos quando instalados em bandejas, deverão ter suas fixações adequadamente dimensionadas, principalmente em trechos verticais, de maneira a minimizar os esforços do próprio peso em condições normais e daqueles decorrentes de solicitações em regime de curto circuito.
- As interligações entre as diversas estruturas do aproveitamento, casa de força, subestação, tomada d'água, serão estudadas em coordenação com os setores de proteção, controle e civil, levando-se em consideração os seguintes aspectos:
 - filosofia de transmissão de sinais;
 - condições topográficas, interferências e distância entre estruturas.

2.4.8 - Sistema de Aterramento e Proteção Contra Descargas Atmosféricas

O sistema será concebido de tal modo que atenda, primordialmente, às seguintes finalidades:

- a) Estabelecer uma ligação entre a terra e as carcaças de equipamentos, cubículos, estruturas metálicas, etc., visando a proteção de pessoas durante a ocorrência de uma falta de fase para terra;
- b) Possibilitar uma baixa resistência de aterramento para os sistemas elétricos, contribuindo para um melhor desempenho dos relés de terra;
- c) Propiciar um controle adequado das tensões de passo e de toque, na subestação, durante os curtos fase-terra;
- d) Oferecer proteção contra as descargas diretas de origem atmosférica, seu escoamento e a equalização de potencial, garantindo a integridade das instalações e equipamentos, bem como a segurança pessoal. O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deverá ser projetado conforme norma NBR 5419.

A fim de superar as dificuldades causadas pela alta resistividade do terreno e atingir as finalidades do sistema de aterramento, prevê-se que o mesmo deverá contar, basicamente, das seguintes componentes:

- a) Malhas de aterramento embutidas e de conexão de estruturas e equipamentos na Casa de Força e Tomada D' água ;
- b) Malha de aterramento da subestação;
- c) Malha auxiliar (se necessário);
- d) Condutores de interligação entre malhas.

Com o objetivo de melhorar a eficiência do aterramento e a equalização de potencial, as malhas embutidas da Casa de Força, Tomada D'água e Vertedouro, deverão ser ligadas aos componentes metálicos embutidos, principalmente àqueles em contato com a água, bem como às ferragens estruturais embutidas no concreto .

O aterramento dos sistemas eletrônicos do sistema de supervisão e controle será feito seguindo os critérios recomendados pelo fabricante, devendo ser interligado às malhas de cada estrutura.

Dependendo dos valores da resistência de aterramento, da distribuição das correntes de curto circuito e dos potenciais desenvolvidos, poderão ser necessárias malhas de aterramento auxiliares, que serão interligadas ao sistema, a fim de possa ter um desempenho satisfatório.

Além de suportar as correntes de curto-circuito, os cabos deverão ser robustos o bastante para não sofrerem danos, devido a eventuais ações mecânicas que possam ocorrer durante a construção, ou durante a vida útil dos mesmos. Deste modo, os cabos da malhas enterradas ou embutidas deverão ter seção mínima de 70mm².

Os cabos das derivações para aterramento dos equipamentos e estruturas, serão dimensionados também para suportarem a corrente de curto-circuito a que ficarão expostos. A seção mínima recomendável para estes cabos, por razões mecânicas, é 25mm². Os cabos de conexão deverão ser os mais diretos possíveis e o seu comprimento o mínimo necessário. Na medida do possível, deverá ser evitada a exposição dos cabos a eventuais danos mecânicos.

Todas as emendas, junções ou conexões inacessíveis (embutidas no concreto ou enterradas) deverão ser feitas, exclusivamente, por soldas exotérmicas.

As conexões acessíveis, serão feitas por meio de conectores aparafusados. No percurso exposto dos cabos de aterramento, os mesmos deverão ser presos firmemente às estruturas e/ou equipamentos, por meio de conectores adicionais e/ou braçadeiras, em quantidades adequadas, de acordo com o comprimento do cabo.

Junto às alavancas de operação das chaves seccionadoras na subestação deverá ser instalada uma chapa metálica ligada à malha enterrada. Esta chapa deve ser locada de

maneira tal que o operador permaneça dentro da área abrangida pela mesma, durante a manobra de operação da chave.

Todo componente metálico que não fizer parte da instalação elétrica deverá ser conectado solidamente à malha de aterramento.

A seguir são indicados alguns dos equipamentos e/ou estruturas que serão, obrigatoriamente, aterrados, bem como a seção do cabo a ser empregada:

- Carcaça dos geradores (em, pelo menos, dois pontos diametralmente opostos). Cabos de 70mm²;
- Tanques dos transformadores, principais e auxiliares, e reatores (pelo menos duas conexões em pontos diagonalmente opostos). Cabos de 70mm²;
- Tanques dos TP's e TC's (uma conexão, pelo menos). Cabos de 70mm²;
- Disjuntores e chaves seccionadoras (pelo menos uma conexão por polo ou duas conexões, em posições opostas, para os equipamentos trifásicos). Cabos de 70mm²;
- Pára-raios. Deverá existir uma conexão para cada pára-raios. O comprimento dos cabos de conexão deverá ser limitado ao mínimo possível. Cabos de 70mm²;
- Cubículos de controle e de força, quadros de distribuição, cabines, etc. Quando forem instalados lado a lado, formando uma linha interligada, o conjunto deverá ser aterrado, pelo menos, em ambos os extremos. Cabos de 70mm²;
- Estruturas suportes de equipamentos (quantidade de pontos de aterramento de acordo com o equipamento) . Cabos de 70mm²;
- Pilares e torres (pelo menos em dois pontos diagonalmente opostos). Cabos de 70mm²;
- Rede de eletrodutos. O aterramento deverá ser feito de modo a assegurar que todos os trechos fiquem ligados à terra em pelo menos 2 pontos. Cabos de 25mm²;
- Leitões para cabos. O aterramento deverá ser feito de modo a assegurar que todos os lances de bandeja fiquem ligados à terra - cabos de 25mm²;
- Trilhos para transformadores, pontes rolantes e guindastes. cabos de 70mm²;
- Corrimãos, guarda-corpos, plataforma de trabalho, passadiços e escadas - cabos de 25mm²;

- Guias de comportas de emergência e comportas ensecadeiras. Cabos de 70mm².

2.4.9 - Subestação e LT's de Interligação 69 e 138kV

2.4.9.1 - Subestação

A descrição que se segue se aplica à configuração básica para interligação da PCH Santa Fé com o sistema ESCELSA. A subestação da PCH Santa Fé, localizada em área próxima à Casa de Força será do tipo convencional, para instalação ao tempo e contará na configuração básica com um pátio de 13,8/138kV.

O ponto de conexão à rede de distribuição deverá ser a barra de 138 kV da SD Castelo, primeiro trecho, por meio de uma linha de distribuição em 138 kV de aproximadamente 9 km de extensão de uso exclusivo interligando a subestação elevadora da PCH Santa Fé à subestação elevadora da PCH São Simão e, segundo trecho, por meio de uma linha de distribuição em 138 kV de uso compartilhado de aproximadamente 30 km de extensão, interligando a subestação da PCH São Simão à subestação Castelo.

2.4.9.2 - Obras associadas

- Obras de uso exclusivo PCH Santa Fé :
- Construção de uma linha de distribuição em circuito simples, 138 kV, em cabo 336,4 MCM, estruturas metálicas, com aproximadamente 9 km de extensão interligando a PCH Santa Fé à PCH São Simão ;
- Construção de uma entrada de linha com disjuntor e três chaves de 138 kV na subestação elevadora da PCH Santa Fé ;
- Construção de uma entrada de linha com disjuntor e três chaves de 138 kV na subestação elevadora da PCH São Simão.

- Obras de uso compartilhado :
- Construção de uma linha de distribuição em circuito simples, 138 kV, cabo 336,4 MCM, estruturas metálicas, com aproximadamente 30 km de extensão interligando a PCH São Simão à SD Castelo ;
- Construção de uma entrada de linha com disjuntor e três chaves de 138 kV na subestação Castelo ;
- Construção de um barramento com arranjo barra principal e transferência com disjuntor de interligação de barras (transferência).

A interligação entre os cubículos dos geradores da PCH Santa Fé e os transformadores elevadores localizados na SE Santa Fé será feita através de cabos isolados de 13,8kV.

Os painéis de controle e proteção da SE, serão instalados em uma Casa de Controle localizada no pátio do setor de 138 kV.

Conforme mencionado anteriormente, será previsto na SE Santa Fé LD's de 138kV, espaço suficiente para a futura instalação de bobina de bloqueio e grupo de acoplamento para Sistema de Onda Portadora (Carrier).

As estruturas para montagem dos barramentos suspensos, tensionados – vigas e pilares, assim como as estruturas suportes para montagem dos barramentos rígidos e equipamentos de alta tensão serão de concreto pré-moldado.

Os barramentos suspensos serão executados em cabos de alumínio e os rígidos em tubos de mesmo material.

Para limitação das tensões de passo e de toque a valores seguros para as pessoas, no interior da Subestação e suas proximidades, durante a ocorrência de um curto-circuito para terra, está prevista a construção de uma malha de aterramento, conforme descrito anteriormente neste relatório. Esta malha terá também a finalidade de estabelecer valor adequado de resistência de aterramento para as correntes de

acionamento dos relés de proteção e para a rede de cobertura da Subestação para proteção contra descargas atmosféricas.

Para limitar o acesso de pessoas não autorizadas, a área da SE será totalmente cercada.

O trecho de linha entre a PCH Santa Fé e a PCH São Simão faz parte do empreendimento PCH Santa Fé e será considerado incluso neste licenciamento ambiental.

Já o trecho de linha compartilhado, entre a PCH São Simão e a SD Castelo faz parte do licenciamento da PCH São Simão.

2.5 - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS DE SANTA FÉ DERIVAÇÃO

2.5.1 - Tomada d'Água

a) Comportas Vagão

A finalidade principal dessas comportas será a abertura e o fechamento da Tomada d'Água do Túnel de Derivação em condições normais de operação. As comportas serão planas, tipo vagão, verticais, com rodas de rolamentos, com vedação a jusante.

Cada comporta será acionada por guincho hidráulico, constituído de servomotor de efeito simples à tração. Os servomotores serão operados por uma unidade óleodinâmica de pressão, com duas bombas, qualquer uma podendo ser escolhida para operar a comporta (mas uma de cada vez) na condição de principal, ficando a outra como reserva.

O mecanismo das comportas será previsto de forma que elas sejam levantadas, e mantidas na posição de plena abertura, pela pressão de óleo nos servomotores, e baixadas por gravidade, tanto em emergência, como em fechamento normal.

Estas comportas deverão resistir à máxima pressão do reservatório com o Túnel de Derivação vazio, podendo ainda ser fechadas sob o máximo fluxo de água. As comportas não serão usadas para aberturas parciais nem para regular o fluxo d'água. Estão previstos um painel de controle individual e um indicador de posição com dispositivo para sinalização no quadro de comando da usina. As operações de rotina serão feitas através do painel de controle local.

As comportas serão montadas – e, eventualmente, desmontadas para manutenção – através da talha da Tomada d'Água da Derivação, montada em ponte-monoviga suspensa em estrutura fixa sobre as ranhuras da grade e das comportas. Terão paramento do lado de jusante suportado por vigas horizontais e longarinas. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando borrachas de vedação do tipo nota musical (vedação positiva) nas laterais e *lintel* e vedação plana na soleira, fixadas por meio de barras chatas de aço carbono, com parafusos e porcas em aço inoxidável.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, deverão incluir chumbadores, soleiras, pista de deslizante e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável. As partes embutidas serão fabricadas em subconjuntos e soldadas na obra, durante a montagem.

Características Principais:

Vão Livre	2.750 mm
Altura Livre	5.000 mm
Elevação Soleira	EL. 187,00 m
Elevação piso da Tomada D'água	EL. 201,50 m
N.A. máximo normal	EL. 196,50 m
Quantidade	2

b) Comporta Ensecadeira

A Tomada d'Água da derivação possuirá apenas duas comportas ensecadeiras, constituídas cada uma de um único elemento construído em aço estrutural soldado, a serem utilizadas para o fechamento do fluxo pela estrutura, visando a manutenção das comportas principais de operação. Uma comporta ensecadeira será prevista com duas válvulas *by-pass*, para permitir o equilíbrio de pressões montante-jusante durante a abertura, e será operada através de viga pescadora, com ganchos acionados por contrapeso. As operações de colocação e retirada dessa comporta serão feitas somente com pressões equilibradas e sem fluxo d'água, através da talha da Tomada d'Água. As duas comportas ensecadeiras serão utilizadas para fechamento da saída do túnel da Derivação, permitindo assim, em conjunto com as comportas da Tomada d'Água, o ensecamento do túnel para inspeção. Para tanto, serão transportadas e posicionadas por guindaste móvel.

Cada uma das duas comportas serão metálicas, planas, sem rodas, com sapatas de guia nas laterais. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando borrachas de vedação do tipo nota musical (vedação positiva) nas laterais e *lintel* e vedação plana na soleira, fixadas por meio de barras chatas de aço carbono, com parafusos e porcas em aço inoxidável. As comportas serão armazenadas na parte superior de suas ranhuras de operação e serão capazes de suportar a carga hidráulica máxima do reservatório, sem pressão do lado de jusante.

As chapas estanques do painel serão previstas do lado jusante, sustentadas por vigas verticais e horizontais, que transmitirão às peças fixas no concreto a carga hidráulica aplicada ao painel. As válvulas *by-pass* permanecerão normalmente fechadas e somente serão abertas através do peso próprio da viga pescadora.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, deverão incluir chumbadores, soleiras, pista de deslizamento e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável.

Características principais:

Vão Livre	2.750 mm
Altura Livre	5.000 mm
Elevação Soleira	EL. 187,00 m
Elevação piso da Tomada D'água	EL. 201,50 m
N.A. máximo normal	EL. 196,50 m
Quantidade	2

c) Grade

Cada uma das duas aberturas da Tomada d'Água da Derivação será protegida por uma grade de retenção de detritos, composta de dois painéis e dimensionada para uma pressão diferencial de 3,0 mc.a. e uma velocidade máxima de aproximadamente 1,0 m/s através de sua área bruta. Os painéis serão móveis, para fins de manutenção, e terão sapatas de guia, para deslizarem dentro das guias laterais.

Tais painéis serão dotados de uma série de barras verticais igualmente espaçadas, suportadas por um quadro estrutural formado por dois montantes também verticais, um em cada extremidade, e vigas horizontais ligadas aos referidos montantes, que transmitirão às peças fixas no concreto a carga aplicada aos painéis. Eles serão intercambiáveis e manuseados com uma viga pescadora, através da talha prevista para a Tomada d'Água. A sua colocação ou retirada será feita sem fluxo de água através da unidade, com a comporta fechada. Os ganchos da viga pescadora serão comandados por contrapesos.

As peças fixas da grade que serão embutidas no concreto de 1º e 2º estágios. Deverão incluir chumbadores, soleiras e guias laterais. As superfícies de deslizamento serão esmerilhadas para eliminação de ressaltos.

Características principais:

Número de vãos	2
Espaçamento entre barras verticais	150 mm
Largura do vão livre	3.550 mm
Altura do vão livre	7.000 mm
Inclinação da grade (c/horizontal)	1:0,2
Elevação da soleira	EL. 187,00 m
N.A. Máximo Normal	EL. 196,50 m

d) Vigas Pescadoras da Comporta Ensecadeira e da Grade da Tomada d'Água da Derivação

Será utilizada uma viga pescadora para movimentação da comporta ensecadeira e outra para a movimentação dos painéis da grade. Estas vigas serão de construção soldada, dotadas de rodas de guia. O engate e desengate das vigas pescadoras aos painéis será automático, com mecanismo de contrapeso e alavanca manual.

As vigas pescadoras serão manobradas através de uma talha elétrica que se deslocará em ponte-monoviga suspensa em estrutura fixa na Tomada d'Água da Derivação.

e) Sistema de Movimentação de Cargas

Está prevista uma talha elétrica na Tomada d'Água da Derivação, com capacidade de 50 kN, destinada à montagem e ao manuseio da comporta ensecadeira e dos painéis da grade e à retirada das comportas vagão, quando em manutenção. Para tanto, movimentar-se-á em ponte-monoviga suspensa em estrutura fixa sobre as ranhuras da grade e das comportas.

2.5.2 - Estrutura de Desvio

2.5.2.1 - Comporta Vagão

O fechamento estrutura de desvio será feito por meio de duas comportas vagão. As operações de manuseio das comportas serão feitas por uma talha de capacidade 150 kN, a mesma que será utilizada para o fechamento da estrutura do desvio da geração e, posteriormente, para as operações normais dos equipamentos da Tomada d'Água da geração. Para tanto, será utilizada uma viga pescadora, com ganchos acionados por contrapeso. Esta viga também será usada para manuseio da comporta ensecadeira.

Cada comporta vagão será plana, vertical, com rodas de rolamentos e vedação a jusante, podendo ser fechada sob o fluxo de água máximo previsto para a época do desvio. As comportas não serão usadas para aberturas parciais nem para regular o fluxo d'água e resistirão à pressão correspondente ao nível máximo normal do reservatório com a Galeria de Desvio vazia.

As comportas terão paramento do lado de jusante suportado por vigas horizontais e longarinas. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando borrachas de vedação do tipo nota musical (vedação positiva) nas laterais e *lintel* e vedação plana na soleira.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, incluirão chumbadores, soleiras, pista de deslizante e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável. As partes embutidas serão fabricadas em subconjuntos e soldadas na obra, durante a montagem.

Características Principais:

Vão Livre	4.000 mm
Altura Livre	4.000 mm
Elevação Soleira	EL. 177,00 m
Elevação piso da Estrutura de Desvio	EL. 200,50 m
N.A. máximo normal (durante operação do reservatório)	EL. 196,50 m
Quantidade	2

2.5.2.2 - Viga Pescadora

Será utilizada uma viga pescadora para movimentação da comporta ensecadeira e da comporta vagão. Esta viga será de construção soldada, dotada de rodas de guia. O engate e desengate da viga pescadora aos painéis será automático, com mecanismo de contrapeso e alavanca manual. A viga pescadora será manobrada através de uma talha elétrica que se deslocará em vigas suspensas em estrutura fixa na Tomada d'Água da Derivação.

2.5.2.3 - Sistema de Movimentação de Cargas

As operações de manuseio das comportas serão feitas por uma talha de capacidade 150 kN, a mesma que será utilizada para o fechamento da estrutura do desvio da geração e, posteriormente, para as operações normais dos equipamentos da Tomada d'Água da geração. A talha manuseará as comportas por meio de uma viga pescadora.

A talha movimentar-se-á em ponte-monoviga suspensa em estrutura fixa sobre as ranhuras das comportas. A viga desta ponte terá acionamento manual e será paralela às ranhuras para facilitar a instalação e remoção da talha por meio de guindaste móvel.

2.5.3 - Equipamentos para Fluxo Residual

A estrutura do Vertedouro da Derivação será dotada de um sistema destinado à manutenção de um fluxo residual para perenização do trecho a jusante desta estrutura. Este equipamento será composto por grade, tubulação, válvula borboleta, junta dresser e válvula dispersora.

A abertura de entrada, localizada na parede de montante do vertedouro, será protegida por uma grade de retenção de detritos, composta de um painel fixo de 0,90 x 0,90 m, dimensionado para uma pressão diferencial de 3,0 mc.a. e uma velocidade máxima de aproximadamente 1,0 m/s através de sua área bruta.

A tubulação, a jusante da grade, terá diâmetro interno de 0,40 m e será construída em chapas calandradas de aço carbono. Entre a grade e o início da tubulação haverá um trecho de transição, também construído em chapas de aço carbono, com diâmetro de entrada 0,60 m e diâmetro de saída 0,40 m.

Em plataforma situada no lado de jusante da estrutura do vertedouro será instalada uma válvula borboleta de diâmetro nominal 0,40 m, com acionamento manual, flangeada à tubulação. A jusante desta válvula serão instaladas uma junta dresser, para permitir a montagem dos equipamentos, e uma válvula dispersora de jato oco, também de acionamento manual, ambas com diâmetro nominal de 0,40 m. A válvula borboleta será destinada ao fechamento total da tubulação, para permitir a manutenção da válvula dispersora. O trecho da tubulação no qual serão instaladas as válvulas e a junta será suportado por estrutura construída em perfis metálicos de aço.

2.6 - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS DE SANTA FÉ GERAÇÃO

2.6.1 - Tomada d'Água

a) Comportas Vagão

A finalidade principal dessas comportas será a abertura e o fechamento da Tomada d'Água de Santa Fé Geração em condições normais de operação, ou em emergência, no caso de disparo ou outra falha do grupo turbina-gerador, inclusive no regulador. As comportas serão planas, tipo vagão, verticais, com rodas de rolamentos, com vedação a jusante.

Cada comporta será acionada por guincho hidráulico, constituído de servomotor de efeito simples à tração, operado uma unidade óleodinâmica de pressão, com duas bombas, qualquer uma podendo ser escolhida para operar as comportas (mas uma de cada vez) na condição de principal, ficando a outra como reserva.

O mecanismo de cada comporta será previsto de forma que ela seja levantada, e mantida na posição de plena abertura, pela pressão de óleo no servomotor, e baixada por gravidade, tanto em emergência, como em fechamento normal.

Cada comporta deverá resistir à máxima pressão do reservatório com o Túnel de Adução vazio, podendo ainda ser fechada sob o máximo fluxo de água. A comporta não será usada para aberturas parciais nem para regular o fluxo d'água. Estão previstos um painel de controle individual e um indicador de posição com dispositivo para sinalização no quadro de comando da usina. As operações de rotina serão feitas através do painel de controle local.

Cada comporta será montada – e, eventualmente, desmontada para manutenção – através de uma talha elétrica que se deslocará em ponte-monoviga suspensa em estrutura fixa na estrutura da Tomada d'Água da Geração. Terá paramento do lado de jusante suportado por vigas horizontais e longarinas. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando borrachas de vedação do tipo nota musical (vedação positiva) nas laterais e *lintel* e vedação plana na soleira, fixadas por meio de barras chatas de aço carbono, com parafusos e porcas em aço inoxidável.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, deverão incluir chumbadores, soleiras, pista de deslizante e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável. As partes embutidas serão fabricadas em subconjuntos e soldadas na obra, durante a montagem.

Características Principais:

Vão Livre	3.000 mm
Altura Livre	5.500 mm
Elevação Soleira	EL. 186,00 m
Elevação piso da Tomada D'água	EL. 200,00 m
N.A. máximo normal	EL. 196,00 m
Quantidade	2

B) Comporta Ensecadeira

A Tomada d'Água possuirá apenas uma comporta ensecadeira, constituída de um único elemento construído em aço estrutural soldado, a ser utilizada para o fechamento do fluxo pela estrutura, visando a manutenção da comporta principal de operação. A comporta ensecadeira será prevista com duas válvulas *by-pass*, para permitir o equilíbrio de pressões montante-jusante durante a abertura, e será operada através de viga pescadora, com ganchos acionados por contrapeso. As operações de colocação e retirada dessa comporta serão feitas somente com pressões equilibradas e sem fluxo d'água, através da talha da Tomada d'Água.

Será uma comporta metálica plana, sem rodas, com sapatas de guia nas laterais. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando borrachas de vedação do tipo nota musical (vedação positiva) nas laterais e *lintel* e vedação plana na soleira, fixadas por meio de barras chatas de aço carbono, com parafusos e porcas em aço inoxidável. Esta comporta será armazenada na parte

superior de sua ranhura de operação e será capaz de suportar a carga hidráulica máxima do reservatório, sem pressão do lado de jusante.

As chapas estanques do painel serão previstas do lado jusante, sustentadas por vigas verticais e horizontais, que transmitirão às peças fixas no concreto a carga hidráulica aplicada ao painel. As válvulas *by-pass* permanecerão normalmente fechadas e somente serão abertas através do peso próprio da viga pescadora.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, deverão incluir chumbadores, soleiras, pista de deslizante e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável.

Características principais:

Vão Livre	3.000 mm
Altura Livre	5.500 mm
Elevação Soleira	EL. 186,00 m
Elevação piso da Tomada D'água	EL. 200,00 m
N.A. máximo normal	EL. 196,00 m
Quantidade	1

C) Grade

A abertura da Tomada d'Água será protegida por uma grade de retenção de detritos, composta de seis painéis e dimensionada para uma pressão diferencial de 3,0 mc.a. e uma velocidade máxima de aproximadamente 1,0 m/s através de sua área bruta. Os painéis serão móveis, para fins de manutenção, e terão sapatas de guia, para deslizarem dentro das guias laterais. Cada uma das duas aberturas da Tomada d'Água será dotada de três painéis.

Tais painéis serão constituídos de uma série de barras verticais igualmente espaçadas, suportadas por um quadro estrutural formado por dois montantes também verticais, um

em cada extremidade, e vigas horizontais ligadas aos referidos montantes, que transmitirão às peças fixas no concreto a carga aplicada aos painéis.

Eles serão intercambiáveis e manuseados com uma viga pescadora, através da talha prevista para a Tomada d'Água. A sua colocação ou retirada será feita sem fluxo de água através da unidade, com a comporta fechada. Os ganchos da viga pescadora serão comandados por contrapesos.

As peças fixas da grade que serão embutidas no concreto de 1º e 2º estágios. Deverão incluir chumbadores, soleiras e guias laterais. As superfícies de deslizamento serão esmerilhadas para eliminação de ressaltos.

Características principais:

Número de vãos	1
Espaçamento entre barras verticais	50 mm
Largura do vão livre	3.500 mm
Altura do vão livre	7.560 mm
Inclinação da grade (c/horizontal)	1:0,2
Elevação da soleira	EL. 186,00 m
N.A. Máximo Normal	EL. 196,00 m

d) Vigas Pescadoras da Comporta Ensecadeira e da Grade da Tomada d'Água da Geração

Será utilizada uma viga pescadora para movimentação da comporta ensecadeira e outra para a movimentação dos painéis da grade. Estas vigas serão de construção soldada, dotadas de rodas de guia. O engate e desengate das vigas pescadoras aos painéis será automático, com mecanismo de contrapeso e alavanca manual.

As vigas pescadoras serão manobradas através de uma talha elétrica que se deslocará em uma ponte monoviga, parte integrante de um pórtico fixado na estrutura da Tomada d'Água.

e) Sistema de Movimentação de Cargas

Está prevista uma talha elétrica na Tomada d'Água, com capacidade de 150 kN, destinada à montagem e ao manuseio da comporta ensecadeira e da grade e à retirada da comporta vagão, quando em manutenção. Para tanto, movimentar-se-á em ponte monoviga suspensa em estrutura fixa sobre as ranhuras da grade e das comportas.

Esta talha será a mesma que será utilizada para o fechamento da estrutura dos desvios da derivação e da geração.

2.6.2 - Estrutura de Desvio e de Descarga de Fundo

a) Comportas

O fechamento estrutura de desvio da geração, assim como o da derivação, será feito por meio de uma comporta vagão e de uma comporta ensecadeira. Após o fechamento de uma das duas passagens da estrutura, por meio da comporta vagão, a comporta ensecadeira será posicionada a jusante, na mesma passagem. A comporta vagão será, então, retirada e utilizada para fechamento da segunda passagem da estrutura. As operações de manuseio das comportas serão feitas por uma talha de capacidade 150 kN, a mesma que será utilizada para o fechamento da estrutura do desvio da derivação e, posteriormente, para as operações normais dos equipamentos da Tomada d'Água da geração. Para tanto, será utilizada uma viga pescadora, com ganchos acionados por contrapeso. Esta viga também será usada para manuseio da comporta ensecadeira.

A comporta vagão será plana, vertical, com rodas de rolamentos e vedação a jusante, podendo ser fechada sob o fluxo de água máximo previsto para a época do desvio. A comporta não será usada para aberturas parciais nem para regular o fluxo d'água e resistirá à pressão correspondente ao nível máximo normal do reservatório com a Galeria de Desvio vazia.

A comporta terá paramento do lado de jusante suportado por vigas horizontais e longarinas. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando borrachas de vedação do tipo nota musical (vedação positiva) nas laterais e *lintel* e vedação plana na soleira.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, incluirão chumbadores, soleiras, pista de deslizante e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável. As partes embutidas serão fabricadas em subconjuntos e soldadas na obra, durante a montagem.

Características Principais:

Vão Livre de cada comporta	5.000 mm
Altura Livre	5.000 mm
Elevação Soleira	EL. 180,00 m
Elevação piso da Estrutura do Descarregador	EL. 200,00 m
N.A.máximo normal	EL. 196,00 m
Quantidade	2

b) Comporta Ensecadeira

A comporta ensecadeira a ser utilizada em umas das passagens da estrutura do desvio, após o fechamento feito pela comporta vagão, será constituída de um único elemento construído em aço estrutural soldado. A comporta ensecadeira será prevista com uma válvula *by-pass*, para permitir o equilíbrio de pressões montante-jusante após o término do tampão de concreto da passagem, possibilitando, assim, sua recuperação. A comporta será operada através de viga pescadora, com ganchos acionados por contrapeso. As operações de colocação e retirada dessa comporta serão feitas somente com pressões equilibradas e sem fluxo d'água, através de talha.

Será uma comporta metálica plana, sem rodas, com sapatas de guia nas laterais. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando borrachas de vedação do tipo nota musical (vedação positiva) nas laterais e *lintel* e vedação plana na soleira, fixadas por meio de barras chatas de aço carbono, com parafusos e porcas em aço inoxidável. Esta comporta será capaz de suportar a carga hidráulica máxima do reservatório, sem pressão do lado de jusante.

As chapas estanques do painel serão previstas do lado jusante, sustentadas por vigas verticais e horizontais, que transmitirão às peças fixas no concreto a carga hidráulica aplicada ao painel. As válvulas *by-pass* permanecerão normalmente fechadas e somente serão abertas através do peso próprio da viga pescadora.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, deverão incluir chumbadores, soleiras, pista de deslizamento e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável.

Características principais:

Vão Livre	5.000 mm
Altura Livre	5.000 mm
Elevação Soleira	EL. 180,00 m
Elevação piso da Tomada D'água	EL. 200,00 m
N.A.máximo normal	EL. 196,00 m
Quantidade	1

c) Comporta de Descarga de Fundo

A comporta a ser utilizada em umas das passagens da estrutura do desvio para as operações de descarga de fundo será do tipo Barbará, constituída de um único elemento construído em aço estrutural soldado ou fundido. A comporta será operada eletricamente através de haste com ponta roscada e motor redutor a partir do piso superior da estrutura de desvio.

O trecho superior da ranhura desta comporta será incluída na primeira fase de construção da estrutura. O trecho inferior da ranhura fará parte do tampão de concreto a ser construído depois do fechamento da estrutura de desvio. A montagem desta comporta será feita depois do término da construção do tampão.

Será uma comporta metálica plana, sem rodas, com guias nas laterais. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando barras chatas de bronze, com parafusos e porcas em aço inoxidável. Esta comporta será capaz de suportar a carga hidráulica máxima do reservatório, sem pressão do lado de jusante. As chapas estanques do painel serão previstas do lado jusante, sustentadas por vigas verticais e horizontais, que transmitirão às peças fixas no concreto a carga hidráulica aplicada ao painel.

As peças fixas a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, deverão incluir chumbadores, soleiras, pista de deslizamento e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. Todas as superfícies de vedação das peças fixas serão de aço inoxidável.

Características principais:

Vão Livre	900 mm
Altura Livre	900 mm
Elevação Soleira	EL. 180,00 m
Elevação piso da Tomada D'água	EL. 200,00 m
N.A.máximo normal	EL. 196,00 m
Quantidade	1

d) Viga Pescadora

Será utilizada uma viga pescadora para movimentação da comporta ensecadeira e da comporta vagão. Esta viga será de construção soldada, dotada de rodas de guia. O engate e desengate da viga pescadora aos painéis será automático, com mecanismo

de contrapeso e alavanca manual. A viga pescadora será manobrada através de uma talha elétrica que se deslocará em vigas suspensas em estrutura fixa na Tomada d'Água da Geração.

e) Sistema de Movimentação de Cargas

As operações de manuseio das comportas serão feitas por uma talha de capacidade 150 kN, a mesma que será utilizada para o fechamento da estrutura do desvio da derivação e, posteriormente, para as operações normais dos equipamentos da Tomada d'Água da geração. A talha manuseará as comportas por meio de uma viga pescadora.

A talha movimentar-se-á em ponte-monoviga suspensa em estrutura fixa sobre as ranhuras das comportas. A viga desta ponte terá acionamento manual e será paralela às ranhuras para facilitar a instalação e remoção da talha por meio de guindaste móvel.

2.6.3 - Blindagem do Túnel de Adução

A parte final do Túnel de Adução será dotada de uma blindagem construída com virolas de chapas de aço carbono calandradas, soldadas entre si na obra. Após montagem, esta blindagem será concretada.

A blindagem incluirá uma bifurcação, com reforços, e, depois dela, dois trechos curvos para condução da água a cada turbina

Será composta basicamente de:

- Trecho blindado reto de tubo metálico Ø 4.800 mm.
- Redução Ø 4.800 mm para Ø 3.600 mm.
- Bifurcação Ø entrada 3.600mm - Ø saída 2.240 mm.
- Dois trechos curvos com Ø 2.240 mm até a Casa de Força para conexão às duas unidades geradoras.

A blindagem será projetada para suportar as máximas pressões internas e externas, em qualquer condição de operação, devendo ser nula a contribuição do concreto envolvente. Serão também providos anéis de percolação e de reforço, quando necessário, para os trechos embutidos.

Todos os materiais da blindagem serão devidamente ensaiados de acordo com as normas e padrões aplicáveis. Será prevista uma sobre-espessura de 1,5 mm nos trechos retos, nas curvas e bifurcações para compensar eventuais desgastes por erosão e corrosão. Estas sobre-espessuras não serão levadas em conta no cálculo estrutural.

Características principais:

Pressão estática máxima na entrada da turbina	68,86 mc.a
Sobrepessão máxima	40 %
(rejeição simultânea da plena carga nas 2 unidades) Diâmetro interno	variável
N.A. máx. normal de montante	EL. 196,00 m
Elevação da linha de centro na entrada da turbina	EL. 131,14 m
Material aço estrutural	ASTM - A-36 ou SAR 50
Espessura mínima da chapa	6,35 mm
Norma de projeto	AWWA, NBR 10132 ou CECT

2.6.4 - Equipamentos para Fluxo Residual

A estrutura do Vertedouro da Geração será dotada de um sistema destinado à manutenção de um fluxo residual para perenização do trecho a jusante desta estrutura. Este equipamento, com as mesmas características do equipamento previsto para a Derivação para este fim será composto por grade, tubulação, válvula borboleta, junta dresser e válvula dispersora.

2.7 - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÂNICOS E DE LEVANTAMENTO DA CASA DE FORÇA

2.7.1 - Ponte Rolante

Uma ponte rolante, com todos os acionamentos elétricos, de capacidade nominal 500 kN e talha elétrica auxiliar de 80 kN, será utilizada para montagem e manutenção das unidades geradoras e demais equipamentos localizados dentro da Casa de Força.

Características Principais:

- Classificação segundo a norma ABNT NBR 8400;

- **ESTRUTURA:**

- Grupo: 2
- Estado de carga: 1
- Classe de utilização: A

- **MECANISMO:**

- Grupo: 1 Bm
- Classe de funcionamento: V 0,5
- Estado de Solicitação 1

- **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:**

Capacidade nominal do guincho principal	500 kN
Capacidade nominal da talha elétrica auxiliar	80 kN
Vão da ponte	10.200 mm
Altura de elevação do gancho principal	12,80 m
Operação	botoeira suspensa
Comprimento caminho rolamento	45,0 m
Alimentação elétrica	barramento
Elevação do gancho principal	El. 144,40 m

- VELOCIDADES:
 - Elevação do gancho principal 10 m/min (aproximação – 1,0 m/min)
 - Translação do carro 5 m/min
 - Translação (ponte) 10 m/min

a) Comportas Ensecadeiras do Tubo de Sucção

Serão previstas duas comportas ensecadeiras para vedar as duas saídas dos tubos de sucção de cada turbina e permitir o esgotamento total dos tubos de sucção. Serão constituídas, cada uma delas, por dois painéis, sendo o superior dotado de válvulas *by-pass* (operadas pela viga pescadora) para permitir o equilíbrio de pressões a montante e a jusante. As comportas serão operadas por meio da viga pescadora, pela talha do tubo de sucção, operação esta que será realizada sempre com equilíbrio de pressões.

As comportas ensecadeiras, formadas cada uma por dois elementos, serão metálicas, planas, sem rodas, com duas sapatas de guia em cada lateral, com paramento e vedação de montante. As vedações estarão dispostas nas partes inferior, superior e laterais, atuando contra o quadro de vedação composto dos blocos laterais, da soleira e do *lintel*, utilizando-se borrachas tipo barra chata para vedação inferior e tipo nota musical para as demais (vedação positiva), fixadas por meio de barras chatas em aço carbono, com parafusos e porcas em aço inoxidável. As comportas serão armazenadas suspensas nos poços de operação, por meio de travas de armazenamento e serão projetadas para suportar a carga hidráulica máxima de jusante, com o tubo de sucção vazio.

As peças a serem embutidas no concreto de 1º e 2º estágios, incluirão chumbadores, soleiras, pistas de deslizamento e apoio da vedação, contra-guias e guias laterais. As superfícies de apoio da vedação serão em aço inoxidável.

Características principais:

Vão livre	2.60 mm
Altura livre	3.000 mm
Elevação da soleira	EL. 126,90 m
N.A. Máx. Máx.	EL. 138,60 m
Número de Stoplogs	2

b) Viga Pescadora das Comportas dos Tubos de Sucção

Uma viga pescadora será utilizada para movimentação das comportas ensecadeiras dos tubos de sucção. Será de construção soldada, dotada de rodas de guia. O engate e desengate da viga pescadora à comporta será automático, com mecanismo de contrapeso e alavanca manual.

Será manobrada através de uma talha elétrica que se deslocará em uma monovia ao longo da Casa de Força no lado jusante.

c) Talha-Monovia do Tubo de Sucção

A viga pescadora movimentará os painéis das comportas por dois ganchos laterais, que se acoplarão aos dispositivos de suspensão e será suspensa por pino central que se acoplará ao gancho da talha do tubo de sucção. A viga será de construção soldada e dotada de rodas (espaçadas de pelo menos 1,0 m), que permitam o seu deslocamento sem emperramento nas guias laterais das peças fixas. Possuirá um dispositivo automático, acionado por contrapeso, colocado próximo do centro da viga, para engate e desengate dos ganchos dentro ou fora d'água.

2.7.2 - Turbinas e Reguladores

As duas turbinas a serem instaladas na Casa de Força da UHE Santa Fé serão do tipo Francis dupla de eixo horizontal. Com abertura total do distribuidor, elas deverão fornecer, sob queda líquida de referência de 59,77 m, uma potência de 14.950 kW,

dentro dos limites de cavitação garantidos. Terão seu rendimento máximo na queda líquida de projeto de 62,1 m. A potência máxima para operação em períodos curtos, em quedas maiores que a de referência, será limitada a 15.620 kW, com a temperatura máxima do gerador limitada, nestes períodos, a 110 °C.

A velocidade nominal (síncrona) das turbinas será de 400 rpm e todas suas partes serão projetadas para resistir com segurança aos esforços induzidos pela velocidade de disparo (estimada em cerca de 750 rpm), com as palhetas do distribuidor totalmente abertas e queda máxima, com potência nula no eixo da turbina. As turbinas serão projetadas para girarem no sentido anti-horário (quando vistas do gerador). As partes girantes, bem como o empuxo hidráulico residual que atuar no rotor da turbina, serão suportados axialmente por um mancal de escora, contra-escora e guia apoiado em coluna situada entre o volante de inércia e o tubo de sucção do lado do gerador ou, ainda, na carcaça deste tubo de sucção. Radialmente, o eixo será suportado por quatro mancais de guia (dois para o rotor do gerador), sendo um deles suportado pela carcaça do tubo de sucção oposto ao lado do gerador.

A sobrepressão máxima nas passagens d'água, com inércia combinada do gerador e da turbina, estará limitada a 40% e a sobrevelocidade, a 40% da nominal.

As turbinas terão caixa espiral metálica construída em chapas de aço carbono soldadas e com a parte inferior embutida em concreto. A caixa espiral será projetada para resistir à sobrepressão máxima prevista quando da rejeição de carga e terá uma tampa de acesso para permitir a inspeção do seu interior. O pré-distribuidor fará parte integrante da caixa espiral, constituindo o seu aro interno. Será provido de flanges usinados, com ranhuras para vedação, para fixação dos aros de saída.

Os dois tubos de sucção, em cotovelo, serão totalmente fabricados com chapas de aço carbono e seus trechos de saída terão uma inclinação de cerca de 45° com a vertical. Os anéis de descarga serão em aço inoxidável para maior resistência à cavitação quando do funcionamento da unidade em cargas parciais. Os aros de saída serão em chapa de aço carbono e aparafusados ao pré-distribuidor e aos anéis de descarga. Os

aros terão também anéis labirinto fixos, desmontáveis. Serão previstos, nos aros, mancais para as hastes das palhetas diretrizes, projetados com buchas de material autolubrificante substituíveis nos munhões e, no aro do lado do gerador, pista para apoio do anel de regulação. Os aros serão revestidos com chapas de aço inoxidável na região das palhetas do distribuidor.

O eixo da turbina será acoplado diretamente ao cubo volante de inércia. Será fabricado integralmente em aço forjado, com flange para o acoplamento ao cubo do volante por meio de parafusos pré-tensionados. Será dimensionado para resistir a todas as condições transitórias previstas e para transmitir o torque com segurança, até o seu valor máximo, sem exceder as tensões de projeto. Luvas de aço inoxidável, com acabamento superficial liso, serão ajustadas às regiões do eixo em contato com as vedações, para assento das gaxetas.

Serão fornecidas vedações para atuar durante a operação da unidade, montadas em caixas na parte curva das carcaças tubo de sucção. As vedações do eixo serão do tipo de gaxetas, para limitar a passagem de água proveniente do interior dos tubos de sucção. Entre as gaxetas está previsto um anel distribuidor para injeção de água filtrada e pressurizada para lubrificar a vedação

O rotor da turbina, do tipo duplo, será totalmente fundido em aço inoxidável de modo a resistir melhor aos desgastes por erosão e possível cavitação em faixas de operação com potência reduzida. Será projetado para resistir aos máximos esforços que ocorrem durante operação normal, rejeições de carga, disparo e curto-circuito do gerador. Será provido com anéis de desgaste substituíveis, nas cintas, com dureza maior que a dos anéis fixos aos aros de saída.

Todos os mancais serão projetados para trabalhar em banho de óleo, com circuitos de lubrificação independentes e com sistemas de resfriamento a água, externos. Não serão utilizadas serpentinas de água dentro das cubas de óleo.

O mancal de escora e contra-escora será do tipo de sapatas segmentadas revestidas de metal patente, operando contra uma superfície de deslizamento, com acabamento espelhado, montada no eixo. O mancal e sua estrutura de apoio serão projetados para resistir e transmitir à estrutura da Casa de Força todos os esforços provenientes das partes girantes da turbina e do gerador, a qualquer velocidade, até a máxima de disparo, incluindo as mais severas condições impostas pelos transitórios hidráulicos e elétricos.

Os mancais de guia serão constituídos de buchas bi-partidas, revestidas de metal patente. Serão projetados para resistir a todos os esforços radiais do eixo, sob todas as condições de operação, sem excessiva elevação de temperatura e sem danos para as buchas.

O distribuidor será formado por pás diretrizes, mancais dos eixos das pás, mecanismo de regulação, anel de regulação e servomotor.

As palhetas diretrizes serão fabricadas em aço inoxidável em uma só peça. Vedações adequadas impedirão fugas de água para o exterior.

As palhetas diretrizes serão movidas por um mecanismo de regulação convencional, acionado por servomotor ancorado ao piso da Casa de Força e será constituído de aro de regulação, alavancas e bielas, de construção rígida, em aço fundido ou em chapas soldadas. O mecanismo de regulação terá resistência suficiente para suportar todos os esforços oriundos de quaisquer condições de operação, inclusive os originados de falhas de dispositivos de controle automático. Para evitar que sejam provocados danos nas pás diretrizes, um dispositivo de segurança será incorporado à haste das palhetas para interligação entre o aro de regulação e a haste. Os pontos de ligação entre as alavancas, bielas e aro de regulação terão buchas autolubrificantes, semelhantes às adotadas para as pás diretrizes.

O servomotor será de acionamento hidráulico, convencional, de dupla ação, equipado com dispositivo de amortecimento para o final do seu curso. Será acionado por central

oleodinâmica com tanques de pressão ar-óleo e pressão de trabalho de 60 bar. Opcionalmente a central poderá ter tanques de pressão nitrogênio-óleo, com pressão máxima de trabalho de 120 bar.

O sistema de regulação será constituído por reguladores digitais com algoritmo de controle tipo PID (proporcional - integral - derivativo) para regulação da frequência e algoritmo de controle independente do tipo PI para regulação da potência. Incluirá unidades de entrada/saída, fontes de energia, chaves de controle e os acessórios necessários a um sistema digital desse tipo. Cada unidade contará com um gerador de sinal de velocidade (SSG), com o dispositivo de comparação de velocidade e o equipamento de monitoração.

O regulador comandará o conjunto de válvulas hidráulicas de controle, incluindo o transdutor eletro-hidráulico, para conversão do sinal dos controles eletrônicos em comandos dos fluxos de óleo requeridos para operação dos servomotores das palhetas diretrizes. O sistema incluirá ainda tanque de pressão ar-óleo ou nitrogênio/óleo, reservatórios de óleo, bombas principais e de reserva, trocadores de calor e filtros de óleo grossos e finos, válvulas, tubulações e equipamentos associados.

O volante de inércia, situado entre a turbina e o gerador, será dimensionado para completar o momento de inércia necessário para garantir a regulação da turbina.

Serão previstas e enfocadas no projeto as facilidades e recursos adicionais para operação e manutenção do equipamento. As características principais das turbinas estão resumidas na **Tabela 2.7.2.1** a seguir:

Tabela 2.7.2.1 - Características Principais das Turbinas.

Tipo	Francis dupla (eixo horizontal)
Potência nominal de cada turbina	14.950 kW
Potência máxima de cada turbina	15.620 kW
Número de unidades geradoras	2
Capacidade total (2 x 14.950 MW)	29.900 kW
Queda líquida de projeto	62,10 m
Queda líquida de referência	59,77 m
Velocidade síncrona	400 rpm
Velocidade de disparo máxima	750 rpm
Rendimento nominal	92,8 %
Rendimento máximo previsto	93,4 %
Vazão nominal da turbina	27,6 m ³ /s
Sobrepresão máxima	40%
Sobrevelocidade máxima	40%

2.7.3 - Válvulas Borboleta

A montante da entrada de cada turbina Francis será instalada uma válvula borboleta para fechar a entrada da caixa espiral, com diâmetro compatível. Ela será projetada para resistir a todos os esforços e reações oriundos do fluxo d'água e do sistema de acionamento durante as condições mais severas de funcionamento previstas e consistirá de carcaça e corpo fabricados em aço carbono, semi-eixos fabricados em aço inoxidável e acionamento com contrapeso de fechamento e derivação (*by-pass*).

Os semi-eixos apoiar-se-ão na carcaça sobre mancais de buchas autolubrificantes, com vedações. O obturador será projetado de modo a reduzir a interferência no fluxo de água, reduzindo a perda de carga entre a entrada e a saída da válvula e terá vedação de fácil substituição, constituída de material sintético atuando contra anel de

aço inoxidável preso à carcaça. Será fornecida também uma junta de desmontagem, situada a jusante da válvula, com anéis tipo *o-ring* de vedação nos flanges e região de aço inoxidável, cuidadosamente usinada, para atuação da vedação axial.

A abertura da válvula será feita por um servomotor de simples efeito, com hastes de aço forjado, articulações oscilantes e amortecimento na extremidade inferior do curso. Este servomotor também manterá a válvula na posição aberta. O comando de abertura/fechamento será por válvula solenóide. O óleo sob pressão, para a abertura, será fornecido pela unidade hidráulica do regulador. Já o fechamento da válvula se dará pela descida do contrapeso, o qual terá massa suficiente para garantir a operação em qualquer das condições previstas de funcionamento. O fechamento da válvula será possível também contra a plena vazão da água. A abertura ocorrerá somente com o equilíbrio das pressões, a qual se fará abrindo-se a derivação (*by-pass*) até o momento em que o manômetro diferencial indicar igualdade de pressão a montante e a jusante da válvula borboleta.

2.7.4 - Sistemas dos Serviços Auxiliares Mecânicos

Este item apresenta a descrição dos Sistemas dos Serviços Auxiliares Mecânicos, projetados para assegurar o funcionamento das unidades geradoras e possibilitar a operação e a manutenção dos equipamentos da Casa de Força da PCH Santa Fé.

a) Sistemas de Esvaziamento e Drenagem (Fluxograma do Projeto Básico ST-592-B-DB-C35-105)

Estão aqui incluídos o Sistema de Esvaziamento das Unidades e o Sistema de Drenagem Interna da Casa de Força.

O Sistema de Esvaziamento será utilizado para esvaziar, e manter vazio durante serviços de manutenção, todo o circuito hidráulico a jusante da válvula borboleta de cada Unidade Geradora, incluindo o conduto forçado, a caixa espiral e o tubo de sucção. O esvaziamento do Tubo de Sucção será feito através de uma tubulação

embutida, com válvula de bloqueio na extremidade, que descarregará no Poço de Esvaziamento e Drenagem, de onde a água será bombeada para o Canal de Fuga. Além de um nivostato de controle, serão instalados, nesse poço, 2 (duas) moto-bombas e um painel de controle, sendo uma das moto-bombas considerada reserva.

Para permitir o esvaziamento do conduto forçado a montante da válvula borboleta, está prevista também uma tubulação, com válvula borboleta de bloqueio, que poderá descarregar toda a água retida no conduto, após a equalização do NA com o Canal de Fuga, no Tubo de Sucção e, daí, para o Poço de Esvaziamento e Drenagem.

O Sistema de Drenagem constará de canaletas coletoras e tubulações embutidas que descarregarão no Poço de Esvaziamento e Drenagem toda a água proveniente de infiltrações pelo concreto, de vazamentos em equipamentos, de lavagem de pisos, ou da atuação dos hidrantes em caso de incêndio.

A água proveniente de pisos acima do NA Máx. Max. do Canal de Fuga será drenada, por gravidade, para esse Canal, não fazendo parte deste Sistema.

Farão parte dos Sistemas de Esvaziamento e Drenagem:

- Tubulação de esvaziamento do Circuito Hidráulico de cada Unidade, a montante da válvula borboleta.
- Tubulação de esvaziamento do Circuito Hidráulico de cada Unidade, a jusante da válvula borboleta.
- Tubulação de esvaziamento do Tubo de Sucção de cada unidade, terminando com válvula gaveta dentro do poço, com acionamento por haste prolongada e pedestal de manobra.
- Canaletas e tubulações embutidas, para drenagem das águas coletadas abaixo do NA Máx. Max. do Canal de Fuga.
- Poço de Esvaziamento e Drenagem
 - Bombas
 - Quantidade = 2, sendo uma reserva

- Tipo: turbina ou submersível
- Acionamento: motor elétrico, trifásico, 220V, 60Hz.
- Tubulação de recalque única, unindo as tubulações de saída das 2 bombas e lançando no Canal de Fuga, acima do NA Máx. Maximorum.

Na laje de cobertura do Poço de Esvaziamento e Drenagem está prevista uma abertura para permitir a instalação de uma terceira bomba ou a introdução de uma bomba submersível, caso isto venha a ser necessário.

b) Sistema de Água Industrial (Fluxograma do Projeto Básico ST-592-B-DB-C35-106)

Este Sistema tem por objetivo fornecer água filtrada com vazão e pressão necessárias a todos os consumidores da Casa de Força, que são os seguintes:

- Resfriamento e Vedação das Unidades Geradoras;
- Água de Serviço;
- Proteção Contra Incêndio.

O Sistema de Água Industrial constará de uma tomada de água no conduto forçado de cada unidade geradora, seguida de um filtro, com interligação entre as duas unidades, a partir da qual serão alimentados os referidos consumidores. O Sistema instalado em cada Unidade terá capacidade para abastecer as duas Unidades, mais o Sistema de Água de Serviço da usina e, esporadicamente, o Sistema de Proteção Contra Incêndio por Hidrantes.

Isto significa que, com o filtro de uma das duas Unidades inoperante, o outro filtro poderá abastecer toda a usina, inclusive em caso de incêndio.

Farão parte do Sistema de Água Industrial, incluindo os três sub-sistemas abaixo referidos (letras a, b, c e d):

Tubulação de alimentação, a partir do Conduto Forçado de cada Unidade.

Filtro: com retrolavagem automática, malha de ~1,0 mm (um em cada Unidade).

Tubulação principal “header” de interligação entre as Unidades e alimentação de todos os consumidores.

Hidrantes de Incêndio DN 65 mm ($\varnothing 2\frac{1}{2}$ ”), com adaptador para mangueira DN 40 mm ($\varnothing 1\frac{1}{2}$ ”).

“Tomadas” com engate rápido para mangueira DN 25 mm ($\varnothing 1$ ”).

Saídas para resfriamento do óleo dos mancais das turbinas e dos geradores.

Saída para alimentação do selo de vedação do eixo da turbina.

c) Sistema de Resfriamento e de Vedação das Unidades Geradoras

O Sistema de Resfriamento se destinará ao resfriamento do óleo dos mancais da unidade e do ar de resfriamento dos geradores, por meio de trocadores de calor ar-água nele instalados.

Para vedação da turbina (selo do eixo), uma filtragem mais fina, através de filtros fornecidos pelo fabricante, será feita.

d) Sistema de Água de Serviço

O Sistema de Água de Serviço alimentará apenas as “tomadas de serviço”, dotadas de engate rápido para mangueira, espalhadas pela Casa de Força, inclusive na Oficina Eletromecânica.

e) Sistema de Proteção Contra Incêndio por Hidrantes

O Sistema de Água Industrial abastecerá também os hidrantes de incêndio estrategicamente distribuídos pela Casa de Força, porém, longe dos equipamentos elétricos.

f) SPCI para transformadores

Os transformadores principais terão um sistema de proteção automático de água nebulizada (Water Spray System). A alimentação deste sistema vira da mesma tomada de água industrial no conduto forçado de cada unidade geradora, com tubulação independente de interligação entre as unidades e bombas de reforço (booster) devido a baixa pressão de reservatório.

g) Sistema de Ar Comprimido Baixa Pressão (Fluxograma do Projeto Básico ST-592-B-DB-C35-107)

Será previsto um compressor do tipo alternativo de deslocamento positivo com pressão de trabalho de 7 bar e tanque acoplado com volume de 500 l, destinado a atender as tomadas de serviço, demais pontos que requeiram ar comprimido e também os equipamentos que utilizem ar comprimido em caráter operacional tais como: freio das Unidades geradoras e Vedações de Manutenção das Turbinas (caso sejam pneumáticas).

h) Sistema de Ar Condicionado

A fim de proporcionar o condicionamento de ar necessário para manter uma temperatura adequada aos operadores e aos equipamentos de controle e comunicação será utilizada uma central tipo “*split system*” composta de unidade condensadora externa e unidade evaporadora interna responsável pelo insuflamento de ar.

Serão instalados dois aparelhos sendo 1 em operação e o outro reserva.

i) Oficina Eletromecânica

Uma Oficina equipada com algumas máquinas operatrizes, equipamentos de solda, equipamentos e instrumentos elétricos de medição, bancadas e ferramentas diversas, permitirá a execução, na Casa de Força, de pequenos serviços de manutenção que poderão surgir durante a operação da usina.

Principais equipamentos a serem instalados na Oficina Mecânica:

- Afiadora de ferramentas
- Máquina de solda elétrica
- Equipamento para solda oxi-acetilênica
- Bancadas
- Estufa elétrica para eletrodos
- Esmerilhadeira de coluna
- Furadeira de coluna
- Serra elétrica
- Morsas ou tornos de bancada
- Equipamentos e instrumentos elétricos portáteis
- Jogos de ferramentas

j) Grupo Gerador de Emergência

Para atender, em caso de emergência, às cargas essenciais da usina, será instalado, na Casa de Força, um alternador acionado por motor a combustão, montado em base metálica apropriada.

Um tanque de combustível, com capacidade para alimentação do motor durante pelo menos 8 (oito) horas, deverá também ser instalado junto ao grupo.

O sistema de resfriamento do motor será a água, com radiador.

O gerador síncrono será trifásico, 220/127V, 60Hz, com sistema de excitação com regulador automático de tensão.

O grupo deverá possuir instrumentos necessários para proteção, controle e medição.

k) Sistema de Exaustão da Sala de Baterias

Os gases provenientes da sala de baterias serão exauridos através de exaustores a prova de explosão e dutos, se necessário, de fibra de vidro.

Serão instalados 2 exaustores, sendo considerado um reserva, devendo o funcionamento ser alternado.

3 - IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Durante a elaboração do Diagnóstico Ambiental foram definidas áreas distintas de influência direta e indireta para o meio físico, meio biótico e meio antrópico, durante as fases de instalação e operação do empreendimento.

A **Figura 3.1** - Mapa das Áreas de Influência Direta e Indireta do Meio Físico e Biológico (fase de implantação e operação) e a **Figura 3.2** – Mapa das Áreas de Influência Direta e Indireta do Meio Antrópico (fase de implantação e operação), apresentam essas distintas áreas.

Figura 3.1 - Mapa das Áreas de Influência Direta e Indireta do Meio Físico e Biológico (fase de implantação e operação).

Figura 3.2 – Mapa das Áreas de Influência Direta e Indireta do Meio Antrópico (fase de implantação e operação).

3.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

3.1.1 – Fase de Implantação

- Meio Físico e Biótico

A área de influência direta do empreendimento, para os meios físico e biológico é aquela que sofrerá maior impacto com a sua implantação, sendo delimitada pelo nível *maximorum* que irá compor as áreas alagadas para formação dos reservatórios, acrescida de uma faixa de 100 m acima do mesmo; os trechos de vazão reduzida do rio, acrescido de uma faixa de 50 m acima das margens do curso d'água; o canal de aproximação, a tomada d'água, a área da casa de força e demais estruturas a serem implantadas, tais como as vias de acesso, os canteiros de obras, o alojamento e as áreas de bota-fora.

- Meio Antrópico

A área de influência direta do empreendimento para o meio antrópico é aquela que sofrerá maior impacto com sua implantação, sendo delimitada pelos distritos de São João do Norte e Anutiba, localizados no município de Alegre além das áreas rurais contíguas aos rios Braço Direito e Braço Esquerdo, do início dos reservatórios, passando pelos trechos de vazão reduzida até a casa de força.

3.1.2 – Fase de Operação

- Meio Físico e Biótico

A área de influência direta do empreendimento para os meios físico e biológico é aquela que sofrerá maior impacto com a sua operação, sendo delimitada pelo nível *maximorum* que irá compor as áreas alagadas para formação dos reservatórios, acrescida de uma faixa de 100 m acima do nível d'água; os trechos de vazão reduzida do rio, acrescido de uma faixa de 50 m acima das margens do curso d'água e a área da casa de força.

- Meio Antrópico

A área de influência direta do empreendimento para o meio antrópico é aquela que sofrerá maior impacto com a sua operação, sendo delimitada pelo distrito de São João do Norte e áreas rurais contíguas aos rios Braço Direito e Braço Esquerdo, do início dos reservatórios, passando pelos trechos de vazão reduzida até a casa de força.

3.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

3.2.1 – Fase de Implantação

- Meio Físico e Biótico

A área de influência indireta do empreendimento, para os meios físico e biológico, na fase de implantação, é composta pelas áreas de contribuição que formam a bacia hidrográfica do Rio Itapemirim à montante da PCH Santa Fé.

- Meio Antrópico

A área de influência indireta do empreendimento, para o meio antrópico, na fase de implantação, compreende todo o município de Alegre.

3.2.2 – Fase de Operação

- Meio Físico e Biótico

A área de influência indireta do empreendimento, para os meios físico e biológico, na fase de operação é composta pelas áreas situadas na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim à montante da PCH Santa Fé.

- Meio Antrópico

A área de influência indireta do empreendimento, para o meio antrópico, na fase de operação, compreende todo o município de Alegre.