

Relatório Ambiental Simplificado - RAS

Ampliação da UHE Governador Ney Braga





SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES DO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA	1
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	1
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA.....	1
1.3 EQUIPE TÉCNICA.....	2
2. INTRODUÇÃO	5
3. REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL	6
3.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	14
3.2 PROTEÇÃO DA FAUNA E FLORA.....	17
3.2.1 Fauna	18
3.2.2 Flora	19
3.3 RECURSOS HÍDRICOS	22
3.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO	24
3.5 POPULAÇÕES INDÍGENAS.....	26
3.6 POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS (PCTs)	29
3.7 BENS CULTURAIS ACAUTELADOS EM ÂMBITO FEDERAL	30
3.8 PLANO DIRETOR MUNICIPAL E LEI ORGÂNICA.....	31
3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
4. HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	33
5. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	39
5.1 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	40
5.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA UHE GNB	41
5.2.1 Arranjo Geral	42
5.2.2 Equipamentos e Sistemas Mecânicos	71
5.2.3 Equipamentos e Sistemas Elétricos	85
5.2.4 Integração da Usina ao Sistema.....	103
5.2.5 Subestação 525 kV	104
5.2.6 Abertura de acessos.....	108
5.2.7 Cuidados com estruturas existentes nos procedimentos de escavação em rocha.....	109
5.2.8 Estação Experimental De Estudos Ictiológicos - EEEL	111
5.2.9 Canteiro de Obras	132



5.2.10	Sequência Construtiva	163
5.2.11	Mobilização.....	217
5.2.12	Manutenção do Canteiro.....	218
5.2.13	Logística de Abastecimento à Obra.....	229
5.2.14	Estimativa de Custos	233
5.2.15	Cronograma de Construção	234
6.	ANÁLISE DE ALTERNATIVAS	236
6.3	DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA UHE GNB	236
6.1.1	Alternativas Estudadas.....	236
6.1.2	Comparação de Alternativas.....	240
6.1.3	Alternativa Selecionada.....	243
6.2	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DA LT E SE.....	244
6.3	ALTERNATIVAS DA EEEI.....	246
6.3.1	Aproveitamento parcial das estruturas da EEEI atual.....	247
6.3.2	Área do Canteiro de Obras (Margem Direita a Jusante da Barragem	247
6.3.3	Bota-Fora próximo ao Desemboque do Túnel de Desvio da PCH DJR	248
6.3.4	Alternativa selecionada.....	248
7	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	250
7.1	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII.....	250
7.2	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	251
7.3	ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA	251

LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1: Arranjo original da 2ª fase da UHE GNB na margem direita.....	36
Figura 4-2: Arranjo original da 2ª fase da UHE GNB na margem direita.....	36
Figura 5-1: Imagem da barragem dos condutos forçados da UHE GNB, junho de 2024 (Foto: Soma Consultoria Ambiental).	40
Figura 5-2: Imagem aérea do vertedouro e reservatório da UHE GNB, junho de 2024 (Foto: Soma Consultoria Ambiental).	40
Figura 5-3: Localização da Usina Hidrelétrica Governador Ney Aminthas de Barros Braga (UHE GNB).	41
Figura 5-4: Arranjo geral da nova Casa de Força e Circuito de Geração	43
Figura 5-5: Arranjo do projeto de ampliação da capacidade instalada da UHE GNB	44



Figura 5-6: Planta e cortes das escavações do Canal de Adução	46
Figura 5-7: Planta, corte e perspectivas da estrutura da Tomada de Água	47
Figura 5-8: Localização da nova Tomada d'Água.....	48
Figura 5-9: Vista aérea obtida por drone da área da nova tomada d'água, com representação da área aproximada da estrutura e área de serviço.....	49
Figura 5-10: Imagem área das áreas de intervenção da UHE GNB. Na porção superior pode ser observada área aproximada a ser ocupada pela Tomada d'água e área de serviço.....	49
Figura 5-11: Planta e cortes dos <i>shafts</i>	51
Figura 5-12: Seção transversal do túnel forçado a ser construído	52
Figura 5-13: Planta e cortes dos túneis forçados.....	53
Figura 5-14: Planta e cortes do túnel de serviço.....	54
Figura 5-15: Planta da Casa de Força	56
Figura 5-16: Perspectivas da Casa de Força	57
Figura 5-17: Área da Nova Casa de Força e Ponte de Serviço.....	58
Figura 5-18: Vista aérea da localização da nova casa de força	58
Figura 5-19 - Canteiro de Obras e Acessos - Disposição Geral.....	60
Figura 5-20 - Curvas de nível obtidas de levantamento topobatimétrico na região do bota-fora da margem direita.....	61
Figura 5-21 - Curvas de nível obtidas a partir de levantamento batimétrico no reservatório da UHE Segredo.....	62
Figura 5-22 - Arranjo Geral (indicação da localização das ensecadeiras).....	63
Figura 5-23 - Planta e seção da ensecadeira de montante.....	65
Figura 5-24 - Da esquerda para a direita: escavadeiras com caçamba de arrasto, de garras e tipo <i>clam shell</i> (Fontes: Technical data – HS 8040.1 e Technical data – HS 8130.1 (https://www.liebherr.com)).....	66
Figura 5-25 - Sequência construtiva da escavação do canal de adução e implantação da ensecadeira.....	67
Figura 5-26 - Talude de montante de uma barragem protegido com <i>rip-rap</i> (Fonte: Barragens de terra: características de seus alteamentos - Scientific Figure on ResearchGate. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Talude-de-montante-de-barragem-com-rip-rap_fig6_362891789)	68
Figura 5-27 - Planta e corte típico da ensecadeira de jusante	70
Figura 5-28 - Ponte em concreto armado e protendido para acesso à nova Casa de Força.....	71
Figura 5-29: Planta do traçado da LT 525kV localizado na margem direita	104
Figura 5-30: Vista atual da Subestação Segredo.....	106
Figura 5-31: Área de ampliação da SE Segredo.....	107
Figura 5-32: Localização da subestação blindada e isolada a gás SF ₆ e dos transformadores elevadores.....	108
Figura 5-33: Localização da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (Foto: Soma Consultoria Ambiental, junho de 2024).....	111
Figura 5-34: Instalações da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (Fotos: Soma Consultoria Ambiental, junho de 2024).....	112



Figura 5-35: Área da nova Tomada d'Água que irá se sobrepor à área das instalações atuais da EEEI.....	113
Figura 5-36: Localização atual e futura da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos.	113
Figura 5-37: Área aproximada do canteiro de obras da PCH Derivação do Jordão, limitada pela estrada de acesso ao túnel de desvio para a UHE GNB.....	114
Figura 5-38 – Área de realocação da EEEI em 2003, no início da recuperação ambiental do antigo canteiro de obras	115
Figura 5-39 – Situação atual da área em 2024 apresentando vegetação em estágio inicial e médio	115
Figura 5-40: Imagem área (junho/2024) indicando a área aproximada do projeto de relocação da EEEI (Imagem: Soma Consultoria Ambiental).....	115
Figura 5-41: Projeto da nova Estação Experimental de Estudos Ictiológicos	119
Figura 5-42: Localização aproximada da linha de distribuição e guarita	132
Figura 5-44: Localização das áreas do canteiro de obras nos polígonos em vermelho.....	134
Figura 5-45: Canteiro Industrial e Frentes de Serviço de Montante e Jusante	135
Figura 5-46: Canteiro Administrativo, Áreas de Vivência, Ambulatório, Almoxarifados, Alojamento, Pátio de Madeira, Posto de Combustíveis e Oficina.....	136
Figura 5-47: Arranjo preliminar de canteiro de obras da frente de ampliação da SE Segredo 525 kV	137
Figura 5-48: Localização do Canteiro de Obras Industrial.....	139
Figura 5-49: Imagem aérea do canteiro industrial da UHE GNB em fase final de construção (primeira foto sem indicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro para o projeto de ampliação).	140
Figura 5-50: Locais de Instalação do Canteiro de Obras logo após a desmobilização das estruturas da construção (primeira sem indicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro).....	141
Figura 5-51: Imagem aérea do canteiro industrial da UHE GNB após desmobilização (primeira sem indicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro).....	142
Figura 5-52: Locais de Instalação do Canteiro de Obras obtidas por drone em junho/2024 (primeira sem indicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro)	143
Figura 5-53: Destaque do Arranjo da UHE GNB com canteiro de obras (primeira sem representação da localização do canteiro e depois com a representação aproximada do canteiro do projeto de ampliação).....	144
Figura 5-54: Estruturas do Canteiro Administrativo e de Apoio	149
Figura 5-55: Área Complementar para Canteiro Administrativo e de Apoio.	149
Figura 5-56: Imagem aérea (junho/2024) da área do Canteiro Administrativo e de Apoio	150
Figura 5-57 Imagem aérea (junho/2024) da área do Canteiro Administrativo e de Apoio com representação aproximada da área a ser ocupada.	151
Figura 5-58: Destaque da Área do Canteiro Administrativo e de Apoio (elipse em vermelho) e Área Complementar (elipse em laranja) ocupada anteriormente na implantação da UHE GNB	152
Figura 5-59: Exemplo de caminhão comboio (Fonte: https://www.bombasandrade.com.br/)...	154
Figura 5-60: Exemplo de tanque aéreo para combustíveis com bacia de detenção (Fonte: https://www.lceequipamentos.com/)	155



Figura 5-61: Traçado da rede de abastecimento de água em azul, na região do canteiro administrativo e áreas de vivência. Fonte: https://paranainterativo.pr.gov.br/apps/pesquisa_avancada/	157
Figura 5-62: Malha viária existente na região do canteiro administrativo e áreas de vivência. Revestimento asfáltico em vermelho, pedra irregular em preto e leito natural sem revestimento, em verde.	158
Figura 5-63: Traçado aproximado do alimentador PCH Elejor 34,5 kV	159
Figura 5-64: Planta indicando a localização da canaleta de drenagem construída na época da obra.	161
Figura 5-65: Detalhe indicando a seção da canaleta e cortes indicando os aterros construídos na região do canteiro de obras.	161
Figura 5-66: Mapa hipsométrico da região do canteiro industrial indicando o traçado da canaleta de drenagem em tons de azul.....	162
Figura 5-67: 1ª Etapa da sequência construtiva.....	164
Figura 5-68: 2ª Etapa da sequência construtiva.....	165
Figura 5-69: 3ª Etapa da sequência construtiva.....	166
Figura 5-70: Área da EEEL atingida pelas escavações do novo Canal de Adução e fotos da EEEL	168
Figura 5-71: Área do depósito de resíduos atingida pelas escavações da nova Casa de Força e fotos externas do depósito e dos tambores de acondicionamento	168
Figura 5-72 - Localização preliminar do novo depósito de inflamáveis.....	169
Figura 5-73: Componentes de uma unidade geradora genérica com turbina Francis.....	174
Figura 5-74: Lançamento da blindagem do tubo de sucção.	174
Figura 5-75: Instalação da blindagem do tubo de sucção.	175
Figura 5-76: Imagem após concretagem da blindagem do tubo de sucção, já com os berços para Caixa Espiral.....	176
Figura 5-77: Montagem do pré-distribuidor na área de montagem.....	177
Figura 5-78: Soldagem das virolas da Caixa Espiral no Pré-Distribuidor.	178
Figura 5-79: Conclusão da Caixa Espiral.....	178
Figura 5-80: Imagem da montagem do Revestimento do Poço na Caixa Espiral.	179
Figura 5-81: Visão do barril do gerador, após concretagem da caixa espiral.	180
Figura 5-82: Anel Inferior.....	180
Figura 5-83: Pás diretrizes do distribuidor.	181
Figura 5-84: Montagem das pás diretrizes.	181
Figura 5-85: Exemplo de lançamento do rotor de uma turbina tipo Francis.....	182
Figura 5-86: Lançamento da tampa da turbina.....	183
Figura 5-87: Tampa da turbina no poço.....	183
Figura 5-88: Eixo da Turbina na área de montagem.....	184
Figura 5-89: Eixo da Turbina no poço	184
Figura 5-90: Cone suporte na área de montagem.	185
Figura 5-91: Lançamento do Cone Suporte.	185
Figura 5-92: Cone suporte no poço da turbina.	186
Figura 5-93: Montagem do mancal escora.	186



Figura 5-94: Lançamento do estator do gerador.....	187
Figura 5-95: Montagem cruzeta superior.....	188
Figura 5-96: Exemplo de lançamento do rotor do gerador de uma máquina vertical.	189
Figura 5-97: Exemplo de fechamento de uma máquina.	190
Figura 5-98: Exemplo de grades instaladas em uma tomada d'água.....	191
Figura 5-99: Teste de vedação em uma comporta aplicada a uma usina hidrelétrica	192
Figura 5-100: Exemplo de ponte rolante	193
Figura 5-101: Pórtico rolante utilizado em uma usina hidrelétrica.....	194
Figura 5-102: Semi-pórtico utilizado no tubo de sucção da UHE GJR.....	195
Figura 5-103: Sistema de resfriamento de uma usina hidrelétrica, que compõe os sistemas auxiliares mecânicos.....	196
Figura 5-104: Sistemas auxiliares elétricos instalados em uma galeria da Casa de Força	197
Figura 5-105: Transformador elevador de uma usina hidrelétrica	198
Figura 5-106: À esquerda da imagem, exemplo de subestação compacta instalada junto aos transformadores.....	199
Figura 5-107: Recorte Fluxograma SG2-GET-FL-327-12-0001.....	200
Figura 5-108: Comissionamento dos painéis de proteção.	202
Figura 5-109: Comissionamento dos painéis da sala de controle.....	202
Figura 5-110: Comissionamento do Cubículo de Excitação.	203
Figura 5-111: Modelo de torre a ser instalada	205
Figura 5-112 – Exemplos de banheiro químico (Fonte: https://dedambiental.com.br/), bebedouro industrial (Fonte: https://casadosbebedouros.com.br/) e reservatório IBC (Fonte: https://www.iglesembalagens.com.br/).....	220
Figura 5-113 - Sistema de tratamento de água residuária. (1) Câmara de entrada do efluente da lavagem dos caminhões e do pátio, (2) câmara de decantação intermediária e (3) câmara de saída.	222
Figura 5-114 – Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.	224
Figura 5-115 - Taxa de acumulação total de lodo por faixa de temperatura ambiente (K), em dias, e período de detenção dos despejos por faixa de contribuição diária (T).	225
Figura 5-116 - Localização da ETE Monjolo em relação a área disponibilizada para o canteiro administrativo e áreas de vivência	227
Figura 5-117: Histograma preliminar de mão-de-obra	230
Figura 6-1: Alternativa Margem Direita (MD).....	237
Figura 6-2: Alternativa Margem Esquerda (ME-1).....	239
Figura 6-3: Alternativa Margem Esquerda (ME-2).....	240
Figura 6-4: Comparação do traçado da LT e na ampliação da SE nas alternativas.	245
Figura 6-5: Alternativas locais estudadas para nova EEEI	246
Figura 6-6: Local definido para nova EEEI.....	249
Figura 7-1: Configuração das áreas de influência	250
Figura 7-2: Áreas de Influência dos Meios Físico e Biótico	252
Figura 7-3: Áreas de Influência do Meio Socioeconômico.....	253



LISTA DE QUADROS

Quadro 3-1: - Legislação ambiental aplicável (âmbito federal).....	7
Quadro 3-2: Legislação ambiental aplicável (âmbito estadual).....	11
Quadro 3-3: Legislação ambiental aplicável (âmbito municipal).	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 5-1: Características principais do projeto de ampliação da capacidade instalada da UHE GNB	45
Tabela 5-2. Resumo das Estruturas Existentes da EEEI Atual	118
Tabela 5-3: Volume estimado das pilhas de materiais para atender a um dia de concretagem média de 350 m ³	145
Tabela 5-4: Dimensões das pilhas de agregados.....	146
Tabela 5-5 - Dimensionamento do volume útil dos tanques sépticos.....	226
Tabela 5-6 – Dimensões internas dos tanques sépticos do canteiro de obras.....	226
Tabela 5-7: Origem dos materiais de construção.....	232
Tabela 5-8: Destino dos Materiais Provenientes das Escavações Obrigatórias.....	232
Tabela 5-9: Resumo de Utilização dos Materiais Escavados.....	232
Tabela 5-10 – Balanço de Materiais	232
Tabela 6-1 – Quantitativos de supressão de vegetação nas duas alternativas.....	243



1. INFORMAÇÕES DO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social: Copel Geração e Transmissão S.A.

CNPJ: 043.702.820/001-70

Endereço: Rua José Izidoro Biazetto, 158 – Bloco A

CEP: 81200-240

Fone/Fax: 41 3331-4920

Responsável legal pelo empreendimento/Pessoa responsável:

Nome: Adriano Fedalto

Cargo: Diretor Administrativo Financeiro

Endereço: Rua José Izidoro Biazetto, 158 – Bloco A

CEP: 81200-240

Fone/Fax: 41 3331-4141

1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

SOMA - Serviços, Organização e Meio Ambiente Ltda

CNPJ: 03.743.732/0001-60

CTF: 96681

Avenida Desembargador Hugo Simas, 1588

80.520-250 - Curitiba - PR

Fone/FAX: (41) 3015-0805

Representante Legal/Pessoa de contato: Paulo Procópio Burian

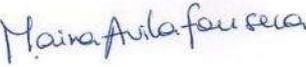
CPF: 120.693.658-40

Fone: 41 99967-1263

Email: ppburian@somaambiente.com.br



1.3 EQUIPE TÉCNICA

NOME DO PROFISSIONAL	ATIVIDADES REALIZADAS	ASSINATURA
<p>Paulo Procópio Burian Sociólogo Ph.D. - DRT - PR 259 CTF: 96666</p>	<p>Coordenação Técnica Geral dos estudos ambientais</p>	
<p>Jorge Luiz Teixeira Engº Cartógrafo - CREA-PR-20435/D Especialista em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental ART1720244170146 CTF: 96679</p>	<p>Coordenação técnica de equipe multidisciplinar para elaboração dos diagnósticos ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico, avaliação de impactos, programas e planos ambientais, mapas temáticos e geoprocessamento.</p>	
<p>Marcelo Moglia Dutra Eng. Agrônomo - CREA/RS 112320-D ART: 1720244179160 CTF: 640779</p>	<p>Elaboração do diagnóstico ambiental do Meio Físico, avaliação de impactos, programas e planos ambientais.</p>	
<p>Gilmar Baumgartner Biólogo - CRBio7 17466/07-D ART 07-1308/24 CTF: 893357</p>	<p>Estudos referentes à qualidade da água, limnologia e ictiofauna.</p>	
<p>Maira Avila Fonseca Bióloga - CRBio 28813/07-D ART: 07-1456/24 ART:07-2263/24 CTF: 45830</p>	<p>Coordenação do meio biótico e dos estudos de fauna terrestre, avaliação de impactos, programas e planos ambientais.</p>	
<p>Vanessa Ariati Bióloga- CRBio 66969/07-D ART: 07-1573/24 CTF: 3858820 26/</p>	<p>Coordenação dos estudos e elaboração de diagnóstico do meio biótico, referente à flora.</p>	
<p>Jean Júnior Barcik Biólogo - CRBio 83001/07-D ART:07-1462/24</p>	<p>Diagnóstico da avifauna</p>	



NOME DO PROFISSIONAL	ATIVIDADES REALIZADAS	ASSINATURA
CTF: 2156012		
David Augusto Roher Biólogo – CRBio 83346/07-D ART 07-1463/24 ART 07-2292/24 CTF: 5628891	Diagnóstico de himenópteros	
Gabriel Shimokawa Magezi Biólogo – CRBio 83001/07-D ART: 07-1492/24 CTF: 3318886	Diagnóstico da mastofauna	
Gilberto Alves de Souza Filho Biólogo – CRBio 07-0426/20 ART: 07-1457/24 CTF: 2825958	Diagnóstico da herpetofauna	
Paulo Procópio Burian Sociólogo Ph.D. - DRT - PR 259 CTF: 96666	Diagnóstico do Meio Socioeconômico, avaliação de impactos, programas e planos ambientais	
Roni Wunder Sociólogo MSc. - DRT - PR 258 CTF: 96680	Diagnóstico do Meio Socioeconômico	
Ângelo Hartmann Pires Geógrafo CREA-PR-127090/D ART: 1720244140764 CTF: 5133820	Desenvolvimento de geoprocessamento, sistema de informações geográficas – SIG e mapas temáticos	
Zeno Kotecki Especialista em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental	Apoio administrativo	
Vanessa dos Passos Mau Técnica em Contabilidade Assistente Administrativo e Financeiro	Apoio administrativo	

As Anotações de Responsabilidade Técnica e os Certificados de Regularidade do CTF estão apresentados nos ANEXOS I e II.





2. INTRODUÇÃO

O presente documento contém o Relatório Ambiental Simplificado – RAS do projeto de ampliação da potência da Usina Hidrelétrica Governador Ney Aminthas de Barros Braga (UHE GNB), localizada nos municípios de Mangueirinha e Reserva do Iguaçu, Estado do Paraná.

A abrangência, os procedimentos e os critérios utilizados no desenvolvimento dos estudos ambientais estão fundamentados na Resolução SEDEST 09 de 23 de fevereiro de 2021, a qual estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos para licenciamento de unidades de geração de energia elétrica a partir de potencial hidráulico, no âmbito do Estado do Paraná.

O RAS do projeto de ampliação da UHE GNB está subdividido em capítulos que abrangem a caracterização do empreendimento, a legislação ambiental incidente, a definição das áreas de estudo, o diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, a identificação e avaliação dos impactos ambientais, a proposição de programas e planos ambientais e demais informações inerentes ao estudo.

Contempla ainda os mapas temáticos em escalas compatíveis com as referidas áreas de influência do empreendimento.



3. REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL

Este Relatório Ambiental Simplificado foi elaborado de acordo com a Resolução SEDEST 09 de 23 de fevereiro de 2021, a qual estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos para licenciamento de unidades de geração de energia elétrica a partir de potencial hidráulico, no âmbito do Estado do Paraná.

A localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam vir a causar degradação e/ou modificação ambiental, estão condicionada a controles impostos pelas normas de Direito Ambiental, sendo que as mais importantes são aquelas derivadas da Constituição Federal, em seu Artigo 225; a Lei nº 6.938/81, que institui o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA; as leis específicas que tratam sobre a proteção da fauna, flora, recursos hídricos e outros recursos naturais, e; Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, sendo todos estes dispositivos legais vigentes na esfera federal.

Em nível federal, é importante citar a Lei nº 9.605/98 que introduziu a responsabilidade penal da pessoa jurídica pela degradação ambiental e que trouxe aos empreendedores o desafio de gerenciar a questão jurídica que gera responsabilidade civil, penal e administrativa mesmo para uma atividade legalmente desenvolvida, autorizada e licenciada.

É importante ressaltar que este capítulo do RAS não tem por objetivo discutir os meandros da legislação ambiental aplicável ao Projeto de Ampliação da UHE GNB, incluindo a Linha de Transmissão e a subestação, mas trata de evidenciar que o empreendedor tem plena consciência dos requisitos legais intervenientes ao empreendimento proposto e, como não poderia deixar de ser, tem comprometimento com o atendimento às exigências legais em seus diversos campos de regulação. Durante a explanação de cada área de conhecimento neste



RAS, as leis e disposições legais aplicáveis são avaliadas e adotadas como norteadores dos respectivos estudos.

O Quadro 3-1 apresenta os mais importantes dispositivos legais na área de meio ambiente no âmbito federal, o Quadro 3-2 relaciona os principais dispositivos legais associados ao licenciamento ambiental no estado do Paraná e o Quadro 3-3 apresenta aos principais dispositivos relacionados ao licenciamento ambiental em nível municipal.

Quadro 4-1: - Legislação ambiental aplicável (âmbito federal).

TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Proteção do Meio Ambiente	Lei nº 6.938 de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e institui o Cadastro de Defesa Ambiental.
Proteção do Meio Ambiente	Constituição Federal de 1988	O Capítulo VI, artigo 225, determina que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”
Proteção do Meio Ambiente	Decreto nº 99.274 de 1990	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 001 de 1986	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação de avaliação de impacto ambiental (EIA/RIMA).
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 006 de 1987	Regulamenta o licenciamento ambiental para exploração, geração e distribuição de energia elétrica.
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 237 de 1997	Revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental.



TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 428 de 2010	Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.
Licenciamento Ambiental	Instrução Normativa nº 07 de 2014	Estabelece procedimentos do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, nos processos de Licenciamento Ambiental.
Recursos Hídricos	Lei Nº 9.433 de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Recursos Hídricos	Decreto Federal nº 4.136 de 2002	Dispõe sobre lançamento de óleo e substâncias nocivas
Ruídos	ABNT NBR 10151/2019	Estabelece os procedimentos técnicos a serem adotados na execução de medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos e externos às edificações, bem como procedimentos e limites para avaliação dos resultados em função da finalidade de uso e ocupação do solo
Ruídos	Resolução CONAMA 01/1990	Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais, comerciais, recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.
Resíduos	Resolução CONAMA 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Qualidade do Ar	Resolução CONAMA 491/2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar
Crimes Ambientais	Lei nº 9.605 de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Unidades de Conservação	Lei nº 9.985 de 2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.
Unidades de Conservação	Decreto nº4.340/2002	Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências



TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Flora	Lei nº 12.651 de 2012	Novo Código Florestal - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa
Flora	Portaria MMA Nº148 de 2022	Estabelece as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção
Flora	Instrução Normativa IBAMA nº 21/2014	Institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais – Sinaflor, estabelece critérios e procedimentos sobre o Documento de Origem Florestal – DOF e outras providências
Flora	Instrução Normativa IBAMA nº 09/2019	Estabelece critérios e procedimentos para anuência prévia à supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado
Flora	Resolução CONAMA nº 02/1994	Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado do Paraná
Área de Preservação Permanente	Resoluções CONAMA nº 302 de 2002 e 303 de 2002	Apresentam as definições de Área de Preservação Permanente em suas diversas formas
Área de Preservação Permanente	Resolução CONAMA nº 369 de 2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP
Mata Atlântica	Lei nº 11.428 de 2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.
Mata Atlântica	Resolução CONAMA nº 388/2007	Dispõe sobre a convalidação das resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4º, § 1º, da lei nº 11.428/2006
Mata Atlântica	Resolução CONAMA nº 002 de 1994	Define a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica no estado do Paraná, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais.
Mata Atlântica	Decreto Federal nº 6.660/08	Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica



TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Fauna	Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007	Estabelece os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental, conforme legislação aplicável
Fauna	Portaria IBAMA nº 10/2009	Determina que os dispositivos contidos na Instrução Normativa 146/2007 do IBAMA ficam restritos ao licenciamento de empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico
Fauna	Portaria MMA nº 43/2014	Institui o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção – Pró-Espécies, com o objetivo de adotar ações de prevenção, conservação, manejo e gestão, com vistas a minimizar as ameaças e o risco de extinção de espécies
Fauna	Portaria MMA nº 148 de 2022	Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção.
Biodiversidade	Portaria Conjunta IBAMA e ICMBio nº 7/2022	Institui o Sistema de Gestão de Dados de Biodiversidade para Avaliação de Impacto Ambiental (SISBio) no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e no Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Educação	Lei Estadual nº 17505/2013	Institui a Política Estadual de Educação Ambiental e o Sistema de Educação Ambiental e adota outras providências
Patrimônio Arqueológico	Lei nº 3.924 de 1961	Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.
Patrimônio Arqueológico	Portaria do IPHAN nº 07 de 1988	Estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e às autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos previstas na Lei n.º 3.924, de 26 de julho de 1961.
Patrimônio Arqueológico	Instrução Normativa IPHAN nº 001 de 2015	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participa.
Povos e Comunidades Tradicionais	Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007,	Instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais,



TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Povos e Comunidades Tradicionais	Portaria Interministerial nº60 de 2015	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do IBAMA
Campos elétricos e magnéticos	Resolução Normativa ANEEL 616/2014	Dispõe sobre os limites a exposição humana a campos elétricos e magnéticos originários da instalação de empreendimentos de energia elétrica.
Campos elétricos e magnéticos	NBR 5422/1985	Dispõe sobre a instrumentação, os métodos de medição e os valores de referência de exposição humana a campos produzidos por dispositivos que operam na frequência industrial (50 e 60 Hz);
Subestações	NBR 15751/2009	Dispõe sobre o dimensionamento do sistema de aterramento de subestações.
Subestações	NBR 13231/2005:	Trata da proteção contra incêndios em subestações.
Linhas de Transmissão	Portaria IBAMA nº 421, de 26 de outubro de 2011.	Dispõe sobre o licenciamento e a regularização ambiental federal de sistemas de transmissão de energia elétrica e dá outras providências
Gerenciamento de Riscos	NBR 15662/2009	Trata da elaboração de programa de gerenciamento de riscos de explosão.
Descargas elétricas	NBR 5419/2001	Trata da proteção de estruturas contra descargas elétricas.

Quadro 4-2: Legislação ambiental aplicável (âmbito estadual).

TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Proteção do Meio Ambiente	Constituição do Estado do Paraná	Dispõe sobre aspectos gerais da política estadual de meio ambiente
Proteção do Meio Ambiente	Decreto SEMA nº 387 de 1999	Institui o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente, integrado ao Programa de Conservação da Biodiversidade (Rede da Biodiversidade), Sistema Estadual de Reposição Florestal Obrigatória (SERFLOR), Programa Estadual de Desenvolvimento Florestal (PRODEFLO) e Programa Florestas Municipais.
Licenciamento Ambiental	Resolução SEMA nº 31 de 1998	Regulamenta o licenciamento ambiental no Estado do Paraná e dá outras providências



TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Licenciamento Ambiental	Resolução CEMA n°107/2020	Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente e adota outras providências
Licenciamento Ambiental	Resolução SEDEST n° 13 / 2021	Estabelece definições, critérios, diretrizes procedimentos para o licenciamento ambiental de sistemas de transmissão, distribuição e subestação de energia elétrica, no âmbito do Estado do Paraná.
Licenciamento Ambiental	Resolução SEDEST n°9/2021	Estabelece definições, critérios, diretrizes procedimentos para licenciamento de unidades de geração de energia elétrica a partir de potencial hidráulico, no âmbito do Estado do Paraná
Licenciamento Ambiental	Lei 22.252 - 12 de dezembro de 2024	Dispõe sobre normas gerais para o licenciamento ambiental no Estado do Paraná, e dá outras providências
Ensaio Ambientais	Resolução CEMA 100/2017	Estabelece critérios para o cadastramento de Laboratórios de Ensaio Ambientais e de equipamentos para medições ambientais
Qualidade do Ar	Resolução SEMA 16/2014	Define critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida
Flora	Decreto Estadual 1940/1996	Institui no Estado do Paraná, o sistema Estadual de Reposição Florestal Obrigatória – “SERFLOR
Flora	Resolução Conjunta SEDEST/IAT N° 10/2024	Estabelece as diretrizes para o cumprimento do disposto no art. 17 da Lei Federal n° 11428/2006 e na Lei Federal n° 12651/2012 para a compensação ambiental, decorrente de supressão de vegetação nativa, pertencentes aos Biomas de Cerrado e de Mata Atlântica, e seus ecossistemas associados no Estado do Paraná.
Flora	Resolução SEMA/PR n° 003/2019	Estabelece procedimento para a compensação ambiental em supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica
Flora	Portaria IAT N°300 de 2022	Estabelece os critérios e procedimentos para o requerimento de Autorização de Supressão de Vegetação – ASV durante o processo de licenciamento ambiental no Estado do Paraná
Flora	Portaria IAT n° 297/2023	Estabelece critérios e procedimentos para o requerimento de Uso Alternativo do Solo, mediante supressão de vegetação nativa nas fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica no Paraná



TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Flora	Portaria IAT n° 170/2020	Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento Da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas – PRAD
Fauna	Decreto Estadual PR n° 3.148/2004	Estabelece a Política Estadual de Proteção à Fauna Nativa, seus princípios, alvos, objetivos e mecanismos de execução, define o Sistema Estadual de Proteção à Fauna Nativa – SISFAUNA, cria o Conselho Estadual de Proteção à Fauna – CONFAUNA, implanta a Rede Estadual de Proteção à Fauna Nativa – Rede PRÓ-FAUNA e dá outras providências.
Fauna	Portaria IAT n° 28/2023	Estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos para a emissão de Autorizações Ambientais para Estudos de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental no Estado do Paraná.
Fauna	Portaria IAT N° 12 de 2024	Estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos para Estudos de Fauna em processos de licenciamento ambiental no estado do Paraná
Biodiversidade	Portaria IAP n° 125/2009	Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, estabelece normas de controle e dá outras providências
Recursos Hídricos (Outorgas)	Instrução Normativa IAT n° 06 de 2023	Estabelece os critérios e parâmetros para Usos Insignificantes de Outorga, Intervenções Insignificantes e Usos e Intervenções Não Outorgáveis, com obrigatoriedade de cadastramento ou não.
Recursos Hídricos (Outorgas)	Portaria IAT n° 130/2020, de 05 de maio de 2020	Estabelece a previsão de usos insignificantes.
Recursos Hídricos (Outorgas)	Decreto n° 9.957, de 23 de janeiro de 2014,	Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos
Recursos Hídricos (Outorgas)	Lei n° 12726 DE 26/11/1999	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências.
Linhas de Transmissão e Subestação	Resolução SEDEST n. 13/2021, 23/02/2021	Estabelece definições, critérios, diretrizes procedimentos para o licenciamento ambiental de sistemas de transmissão, distribuição e subestação de energia elétrica, no âmbito do Estado do Paraná



TEMA	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Povos e Comunidades Tradicionais	Lei 17425, de 18 de dezembro de 2012 (alterada pela Lei 22.106 - 23 de agosto de 2024)	Cria o Conselho Estadual de Povos e Comunidades Tradicionais do Estado do Paraná

Quadro 4-3: Legislação ambiental aplicável (âmbito municipal).

MUNICÍPIO	REFERÊNCIA LEGAL	DESCRIÇÃO
Mangueirinha	Lei Orgânica nº01/1990	Possui dispositivo sobre a garantia e preservação, da proteção e da recuperação do meio ambiente
	Lei Nº 1.682/2011	Institui o Plano Diretor Municipal de Mangueirinha e dá outras providências.
Reserva do Iguaçu	Lei Orgânica de 06 de dezembro de 2005	Possui dispositivo específico sobre Meio Ambiente em sua seção IX Do Meio Ambiente
	Lei Nº 739/2011	Institui a Lei do Plano Diretor Municipal do município de Reserva do Iguaçu.

3.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

No decorrer da década de 1980 foram incorporados à legislação ambiental do Brasil os principais instrumentos e normas que contribuem para fortalecer a diretriz adotada pelo país, no sentido de garantir o desenvolvimento em consonância com a melhoria da qualidade ambiental e a proteção dos recursos naturais. Este processo teve como marco o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA em 1981.

Da PNMA emanam as principais diretrizes, leis e resoluções relacionadas ao meio ambiente. Embora essa Política tenha sido promulgada em 1981, muitas das



determinações contidas nela foram disciplinadas posteriormente através de normas de competência do CONAMA, consoante Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

Em 1988, a nova Constituição da República Federativa do Brasil apresentou um capítulo específico com relação ao Meio Ambiente. Em seu artigo 225, § 1º, IV, preceitua que:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

IV – Exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;”

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA foi, portanto, o primeiro instrumento constitucional da Política Nacional do Meio Ambiente, que orientou e ofereceu os elementos necessários para que o órgão ambiental competente emitisse um juízo de valor favorável ou desfavorável ao empreendimento, concedendo ou não a autorização para a construção. Já o RIMA é um reflexo dos estudos, a ser apresentado em volume único e em linguagem acessível a todos os interessados em tomar conhecimento do seu conteúdo.

Posteriormente, a Resolução CONAMA nº 237 de 1997 regulamentou alguns aspectos dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental; sobretudo estabelecendo critérios para exercício da competência para o licenciamento a que se refere o artigo 10 da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, através da integração na atuação dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA - na execução da PNMA, em



conformidade com as respectivas competências, nas três esferas de governo, Federal, Estadual e Municipal.

O Art. 5º daquela Resolução estabelece-se que:

“Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

(...);

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

(...);

Parágrafo único. O órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento”.

Além disso, esta mesma Resolução, em seu Artigo 7º, determina que os empreendimentos serão licenciados em um único nível de competência.

Outro aspecto relevante desta Resolução é que o Artigo 12º estabelece que o órgão ambiental competente poderá definir procedimentos específicos para as licenças ambientais, observadas a natureza, características e peculiaridades do empreendimento.

Na esfera estadual, a Resolução SEMA nº 031, de 24 de agosto de 1998 dispõe sobre o licenciamento ambiental, autorização ambiental, autorização florestal e anuência prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná.

A Lei Estadual Nº 10.233 de 28 de dezembro de 1992, instituiu a Taxa Ambiental para os processos de licenciamento. Esta foi alterada pelo art. 4º da Lei Estadual 15.431 de 15 de janeiro de 2007.



Já a Resolução nº 107 de 2020 do Conselho Estadual do Meio Ambiente estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná.

Especificamente em relação à empreendimentos hidrelétricos, a Resolução nº9 da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (Sedest), estabelece definições, critérios, diretrizes procedimentos para licenciamento de unidades de geração de energia elétrica a partir de potencial hidráulico, no âmbito do Estado do Paraná.

3.2 PROTEÇÃO DA FAUNA E FLORA

A Constituição Federal de 1988 estabelece que é de competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, preservar as florestas, a fauna e a flora, sendo vedadas as práticas ou atividades que coloquem em risco a sobrevivência destes recursos, ou que provoquem sua extinção.

Em fevereiro de 1998 foi promulgada a Lei Federal nº 9.605, denominada Lei dos Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Em 22 de julho de 2008 foi promulgado o Decreto Federal nº 6.514/08, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.

Esses dois instrumentos legais definem a aplicação de multas e demais instrumentos punitivos às pessoas e/ou instituições que pratiquem atos de degradação do meio ambiente, entre eles os crimes cometidos contra a fauna e a flora silvestre.

No Artigo 2º da Lei Federal nº 9.605/98 fica estabelecido que as sanções recaem sobre:



“Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida de sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro do conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.”

Nos artigos seguintes, é apresentada uma extensa relação de atividades consideradas crimes contra o meio ambiente, especificando as penas para cada crime praticado.

3.2.1 Fauna

O principal instrumento jurídico que regulamenta a proteção à fauna no Brasil é datado de 03 de janeiro de 1967 e consiste na Lei Federal nº 5.197. Nela estão especificadas e estabelecidas as normas de proteção e as premissas básicas de defesa da vida animal.

Com o advento da Lei Federal nº 9.605/98, Lei de Crimes Ambientais, surge a definição da fauna silvestre:

“São espécies da fauna silvestre todos aqueles pertencentes às espécies nativas, migratórias e quaisquer outras, aquáticas ou terrestres, que tenham todo ou em parte de seu ciclo de vida ocorrendo dentro dos limites do território brasileiro, ou águas jurisdicionais brasileiras.”

No Decreto Federal nº 6.514/08, no Artigo 24º, define os crimes contra a fauna e estabelece as punições a serem aplicadas para quem cometer os atos lesivos descritos:

“Art. 24. Matar, perseguir, caçar, apanhar, coletar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida.”

A Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, instituída pelo Ministério do Meio Ambiente é um dos mais importantes instrumentos utilizados pelo governo brasileiro para a conservação da



biodiversidade, onde são apontadas as espécies que, de alguma forma, estão ameaçadas quanto à sua existência. O Ministério do Meio Ambiente atualizou a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, para todos os grupos, através da Portaria N° 148 de 07 de junho de 2022.

No âmbito estadual a Lei n° 8.946, de 1989, proíbe a caça e pesca predatórias em território paranaense, e a Lei n° 11.067, de 1995, dispõe sobre a proibição de coleta, utilização, perseguição, apanha de exemplares da fauna ameaçados de extinção, como também a comercialização e atividades que impliquem nos termos de proibição.

O primeiro estado brasileiro a publicar uma lista regional de espécies ameaçadas foi o Paraná, que o fez em 17 de fevereiro de 1995. A revisão da lista de 1995 foi realizada pelo IAP/SEMA e *Mater Natura* – Instituto de Estudos Ambientais, gerando o Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no estado do Paraná, publicado em 2004.

As listas de espécies ameaçadas passaram por diversas atualizações desde então e mais recentemente foi publicada a Portaria IAT N° 12 de 10 de janeiro de 2024, revogando as Portarias anteriores.

3.2.2 Flora

O novo Código Florestal aprovado pela Lei Federal n° 12.651 de 25 de maio de 2012 norteia os instrumentos e normas do uso dos recursos florísticos do país. O Artigo 2° do novo código florestal estabelece-se que:

“As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação nativa, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.”

No artigo 2° do Código Florestal, supracitado, são definidas as florestas e demais formas de vegetação natural consideradas de preservação permanente,



dentre as quais aquelas localizadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, nas nascentes, no topo de morros, montes, montanhas e serras entre outras especificações apresentadas neste artigo.

O Código Florestal imputa ao Poder Público a prerrogativa de declarar áreas de preservação permanente segundo critérios definidos no artigo 3º desta Lei, e define que a supressão destas áreas para a execução de obras, planos, atividades, projetos de utilidade pública ou interesse social só é possível com autorização prévia do Poder Executivo Federal.

No caso de Área de Preservação Permanente, as Resoluções CONAMA nº 302/02 e 303/02 apresentam as definições de Área de Preservação Permanente em suas diversas formas.

A Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. Essa resolução define os casos em que é vedada intervenção em APP e os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP.

Por fim, há outros dispositivos legais que interferem sobre a flora na região de inserção do Projeto de Ampliação da UHE GNB, são elas: Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006) e o Decreto Federal nº 6.660, de 21 de novembro de 2008.

É importante destacar que a União, através do Ministério do Meio Ambiente, organiza listas de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, sendo atualizada periodicamente. A Portaria MMA Nº 148 de 7 de junho de 2022 estabeleceu as novas espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção.



A Resolução Conama N° 002 de 18 de março de 1994 define as formações vegetais primárias, bem como os estágios sucessionais de vegetação secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná,

Em nível estadual cabe citar a Portaria IAT N° 300 de 31 de agosto de 2022 estabelece os critérios e procedimentos para o requerimento de Autorização de Supressão de Vegetação – ASV durante o processo de licenciamento ambiental no Estado do Paraná.

Mais recentemente a Portaria IAT N° 297 de 23 de junho de 2023 estabeleceu critérios e procedimentos para o requerimento de Uso Alternativo do Solo, mediante supressão de vegetação nativa nas fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica no Paraná.

Em relação à compensação ambiental a Resolução Conjunta Sedest/IAT N°297/2023 estabeleceu as diretrizes para o cumprimento do disposto no art. 17 da Lei Federal n° 11.428, de 22 de dezembro de 2006 e na Lei Federal n° 12.651, de 25 de maio de 2012 para a compensação ambiental, decorrente de supressão de vegetação nativa, pertencentes aos Biomas de Cerrado e de Mata Atlântica, e seus ecossistemas associados no Estado do Paraná.

Em julho de 2024, a Resolução Conjunta Sedest/IAT N°10/2024 estabeleceu as diretrizes para o cumprimento do disposto no art. 17 da Lei Federal n° 11428/2006 e na Lei Federal n° 12651/2012 para a compensação ambiental, decorrente de supressão de vegetação nativa, pertencentes aos Biomas de Cerrado e de Mata Atlântica, e seus ecossistemas associados no Estado do Paraná.



3.3 RECURSOS HÍDRICOS

Em relação aos recursos hídricos, importante citar a Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Em seu Artigo Art. 12º, estabelece que:

“Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: ... IV: aproveitamento dos potenciais hidrelétricos”, e ainda: “Art. 16º: “Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.”

Cabe ainda citar o Decreto Federal nº 4.136, de 20 de fevereiro 2002, que dispõe sobre lançamento de óleo e substâncias nocivas. Este Decreto estabelece que:

“Art. 1º: Constitui infração às regras sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição [...]”

Deste modo, durante a etapa de construção, a empreiteira da obra do Projeto de Ampliação da UHE GNB deverá prevenir o lançamento de óleos ou substâncias oleosas, misturas oleosas e substâncias nocivas ou perigosas no recurso hídrico.

Importante citar também as outorgas referentes aos recursos hídricos, que envolvem um conjunto de normas visando regulamentar o uso dos recursos hídricos. Quando se trata de recursos hídricos de domínio federal, como o rio Iguaçu, quem concede as outorgas para utilização da água é a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

No nível federal, a principal norma de outorga de uso de recurso hídrico é a Lei Federal nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), que regula



a concessão de outorgas para o uso de recursos hídricos e estabelecer que o uso de água para empreendimentos energéticos deve ser autorizado pela (ANA).

A Resolução ANA nº 1.943/2022 atualizou os procedimentos para emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos em âmbito federal.

Especificamente no estado do Paraná, importante citar ainda que o Decreto nº 9.957, de 23 de janeiro de 2014, dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e a Portaria IAT 130/2020, de 05 de maio de 2020, estabelece a previsão de usos insignificantes. Esta Lei, em seu Artigo 1º, estabelece que ficam dispensados de outorga, as seguintes acumulações, derivações, captações e lançamentos:

- I- Acumulações e barragens em cursos d'água com volume de até 15.000 m³, e com área de espelho d'água inferior ou igual 10.000 m², e com altura de barramento inferior a 1,5 m;
- II- Derivações e captações individuais até 5,4 m³/h ou 129,6 m³/h em atividades de aquicultura;
- III- Derivações e captações individuais até 1,8 m³/h para as demais atividades;
- IV- Lançamentos de efluentes em corpos d'água com vazão até 1,8 m³/h.

Mais recentemente, a IN IAT nº 06 de 2023 estabeleceu os critérios e parâmetros para Usos Insignificantes de Outorga, Intervenções Insignificantes e Usos e Intervenções Não Outorgáveis, com obrigatoriedade de cadastramento ou não. Diante da travessia aérea prevista, assim como a ponte, vale citar o Artigo 9º:

Art. 9º. São consideradas como Usos e Intervenções Não Outorgáveis e dispensados de cadastramento junto ao IAT, as seguintes acumulações, derivações, captações, lançamentos e intervenções:



(...) IV Travessias, pontes, passarelas, canalizações, retificações, bueiros e proteção de margens em corpos d'água construídas até 1999, ano em que entrou em vigor a Lei Estadual 12726/1999;

V. Travessias aéreas de linhas de energia elétrica, cabos para telefonia e outras semelhantes sobre corpos hídricos existentes ou a serem construídas, em altura ou desnível tal que não interfiram em quaisquer níveis históricos máximos de cheia para a seção e sem que as estruturas de suporte (pilares) interfiram com o caudal de cheia;

3.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO

As unidades de conservação são porções do território com características naturais relevantes, criadas pelo poder público federal, estadual ou municipal, para preservação da natureza e sua biodiversidade. Estas áreas têm especial importância por abrigarem nascentes de rios, espécies raras ou ameaçadas de extinção e patrimônios naturais. Também contribuem para manutenção de paisagens, desenvolvimento de atividades de educação ambiental, pesquisa científica, lazer, banco genético de vida silvestre, entre outras atividades.

As Unidades de Conservação no Brasil são reguladas pela Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, e pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. A definição de zona de amortecimento de uma Unidade de Conservação é apresentada no Artigo 2º da Lei 9.985/2000, sendo assim expressa:

“XVIII - zona de amortecimento: o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade;”

O SNUC divide as categorias de unidades de conservação em dois grandes grupos: proteção integral e uso sustentável. Cada um desses grupos possui



diversas categorias de unidades; o grupo de proteção integral é formado por cinco diferentes categorias, sendo elas Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

Já no grupo de uso sustentável, as categorias são: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural. No Paraná há ainda duas outras categorias de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, são elas: Áreas Especiais de Uso Regulamentado (ARESUR) e Áreas Especiais e Interesse Turístico (AEIT).

Além dos diferentes tipos de Unidades de Conservação, elas também podem ser constituídas por diferentes entes da Federação, ou seja, podem existir Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais.

No estado do Paraná existem 71 unidades de conservação estaduais, das quais 51 são Unidades de Conservação de Proteção Integral e 20 Unidades de Conservação de Uso Sustentável (IAT, 2024).

Quanto às Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), que são áreas de conservação ambiental em terras privadas, o estado do Paraná conta hoje com 327 cadastradas e averbadas em caráter perpétuo conforme determina o Decreto Federal 5.746 de 05 de abril de 2006 e Decreto Estadual 1.529 de 02 de outubro de 2007, sendo 244 estaduais, 23 federais e 60 municipais perfazendo um total de 55.487,31 hectares de área conservada. (IAT, 2024).

Outro importante instrumento de política pública que visa o planejamento e implementação de medidas adequadas à conservação, à recuperação e ao uso sustentável de ecossistemas são as Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade



Inclui iniciativas como a criação de unidades de conservação (UCs), o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, a fiscalização, o fomento ao uso sustentável e a regularização ambiental.

O instrumento abrange ainda o apoio a áreas protegidas já estruturadas, como unidades de conservação, terras indígenas e territórios quilombolas, a identificação de novas áreas prioritárias e de medidas a serem implementadas nesses locais. Além disso, disponibiliza banco de dados com informações sobre as prioridades de ação em cada área, levando em conta a importância biológica e o uso econômico e sustentável.

As regras para a identificação de tais Áreas e Ações Prioritárias foram instituídas formalmente pelo Decreto nº 5092 de 21/05/2004 no âmbito das atribuições do MMA.

3.5 POPULAÇÕES INDÍGENAS

Povos e comunidades tradicionais são compostas por povos indígenas e comunidades remanescentes de quilombos.

Essas populações são destacadas na Constituição Federal de 1988, sendo-lhes assegurados os direitos dos povos indígenas nos artigos 231 e 232, e os dos remanescentes das comunidades dos quilombos no Ato das Disposições Constitucionais Transitórias – ADCT 68. Ambas ainda têm garantido o direito à manutenção de suas formas de expressão culturais específicas (Artigo 215).

A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, os Povos Indígenas tiveram garantido o reconhecimento dos “direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam” (Art. 231 C.F.)



O Capítulo VIII da Constituição - “DOS ÍNDIOS” - em seu art. 321 e seguintes enunciam as bases políticas e jurídicas das relações do Estado Brasileiro e os diferentes Povos Indígenas inseridos em território nacional.

O Art. 231 e seus parágrafos da Constituição Federal enunciam:

“Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las e fazer respeitar todos os seus bens.”

§ 1º: “São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios, as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.”

§ 2º: “As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se a sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes.”

§ 3º: “O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos em terras indígenas, só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei.”

§ 4º: “As terras de que trata este artigo são inalienáveis e indisponíveis e, os direitos sobre elas, imprescritíveis.”

§ 5º: “É vedada a remoção dos grupos indígenas de suas terras, salvo, “ad referendum” do Congresso Nacional, em caso de catástrofe ou epidemia que ponha em risco sua população, ou no interesse da soberania do País, após deliberação do Congresso Nacional, garantindo, em qualquer hipótese, o retorno imediato logo que cesse o risco.”

§ 6º: “São nulos e extintos, não produzindo efeitos jurídicos, os atos que tenham pôr objeto a ocupação, o domínio e a posse das terras a que se refere este artigo, ou a exploração das riquezas naturais do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes, ressalvado relevante interesse público da União, segundo o que dispuser lei complementar, não gerando a nulidade e a extinção direito a indenização ou ações contra a União, salvo, na forma da lei, quanto às benfeitorias derivadas da ocupação de boa-fé.”

Finalizando, o art. 232 da Constituição Federal diz:



“Art. 232: “Os índios, suas comunidades e organizações são partes legítimas para ingressar em juízo em defesa de seus direitos e interesses, intervindo o Ministério Público em todos os atos do processo.”

Tendo em vista as peculiaridades que envolvem a matéria, outro dispositivo constitucional deve ser enunciado, o artigo 49 da Constituição Federal:

“Art. 49: “É da competência exclusiva do Congresso Nacional”:

Inc. XVI: “autorizar, em terras indígenas, a exploração e o aproveitamento de recursos hídricos e a pesquisa e lavra de riquezas minerais.”

Em 1973, a Lei Federal nº 6001 aprovou o Estatuto do Índio, que determinou as bases legais e jurídicas para preservar a cultura dos índios e suas comunidades, seus costumes e tradições, assim como seus meios de vida, sua relação com o meio ambiente e a natureza. Além destes aspectos, esta Lei refere-se ainda às bases legais de utilização de riquezas naturais das terras indígenas, assim como os órgãos envolvidos e o seu registro.

Embora sem muitos detalhes, a Constituição do Estado do Paraná reservou um artigo para proteger as áreas indígenas, qual seja art. 226 e parágrafo único.

“Art. 226: “As terras, as tradições, usos e costumes dos grupos indígenas do Estado integram o seu patrimônio cultural e ambiental, e como tais serão protegidos.” Parágrafo único: “Esta proteção estende-se ao controle das atividades econômicas que danifiquem o ecossistema ou ameacem a sobrevivência física e cultural dos indígenas.”

Fundamental ainda especificar que o Brasil é signatário da Convenção nº 169 da OIT - Povos Indígenas e Tribais, que, entre outros aspectos, trata da consulta aos povos interessados, mediante procedimentos apropriados toda vez que sejam previstas medidas legislativas ou administrativas suscetíveis de afetá-los diretamente. Essas medidas podem ser tanto aditadas pela esfera pública quanto pela esfera privada.



Em forma de legislação a OIT foi promulgada pelo Brasil em 19 de abril de 2004, através do Decreto 5.051/2004. Atualmente a convenção está em vigência no Brasil pelo Decreto no 10.088 de 05 de novembro de 2009.

3.6 POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS (PCTs)

O Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007, instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, que no Anexo, artigo 1º, estabeleceu que

“As ações e atividades voltadas para o alcance dos objetivos da Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais deverão ocorrer de forma intersetorial, integrada, coordenada, sistemática e observar os seguintes princípios”.

Esse decreto acabou tendo reflexo na Legislação Estadual no Paraná com a Lei 17425, de 18 de dezembro de 2012. Em seu Artigo 2º, essa Lei

“Cria, na estrutura organizacional da Secretaria de Estado responsável pela política pública de povos e comunidades tradicionais, no nível de decisão colegiada, o Conselho Estadual de Povos e Comunidades Tradicionais do Estado do Paraná - CEPCT/PR, órgão colegiado, consultivo, deliberativo e fiscalizador.”

Essa redação do Artigo 2º foi dada pela Lei 22.106, de 23 de agosto de 2024, que alterou aspectos da Lei 17.425 de 2012.

Outro aspecto importante dessa Lei estadual é que a mesma reconhece, em seu Artigo 5º, *como povos e comunidades tradicionais aqueles abrigados em sua base territorial de maneira permanente ou transitória e autodefinidos como benzedeiros e benzedoras, ciganas e ciganos, cipozeiras e cipozeiros, comunidades de terreiro - religiões de matriz africana, faxinalenses, ilhéus, pescadores e pescadoras artesanais, ribeirinhos, quilombolas, comunidades tradicionais negras e caiçaras, entre outros que se autodeclararem.*



Já em relação aos remanescentes das comunidades dos quilombos, o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias da Constituição diz:

“Art. 68. Aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras é reconhecida a propriedade definitiva, devendo o Estado emitir-lhes os títulos respectivos.”

3.7 BENS CULTURAIS ACAUTELADOS EM ÂMBITO FEDERAL

O artigo 20º da Constituição Federal de 1988 estabelece que são bens da União as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos pré-históricos.

Cabe à União, Estados e Municípios proteger os documentos, as obras e outros bens de natureza de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos (artigo 23º da Constituição Federal).

O Artigo 216º da Constituição Federal estabelece que:

“Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material ou imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identificação, a ação, a memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

(...) V – os conjuntos urbanos e os sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.”

No parágrafo 1º deste Artigo define-se que:

“o Poder Público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acatamento e preservação.”

A Lei Federal nº 3.924, de 26 de julho de 1961, submete à proteção do Poder Público, os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Para resguardar os objetos de valor científico e cultural localizados em pesquisas de campo a Portaria



do IPHAN nº 7, de 01 de dezembro de 1988, estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e às autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos previstas na Lei n.º 3.924, de 26 de julho de 1961.

Os procedimentos administrativos de licenciamento ambiental de empreendimentos onde o IPHAN seja solicitado estão sujeitas as disposições estabelecidas na Instrução Normativa nº 001, de 25 de março de 2015.

3.8 PLANO DIRETOR MUNICIPAL E LEI ORGÂNICA

A Lei Orgânica Municipal é um dos principais instrumentos de planejamento urbano. Ela versa sobre as particularidades da administração municipal e varia de município para município. Ambos os instrumentos contêm um grande potencial de desenvolvimento para o município.

A Lei Orgânica é uma lei genérica, de caráter constitucional, elaborada no âmbito do município e, consoante às determinações e limites impostos pelas constituições federal e do respectivo Estado, aprovada em dois turnos pela Câmara dos Vereadores, e pela maioria de dois terços de seus membros. As Leis Orgânicas contêm capítulo específico sobre meio ambiente no qual o Poder Público Municipal assegura a todos cidadãos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

O Plano Diretor Municipal apresenta, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto,



médio e longo prazo, e aprovadas por lei municipal. Por lei, é obrigatório, em princípio, para municípios com mais de 20.000 habitantes.

A Lei Nº 10.257/2001 que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece que todas as cidades com mais de 20 mil habitantes devem, obrigatoriamente, elaborar um Plano Diretor para ser aprovado pela Câmara Municipal. Cabe aos municípios a definição da política de desenvolvimento urbano, que tem que ser fixada em lei.

Os municípios de Mangueirinha e Reserva do Iguaçu possuem Lei Orgânica e Plano Diretor conforme apresentado no Quadro 5-3.

3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as normas e regulamentos vigentes, não existem impeditivos legais à implantação do Projeto de Ampliação da UHE GNB.



4 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

A UHE GNB começou a ser estudada no final da década de 60 pela Canambra Engineering Consultant Ltda. no âmbito do desenvolvimento dos estudos de inventário hidrelétrico para a região sul do Brasil.

Estudos mais detalhados foram conduzidos pela Eletrosul a partir de 1976, os quais culminaram no Relatório de Viabilidade da Usina Hidrelétrica Segredo, em 1978.

Em 1979, o Governo Federal concedeu à Companhia Paranaense de Energia – Copel o direito de implantar e operar a Usina Hidrelétrica Segredo a partir do Decreto nº 84.209 de 14 de novembro de 1979.

Neste mesmo ano a Copel aceitou os estudos elaborados pela Eletrosul e contratou a empresa Milder Kaiser Engenharia S.A. para realizar os estudos de engenharia necessários à definição da usina, os quais foram concluídos em agosto de 1981.

Após cheias excepcionais ocorridas na bacia do rio Iguaçu em 1983, a Copel revisou os estudos hidrológicos. Os aumentos substanciais encontrados nos valores de cheia exigiram o redimensionamento das estruturas e revisão dos estudos de arranjo, mantendo-se, entretanto, o mesmo local para implantação da obra. Esses estudos foram realizados pela empresa MDK Engenharia de Projetos Ltda e englobados no Relatório Suplementar de Engenharia, datado de julho de 1985.

A construção das Obras Preliminares do Desvio teve seu contrato assinado em 11/11/1986, marcando o início da implantação do empreendimento, trabalhos que foram concluídos em 06/09/88. Posteriormente, devido a atrasos de natureza jurídica, foi adjudicado em 31/08/88 um contrato em caráter de urgência para completar as obras de desvio pelos túneis e dar continuidade aos serviços de escavação e construção da barragem, encerrado em 31/12/89 e outro contrato



para as obras civis principais, assinado em 07/12/89, o qual previa a conclusão da barragem, vertedouro, circuito de geração e fechamento dos túneis de desvio, o que ocorreu em 05/07/92, marcando o início do enchimento do reservatório.

A UHE Segredo foi inaugurada em 29 de setembro de 1992, tendo como marco fundamental o primeiro Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) elaborado no Brasil para uma usina hidrelétrica, o qual foi elaborado e aprovado em 1987.

As datas de entrada das unidades geradoras foram:

- UG1: 25/09/1992
- UG2: 28/12/1992
- UG3: 26/03/1993
- UG4: 10/12/1993

Posteriormente, entre 1994 e 1997 foi construída uma barragem para derivação do Rio Jordão, a qual, por meio de um túnel de 4.703 metros de comprimento e de 9,5 metros de diâmetro, possibilitou o desvio da vazão afluyente à foz deste rio para o reservatório da UHE GNB, acrescentando energia a este ativo.

O ato que outorgou a Copel a exploração da usina foi o Decreto nº 84.209 de 14/11/1979, o qual foi renovado por meio do Contrato de Concessão de Geração 45/1999.

Em 21 de dezembro de 2000 a Usina Segredo foi oficialmente renomeada como Usina Governador Ney Aminthas de Barros Braga (UHE GNB), em homenagem ao Governador do Estado do Paraná que trabalhou para que a concessão desse empreendimento ficasse com a COPEL.

O estudo de viabilidade técnica elaborado pela Eletrobrás em 1978 contemplou a possibilidade de ampliação da potência instalada da UHE GNB para



atendimento nos horários de pico de consumo de energia por hidrelétricas, conforme extratos do documento transcritos a seguir:

“A Usina Hidrelétrica de Segredo foi prevista no plano resultante do levantamento dos recursos energéticos da Região Sul, realizado pelo “Comitê Coordenador dos Estudos Energéticos da Região Sul do Brasil” - ENERSUL, para o aproveitamento do desnível no Rio Iguaçu, entre as Usinas de Foz do Areia e Salto Santiago, ambas atualmente em construção.”

...

Algumas considerações adicionais foram feitas sobre a expansão da capacidade instalada, dentro do contexto amplo de usina integrada no Sistema Interligado Sul- Sudeste, sobre-equipada para complementação de ponta, concluindo-se que o aproveitamento poderá ser motorizado ao nível de 2.100 a 2.200 MW, quando a evolução do suporte de geração térmica do sistema exigir o atendimento de ponta por usinas hidrelétricas.”

Na Figura 4-1 e na Figura 4-2 apresentam-se ilustrações do arranjo ora idealizado considerando a construção de canal de adução e casa de força complementar (2ª fase da usina) na margem direita do rio Iguaçu:



Figura 4-1: Arranjo original da 2ª fase da UHE GNB na margem direita



Figura 4-2: Arranjo original da 2ª fase da UHE GNB na margem direita



Em função desta previsão, a ampliação da UHE GNB (2ª fase da obra) foi prevista no Relatório de Impacto Ambiental que subsidiou o licenciamento ambiental do empreendimento de julho de 1987:

“2.1 Arranjo Geral

As obras do aproveitamento hidrelétrico de Segredo compreendem: barragem de enrocamento com paramento de concreto, vertedouro de superfície dotado de seis comportas radiais e situado na ombreira esquerda e duas casas de força semi-abrigadas, a serem executadas em duas fases.

A casa de força da margem esquerda, prevista para a 1ª fase, terá sua tomada de água no próprio canal de aproximação do vertedouro e será alimentada por condutos de superfície, independentes para cada turbina. Inicialmente, serão instaladas 3 unidades, havendo, contudo, previsão para uma 4ª máquina.

A casa de força da margem direita, a ser instalada na 2ª fase, terá adução por túneis também independentes para cada turbina e foi prevista com características semelhantes à 1ª, sendo, entretanto, possível efetuar alterações na sua capacidade instalada, caso se faça necessário.”

A ampliação da UHE GNB, por meio da construção de uma segunda casa de força, trata-se, portanto, da conclusão da implantação do empreendimento.

Com o avanço tecnológico e aprofundamento dos estudos de engenharia desde a concepção do projeto, na década de 1980, a Copel GeT concebeu uma alternativa de arranjo com a construção da segunda casa de força na margem esquerda do rio Iguaçu aproveitando parcialmente os túneis de desvio utilizados para construção da primeira fase de construção da usina, resultando em uma estrutura mais otimizada, com menor volume de escavações em rocha, menor volume de bota- fora e evitando a necessidade de relocação da rodovia estadual PR-459, de importância regional para escoamento da produção agrícola.



O Projeto de Ampliação da UHE GNB prevê um aumento de 1.266 MW na capacidade instalada da usina, com a construção de uma nova casa de força na margem esquerda e a instalação de três unidades geradoras de 422 MW de potência.

Um aspecto importante é que essa ampliação não alterará a área do reservatório e nem os níveis de operação do reservatório existente.



5. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O estudo de viabilidade técnica elaborado pela Eletrobrás em 1978 contemplou a possibilidade de ampliação da potência instalada da UHE Governador Ney Braga (UHE GNB) para atendimento nos horários de pico de consumo de energia por hidrelétricas.

Inicialmente o arranjo considerava a construção de canal de adução e casa de força complementar (2ª fase da usina) na margem direita do rio Iguaçu.

Com o avanço tecnológico e aprofundamento dos estudos de engenharia desde a concepção do projeto, na década de 1980, a Copel GeT concebeu uma alternativa de arranjo com a construção da segunda casa de força na Margem Esquerda (ME) do rio Iguaçu aproveitando parcialmente os túneis de desvio utilizados para construção da primeira fase de construção da usina, resultando em uma estrutura mais otimizada, com menor volume de escavações em rocha, menor volume de bota-fora e evitando a necessidade de relocação da rodovia estadual PR-459, de importância regional para escoamento da produção agrícola e para a mobilidade dos moradores da região e de outras localidades.

As estruturas atualmente utilizadas pela UHE GNB, tais como casa de força existente, vertedouro e barramento permanecerão inalteradas e em operação durante o período de execução das obras de ampliação.

Adicionalmente, destaca-se que não ocorrerão alterações nos níveis mínimo e máximo normais, tampouco no nível máximo '*maximorum*' do reservatório e, conseqüentemente, não haverá alteração de área do reservatório e Área de Preservação Permanente.

O Projeto de Ampliação da UHE GNB prevê um aumento de 1.266 MW na capacidade instalada da usina, com a construção de uma nova casa de força na margem esquerda e a instalação de três unidades geradoras de 422 MW de potência.



A ampliação não alterará a área do reservatório e nem os níveis de operação do reservatório existente.

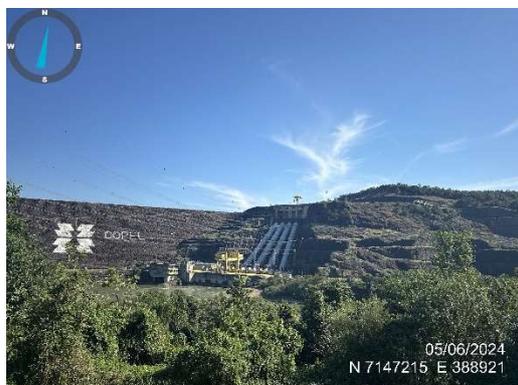


Figura 5-1: Imagem da barragem dos condutos forçados da UHE GNB, junho de 2024 (Foto: Soma Consultoria Ambiental).



Figura 5-2: Imagem aérea do vertedouro e reservatório da UHE GNB, junho de 2024 (Foto: Soma Consultoria Ambiental).

5.1 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A UHE GNB está localizada no curso médio do Rio Iguaçu, 2,5 km a montante da foz do Rio Jordão, na divisa dos municípios de Mangueirinha e Reserva do Iguaçu, na mesorregião do centro-sul paranaense. A casa de força da usina situa-se no município de Mangueirinha. Sua localização está apresentada na Figura 5-3, no Mapa RAS-001-GNB Localização Geral, Mapa RAS-002-GNB Carta Imagem e no desenho SG2-GET-DE-300-00-0001-R0 apresentado no Anexo 3.

A montante está em operação a UHE Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia), também operada pela Copel e, a jusante, a UHE Salto Santiago, operada pela Engie.

As principais rodovias federais que cortam a bacia hidrográfica são a BR-277 e BR-373 e BR-476. As principais rodovias estaduais presentes na bacia são a PR-151, BR-158, PR-170, PR-182, PR-471, PR-473, PR-565, PR-459.



Os municípios mais próximos da região do empreendimento com aeroporto, e que recebem voos a partir de São Paulo, são Guarapuava e Pato Branco.

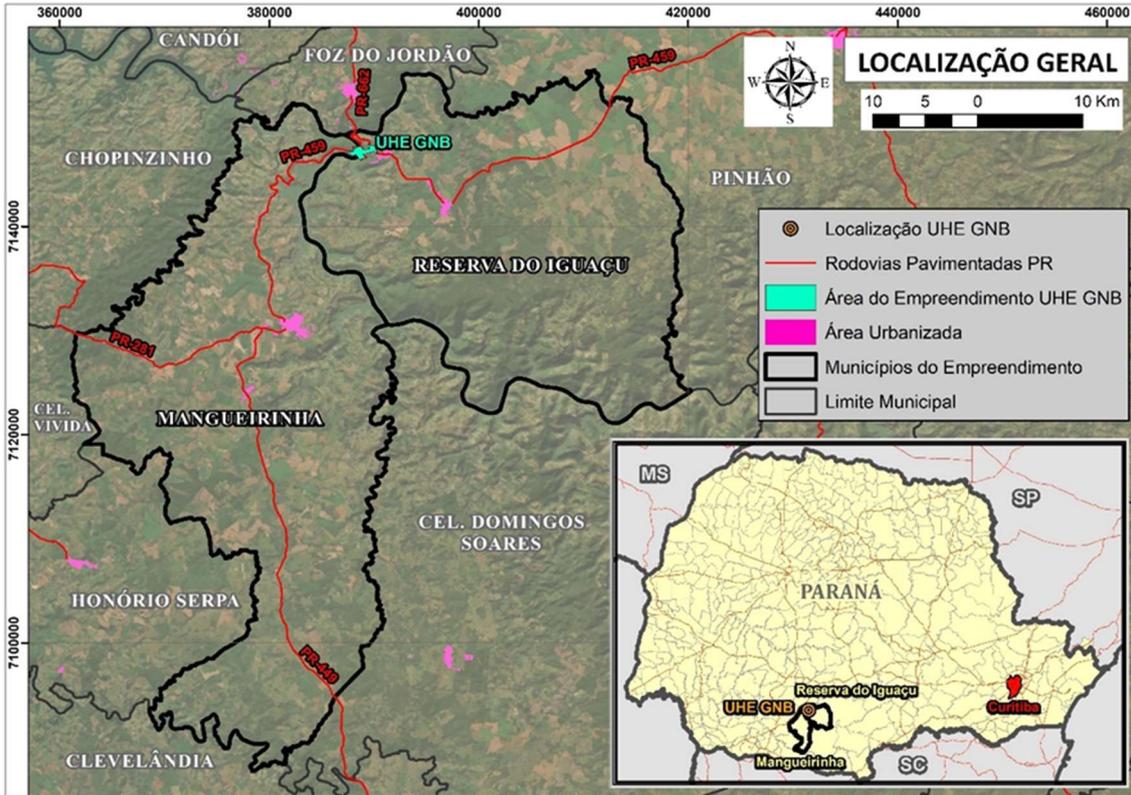


Figura 5-3: Localização da Usina Hidrelétrica Governador Ney Aminthas de Barros Braga (UHE GNB).

5.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA UHE GNB

As informações que compõem o presente tópico foram extraídas do Projeto Básico de Ampliação de Capacidade Instalada da UHE Ney Aminthas de Barros Braga (UHE Segredo) (documento GET-SG2-RT-001-2024), Memorial Descritivo das Obras (DGET-SG2-MD-001/2024), Memorial Descritivo do Canteiro de Obras (GET-SG2-MD-001-2024) e Memorial Descritivo Projeto de ampliação da



UHE GNC (Segredo) (Relatório Técnico DAP/SFM/SAFM nº58/2024), todos elaborados pela Copel Geração e Transmissão.

5.2.1 Arranjo Geral

Com o avanço tecnológico e aprofundamento dos estudos de engenharia desde a concepção do projeto, na década de 1980, a Copel GeT concebeu uma alternativa de arranjo com a construção da segunda casa de força na margem esquerda do rio Iguaçu aproveitando parcialmente os túneis de desvio utilizados para construção da primeira fase da usina, resultando em uma estrutura mais otimizada, com menor volume de escavações em rocha, menor volume de bota-fora e evitando a necessidade de relocação da rodovia estadual PR-459, de importância regional para escoamento da produção agrícola.

O arranjo desenvolvido utilizou espaços disponíveis na margem esquerda da usina em operação, conforme está ilustrado pelas Figuras 5-4 e 5-5 e é composto pelas seguintes estruturas: canal de adução, tomada de água, shafts, túneis forçados, casa de força, canal de fuga, ensecadeiras e ponte de serviço.

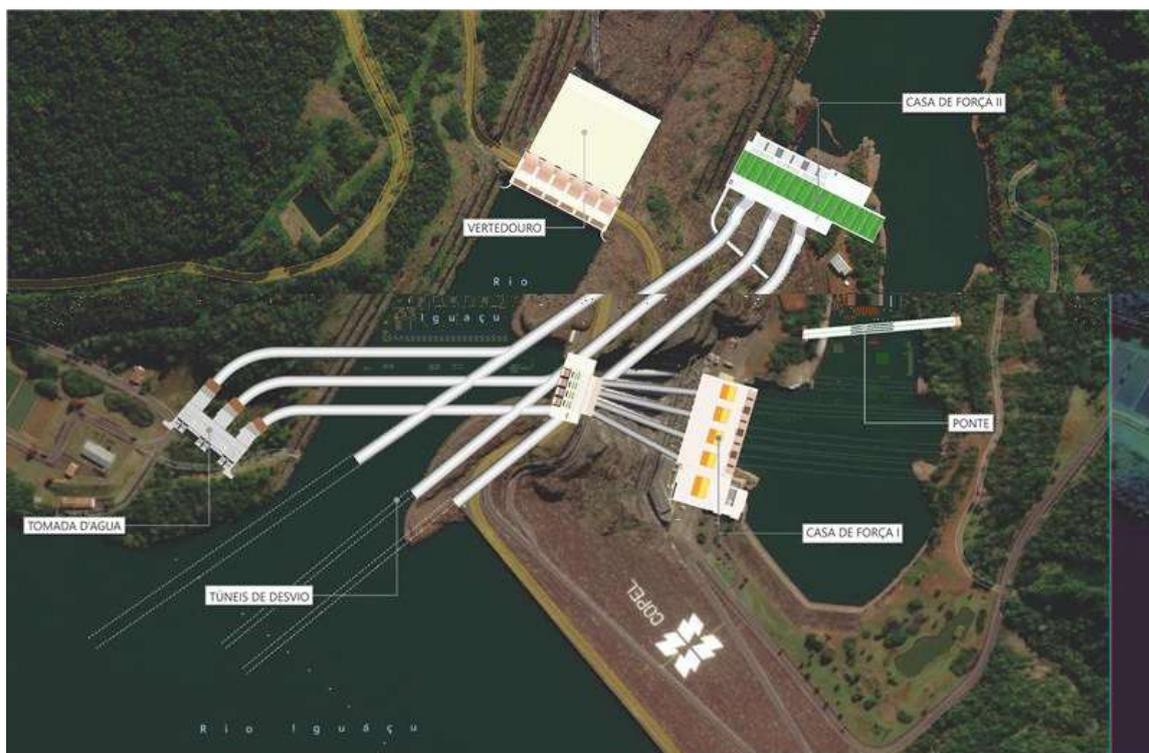


Figura 5-4: Arranjo geral da nova Casa de Força e Circuito de Geração

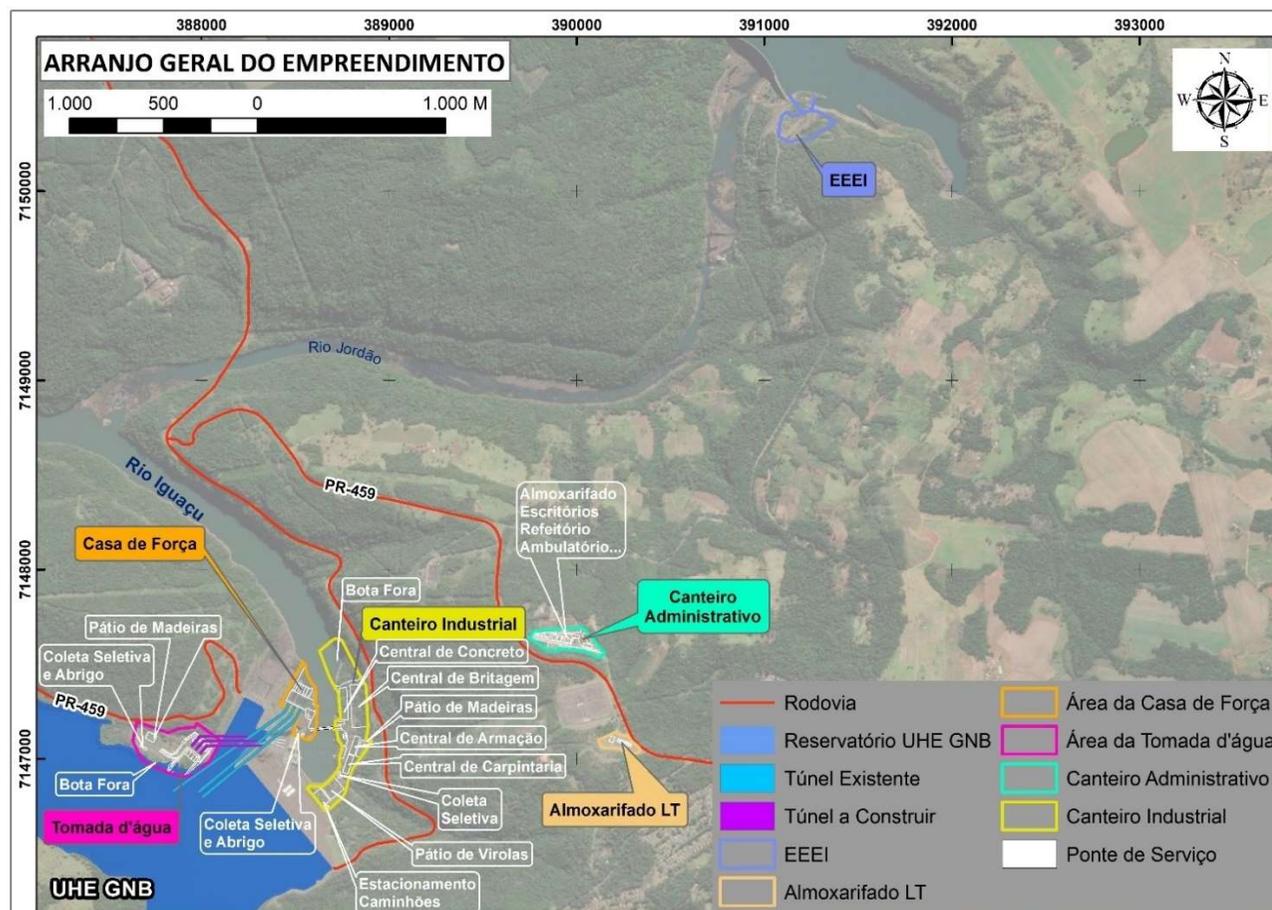


Figura 5-5: Arranjo do projeto de ampliação da capacidade instalada da UHE GNB



O Projeto de Ampliação de Capacidade Instalada da UHE GNB prevê um aumento de 1.266 MW na potência da usina, com a construção de uma nova casa de força na margem esquerda e a instalação de três unidades geradoras de 422 MW de potência. A ampliação não alterará a área do reservatório e nem os níveis de operação do reservatório existente.

A seguir é apresentada a Tabela 5-1 com as principais características dessa ampliação.

Tabela 5-1: Características principais do projeto de ampliação da capacidade instalada da UHE

	Situação Atual da Usina	Situação Projeto de Ampliação
Potência instalada (MW)	1.260	2.526
Garantia Física (MW médios)	603	653
Número de unidades	4	7
Vazão máxima turbinada (m³/s)	1.398	1.398+1.455
N.A. máx. maximorum (m)	608,00	608,00
N.A. máx. normal (m)	607,00	607,00
N.A. mín. normal (m)	602,00	602,00
N.A. máx. maximorum de jusante (m)	513,90	512,22
N.A. máx. normal de jusante (m)	506,20	506,23
N.A. mín. normal de jusante / 1 unidade (m)	488,00	500,54
Elevação do Centro do Distribuidor	484,00	488,10
Área do reservatório no N.A. máx. normal (km²)	79,9	79,9
Volume do reservatório no N.A. máx normal (x10 ⁶ m³)	3.010	3.010
Volume do reservatório no N.A. mínimo normal (x10 ⁶ m³)	2.627	2.627

*Correspondente a instalação de três unidades geradoras com 470 MW de potência, vinculadas a metodologia de remuneração do empreendimento (podendo ser alterada a menor).

**Vazão estimada, considerando os valores de referência das unidades existentes.

O arranjo desenvolvido é composto pelas estruturas abaixo descritas e as plantas do projeto de ampliação da UHE GNB em maior detalhamento estão apresentadas no Anexo 3.

5.2.1.1 Canal de Adução

O Canal de Adução, com fundos e paredes escavados em rocha, apresenta largura de 73,40 m e comprimento de aproximadamente 113 m em nível, com piso na El. 590,00 m, seguido de trecho de 31 m em rampa com inclinação 1V:2H finalizando com trecho de 10 m em nível, com piso na El. 574,50 m.



Para sua construção está prevista a execução de uma ensecadeira com crista na El. 508,00 e taludes com inclinações de montante e de jusante de 1V:2,2H e 1V:1,3H, respectivamente.

O canal de adução pode ser visto na Figura 5-6 e desenho SG2-GET-DE-315-00-0001 apresentado no Anexo 3 em maior detalhamento.

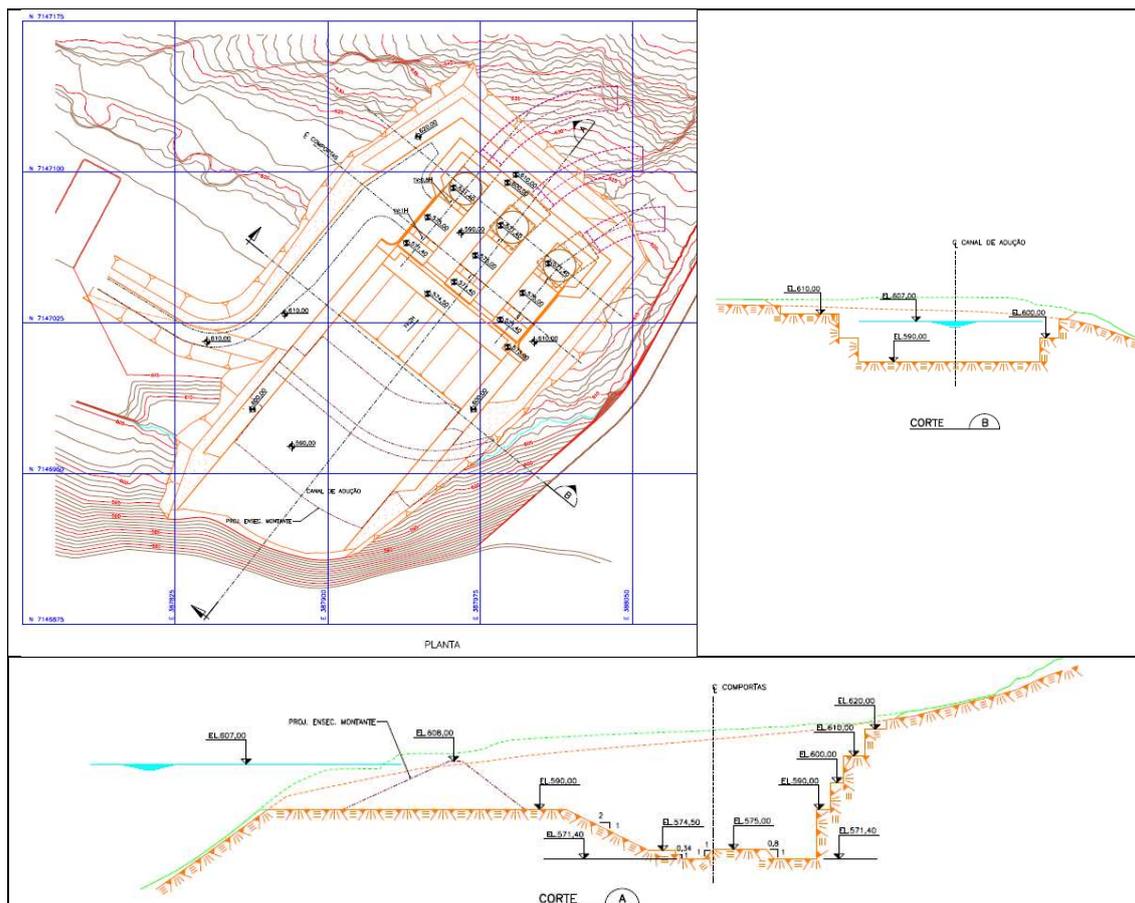


Figura 5-6: Planta e cortes das escavações do Canal de Adução

5.2.1.2 Tomada de Água

A Tomada de Água, para três unidades, tem soleira de entrada na El. 576,00 m e pátio na El. 610,00 m. Na seção das grades cada abertura possui dois vãos com altura de 27,50 m e largura de 6,00 m. Na seção das comportas a soleira está na El. 580,00 m, tendo apenas um vão com altura de 12,00 m e largura de 9,40 m. Foram previstas ranhuras para comporta vagão com vedação a jusante e



comportas ensecadeiras com vedação a montante. A adução de ar é proporcionada pela ranhura das comportas ensecadeiras.

A partir da seção das comportas a seção retangular sofre transição para seção circular com 12,00 m de diâmetro.

A estrutura da Tomada de Água está apresentada em plantas, corte e perspectivas na Figura 5-7. A estrutura também abrigará as centrais hidráulicas responsáveis pelo acionamento das comportas vagão. Estas centrais estarão localizadas na galeria abaixo do pátio da tomada d'água e contarão com bacias de contenção para evitar derramamentos acidentais de óleo ao ambiente.

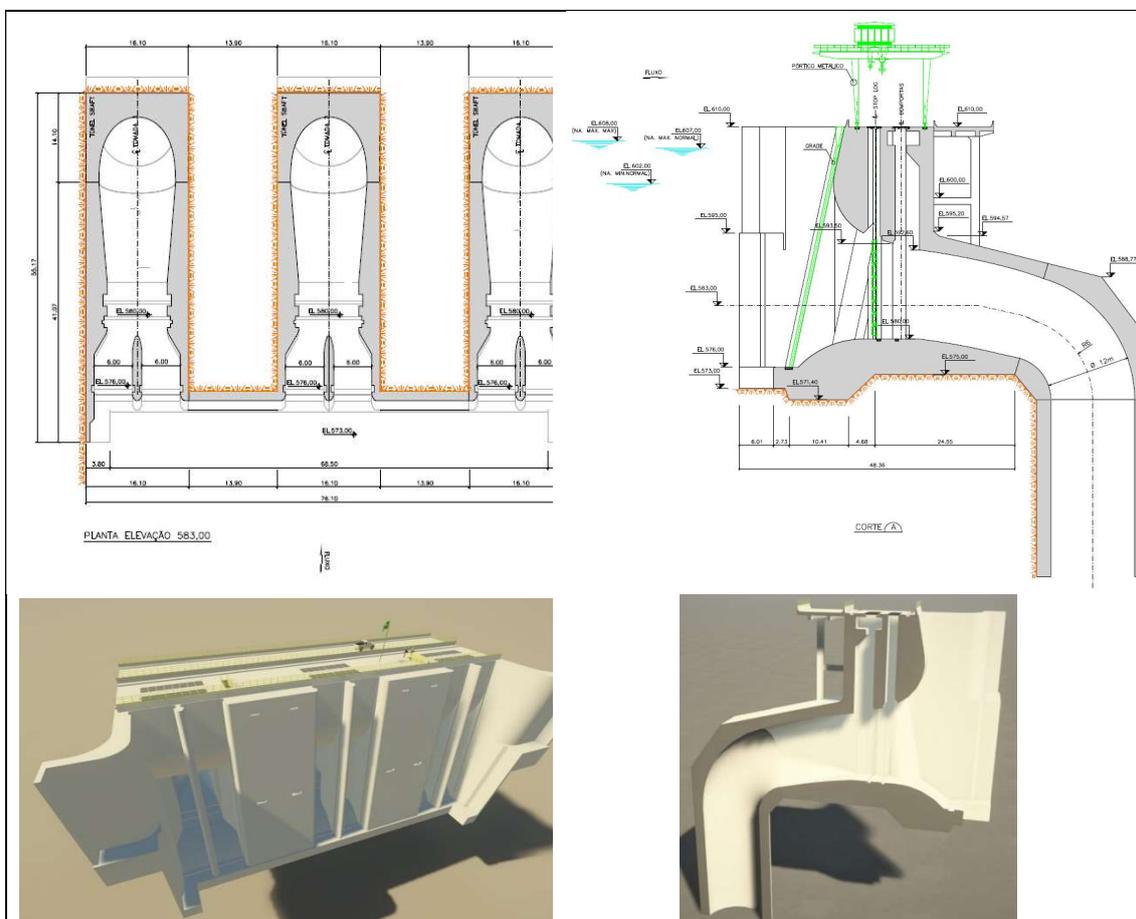


Figura 5-7: Planta, corte e perspectivas da estrutura da Tomada de Água



A Figura 5-8 apresenta a localização e configuração da nova tomada d'água a ser construída e a Figura 5-9 refere-se a imagem aérea tomada por drone em junho de 2024 com a indicação aproximada da área a ser utilizada.

A Figura 5-10 demonstra a localização aproximada da área prevista para a nova tomada d'água e área de serviço necessário.



Figura 5-8: Localização da nova Tomada d'Água.



Figura 5-9: Vista aérea obtida por drone da área da nova tomada d'água, com representação da área aproximada da estrutura e área de serviço.

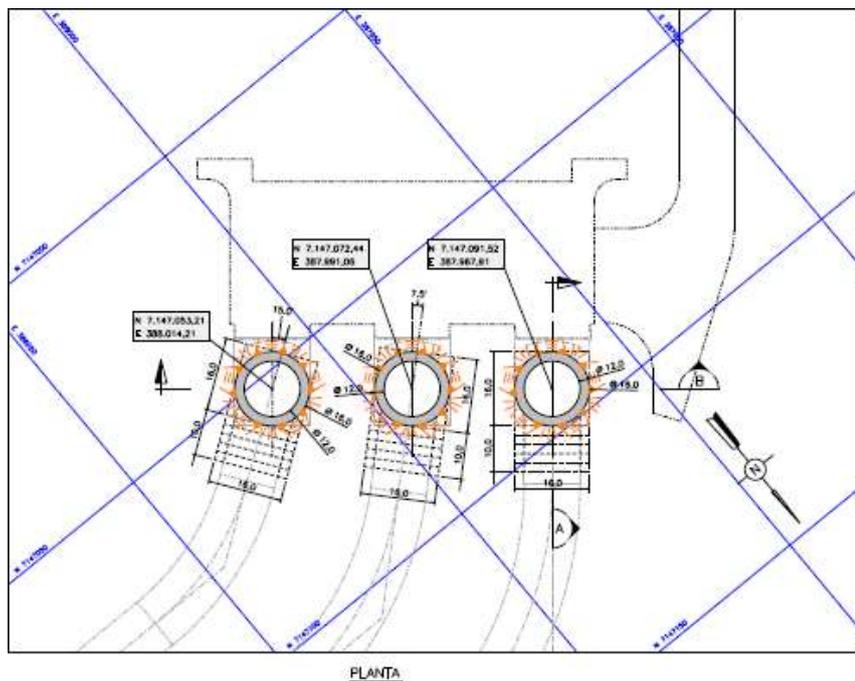


Figura 5-10: Imagem área das áreas de intervenção da UHE GNB. Na porção superior pode ser observada área aproximada a ser ocupada pela Tomada d'água e área de serviço.



5.2.1.3 Shafts

A partir da Tomada de Água foram previstos três *shafts* de aproximadamente 90 m de extensão, considerando curvas, para atingir as Els. 502,50, 501,30 e 500,00 m dos Túneis Forçados das unidades 5, 6 e 7 respectivamente. Estes *shafts* serão escavados em rocha com diâmetro total de 14,00 m e posterior revestidos em concreto com seção transversal circular de 12,00 m de diâmetro interno. A Figura 5-11 apresenta os *shafts* em planta e cortes.



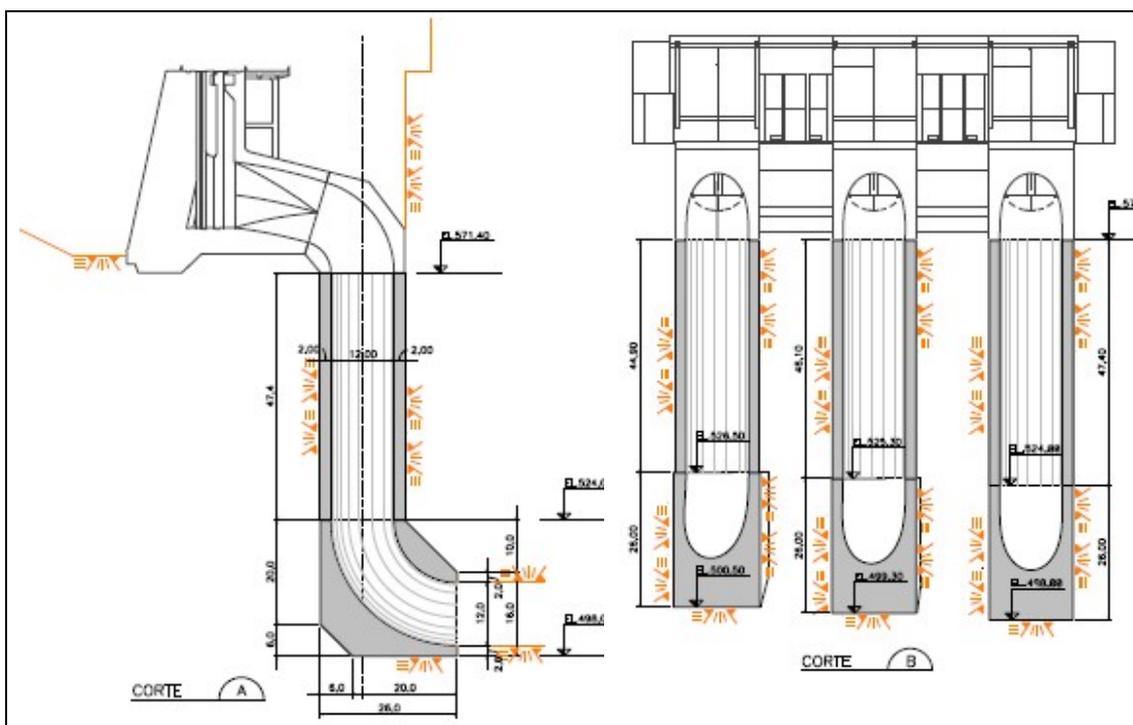


Figura 5-11: Planta e cortes dos shafts

5.2.1.4 Túneis Forçados

O arranjo desenvolvido aproveita os três túneis de desvio do aproveitamento existente. Cada um dos três Túneis Forçados, com aproximadamente 585 m de extensão, será composto por 330 m de trecho novo, escavado em rocha a partir do *shaft*, e 220 m do respectivo Túnel de Desvio. No trecho final o túnel receberá um sistema de retenção de blocos de rocha (*rock trap*) e posterior transição em concreto para uma blindagem metálica de aproximadamente 35 m de extensão.

Nos túneis a serem escavados, a seção prevista é arco-retângulo com 12,00 m de largura interna e 11,80 m de altura (já descontados os 20 cm de espessura do concreto de regularização do piso). Os Túneis de Desvio existentes apresentam seção arco-retângulo com 13,50 m de largura interna e 13,30 m de altura (também já descontados os 20 cm de espessura do concreto de revestimento do piso). Após as escavações serão executados tampões em concreto nas interseções entre os túneis de maneira a garantir o isolamento de cada circuito hidráulico. Cada tampão do túnel de desvio terá 23,50 m de extensão (Figura 5-12).

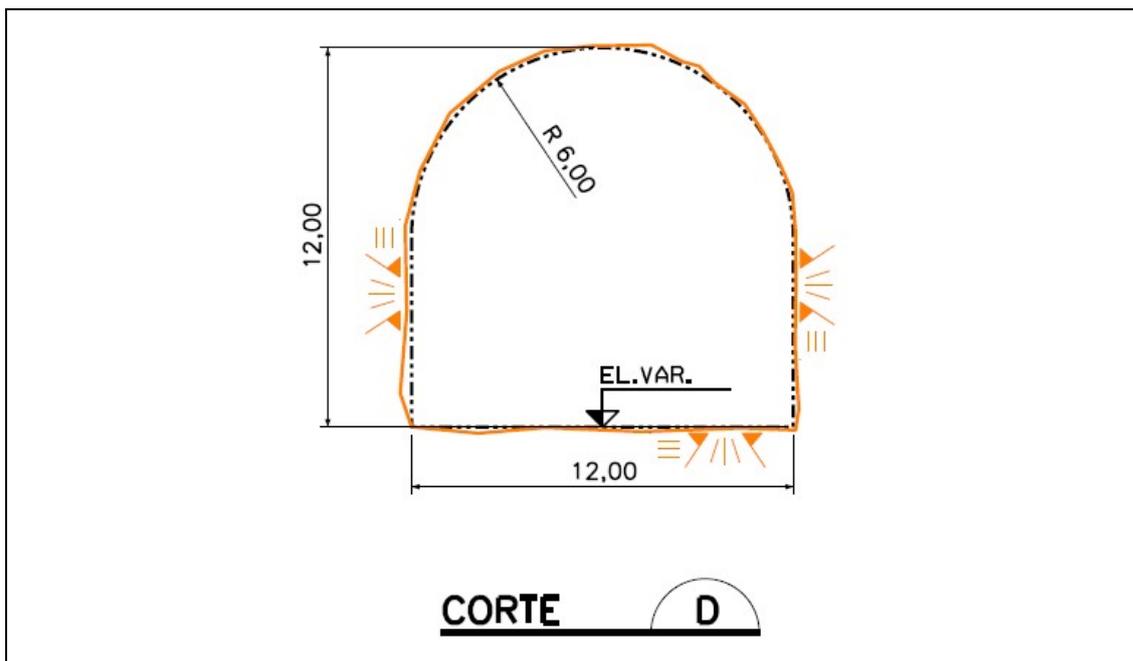


Figura 5-12: Seção transversal do túnel forçado a ser construído

Os trechos finais dos Túneis Forçados serão blindados e possuirão seção circular com diâmetro interno de 11,00 m.

Os desenhos de planta e cortes dos Túneis Forçados são apresentados na Figura 5-13 e no Anexo 3.

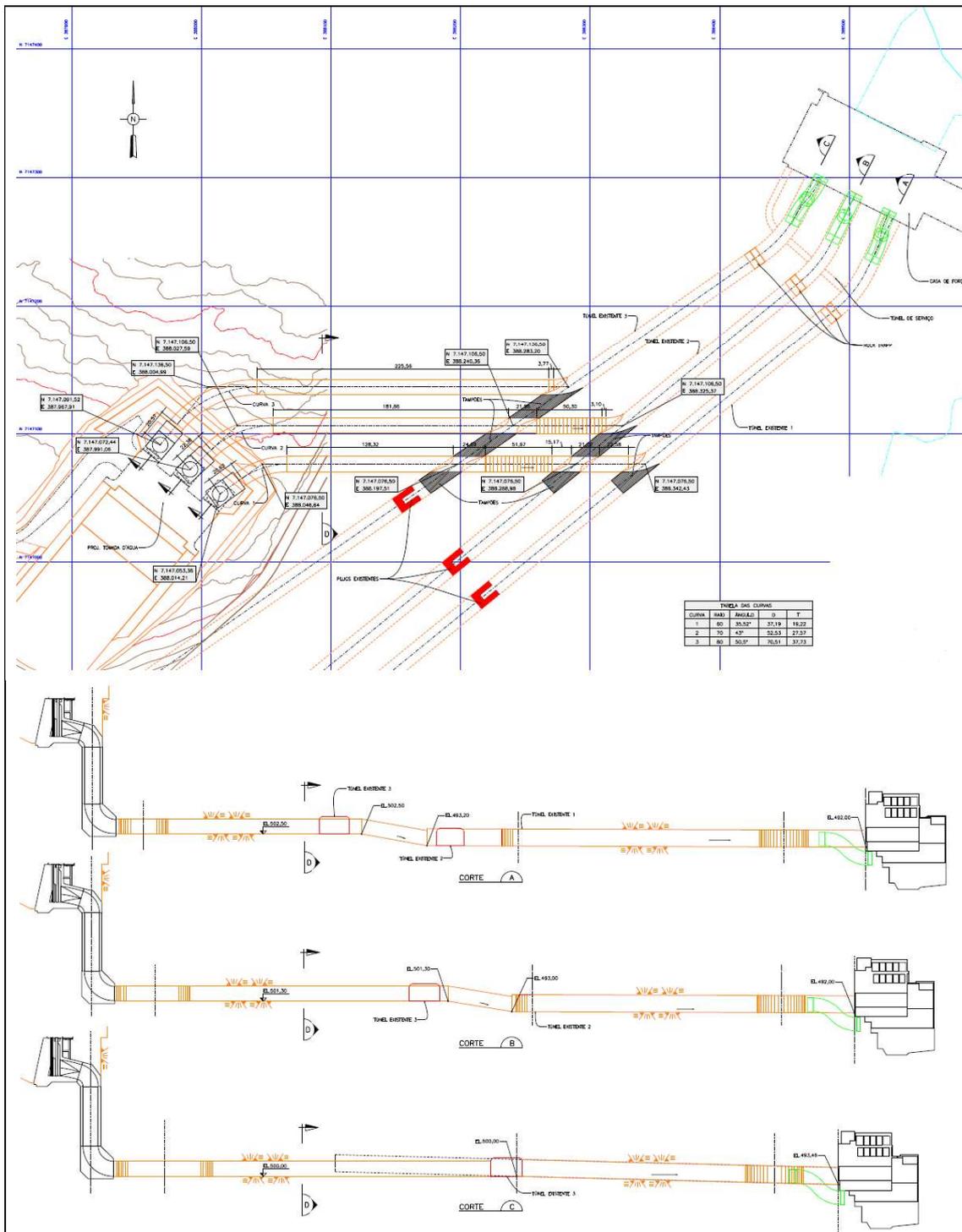


Figura 5-13: Planta e cortes dos túneis forçados



5.2.1.5 Túnel de Serviço

Para a execução das escavações dos trechos novos, sem interferir com as obras da casa de força, foi previsto um túnel de serviço com seção arco-retângulo de 5 m de diâmetro. Após o fim das escavações, serão executados tampões em concreto de 9,00 m de extensão no túnel de serviço para interromper a interligação com os túneis do circuito de geração. A Figura 5-14 apresenta planta e cortes deste túnel.

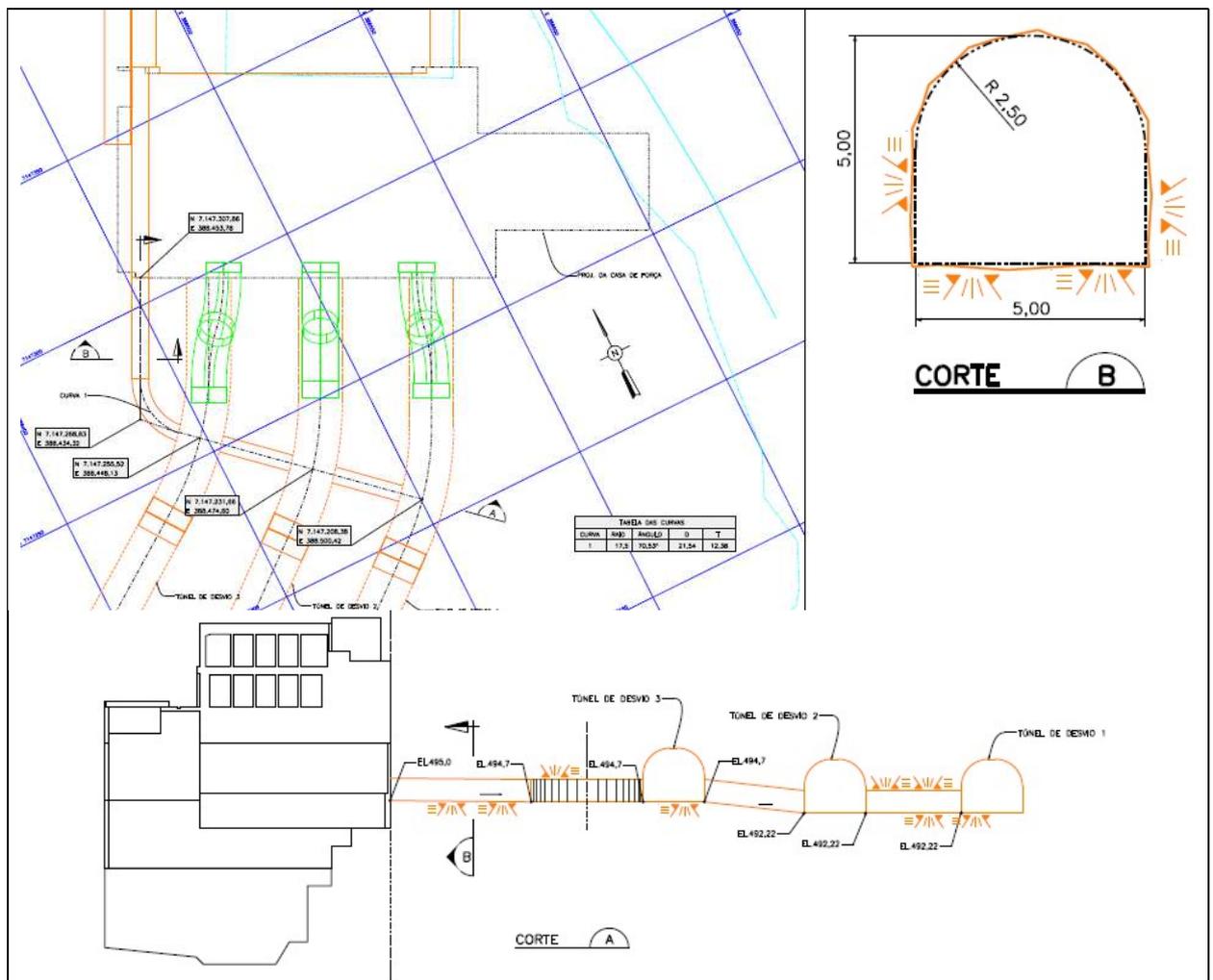


Figura 5-14: Planta e cortes do túnel de serviço



5.2.1.6 Casa de Força

Equipada com três unidades geradoras tipo Francis de eixo vertical com 422 MW de potência instalada cada, a casa de força será do tipo abrigada. Acima da elevação do pátio (El. 516,00 m) as paredes de montante e jusante permanecem em concreto armado e as paredes laterais passam a ser de alvenaria. A cobertura da Casa de Força é metálica.

As elevações dos pisos e da fundação da casa de força foram estabelecidas pelo nível máximo do canal de fuga, condicionado pela elevação do reservatório da UHE Salto Santiago e pelo nível de submersão requerido pelo distribuidor da turbina, respeitando-se o nível mínimo do canal de fuga.

O espaçamento de 29,5 m entre as unidades foi determinado pelas dimensões da caixa espiral, do tubo de sucção e do desemboque dos túneis de desvio. Ainda dentro dos túneis foram inseridas duas curvas de aproximadamente 45° na blindagem de forma a atingir a El. 488,10 m, necessária para acesso à caixa espiral. O comprimento de 68,25 m da área de montagem e de descarga foi condicionado pelo espaço remanescente entre a primeira unidade geradora e o leito do rio. Deste modo, o comprimento total da casa de força resultou em 162,20 m e a largura em 63,15 m. Esta largura é suficiente para acomodar as galerias mecânica inferior (El. 495,90 m), elétrica inferior (El. 502,60 m), elétrica superior (El. 509,30 m) e mecânica superior (El. 516,00 m).

O piso dos geradores foi previsto na El. 502,60 m e o pátio da casa de força na El. 516,00 m, de modo a garantir proteção para a cheia decamilar. Este pátio é acessado por montante e pela direita hidráulica da casa de força. A montante da nave, já na área descoberta serão dispostos os equipamentos da subestação compacta, isolada a gás SF₆.

A rampa de saída dos tubos de sucção será escavada com inclinação de 1V:6H até atingir a base de uma soleira, constituída de septo de rocha complementado por concreto, prevista com topo na El. 498,50, que tem como finalidade manter a submersão mínima das máquinas.



Plantas e perspectiva da Casa de Força são apresentadas na Figura 5-15 e Figura 5-16.

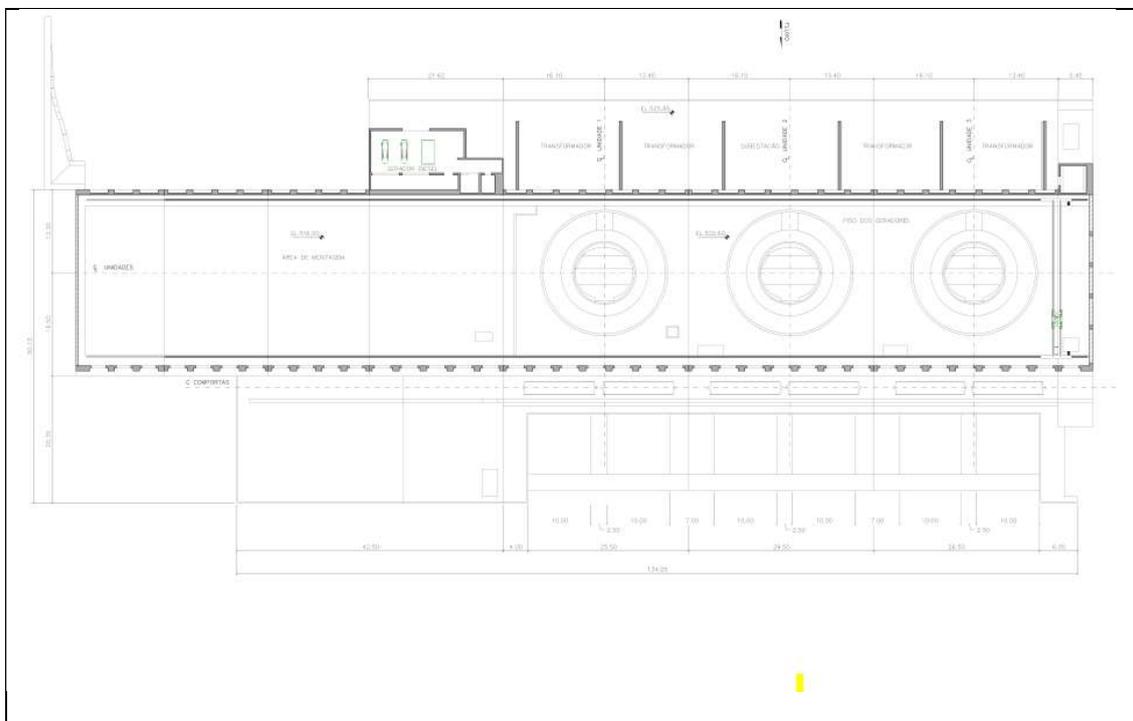


Figura 5-15: Planta da Casa de Força

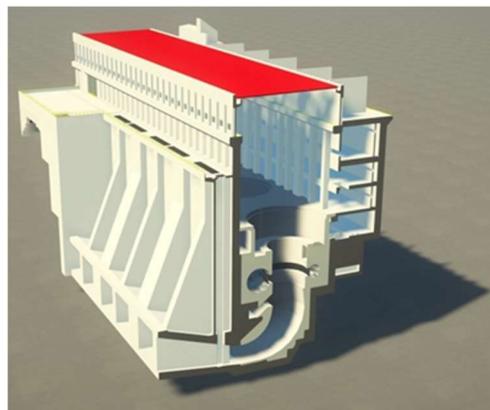




Figura 5-16: Perspectivas da Casa de Força

A localização da nova casa de força e a ponte de serviço a ser construída para acessar a margem direita a partir do canteiro de obras estão indicadas na Figura 5-17 e a vista aérea da área em que será construída a nova casa de força obtida por drone em junho/2024 pode ser observada na Figura 5-18. Na mesma imagem podem ser observadas parcialmente submersas as saídas dos trêstúneis de desvio que serão aproveitados.

Para construção da nova casa de força será necessária a construção de ensecadeira para isolamento e esgotamento do recinto (precedido de resgate de ictiofauna) para que possam ser executadas todas as atividades de escavação em rocha necessárias.

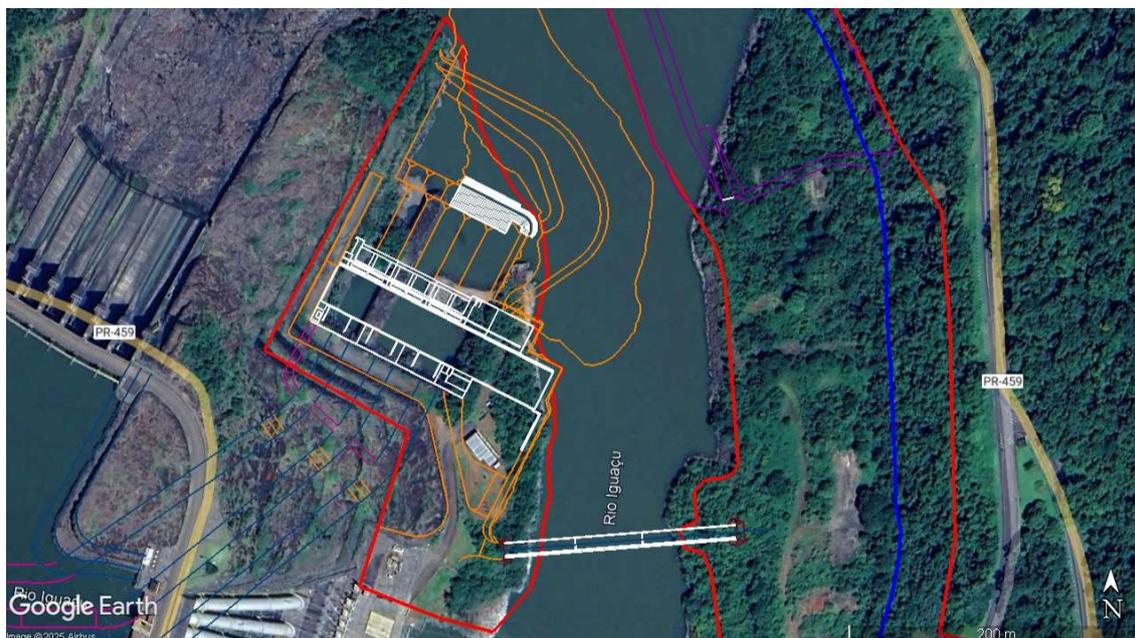


Figura 5-17: Área da Nova Casa de Força e Ponte de Serviço.



Figura 5-18: Vista aérea da localização da nova casa de força

5.2.1.7 Bota-fora

As escavações obrigatórias para implantação das estruturas do novo circuito de geração serão majoritariamente em rocha. Estas escavações ocorrerão



a céu aberto na região do Canal de Adução, Tomada de Água, Casa de Força e Canal de Fuga, e serão subterrâneas nos shafts e nos trechos novos de túneis forçados e do túnel de serviço.

O material proveniente destas escavações será parcialmente utilizado na produção de enrocamento e rip-rap, para a construção e proteção das ensecadeiras, e será beneficiado em usina de britagem instalada no canteiro para a produção de pedra britada e de areia artificial, as quais serão utilizadas na construção de faixas de transição das ensecadeiras e como agregados para os concretos da obra. Os materiais que não se qualificarem para estes fins e o volume de material excedente serão destinados para os bota-foras indicados, conforme Figura 5-19. Está prevista uma pilha de bota-fora na margem direita, na porção norte do canteiro industrial, e o lançamento de bota-fora no reservatório da UHE Segredo, em local próximo ao emboque do Canal de Adução projetado. Em função do excedente de rochas, não se vislumbra a necessidade de importação de rocha para uso na obra,

O volume de bota-fora estimado para a pilha da margem direita é de 315.000 m³, com platô de cerca de 25.000 m² na El. 520,00 m. Para a avaliação deste volume, e respectiva área projetada, além do balanço de materiais foi considerada a topografia obtida por perfilamento a laser e a batimetria obtida por sonar abrangendo toda a área de interesse do empreendimento. A Figura 5-20 ilustra as curvas de nível, a cada metro, para a região da pilha de bota-fora, a partir das quais pode-se depreender as declividades, em cada região e direção, bem como a variação da altura da pilha de bota-fora em cada ponto.

O volume de bota-fora a ser lançado no reservatório está estimado em 50.000 m³, o que corresponde à menos de 0,002% do volume do reservatório da UHE Segredo (3.010,6 hm³). Considerando a declividade acentuada do talude na região prevista de lançamento (acima de 40%) e a profundidade do reservatório desta região (da ordem de 100 m), não se espera que o volume, área ou altura da pilha, mesmo com um lançamento irregular, possam interferir de qualquer maneira



na operação da usina existente, em seu volume útil ou em qualquer outra característica da água ou do reservatório. A Figura 5-20 demonstra esta condição por meio da apresentação das curvas de nível geradas a partir de um levantamento batimétrico (<https://metadados.snirh.gov.br/files/b8f0487a-df73-4f8d-8b22-bb49cf9f3683/Segredo.zip>) contratado pela Copel, para a revisão da curva cota-área-volume do reservatório em atendimento à Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010.

A escolha dos locais dos bota-foras considerou a logística, distância adequada das frentes de escavação, área suficiente para as pilhas, topografia local, minimização de interferência em vias por intenso tráfego de caminhos carregados com rochas nas vias locais, evitar interferência em áreas não associadas a UHE GNB dificultando a integração com a paisagem regional, facilidade de integração do bota-fora da margem direita à paisagem da usina e recuperação ambiental após a conclusão das obras por meio do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas.



Figura 5-19 - Canteiro de Obras e Acessos - Disposição Geral

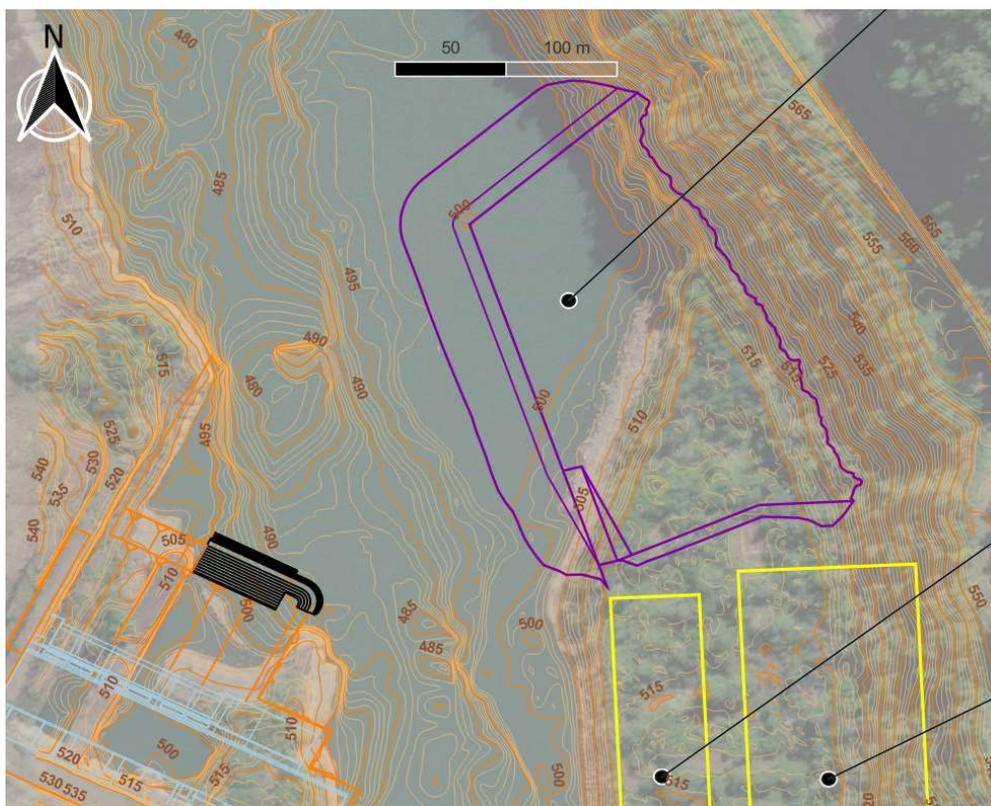


Figura 5-20 - Curvas de nível obtidas de levantamento topobatimétrico na região do bota-fora da margem direita.

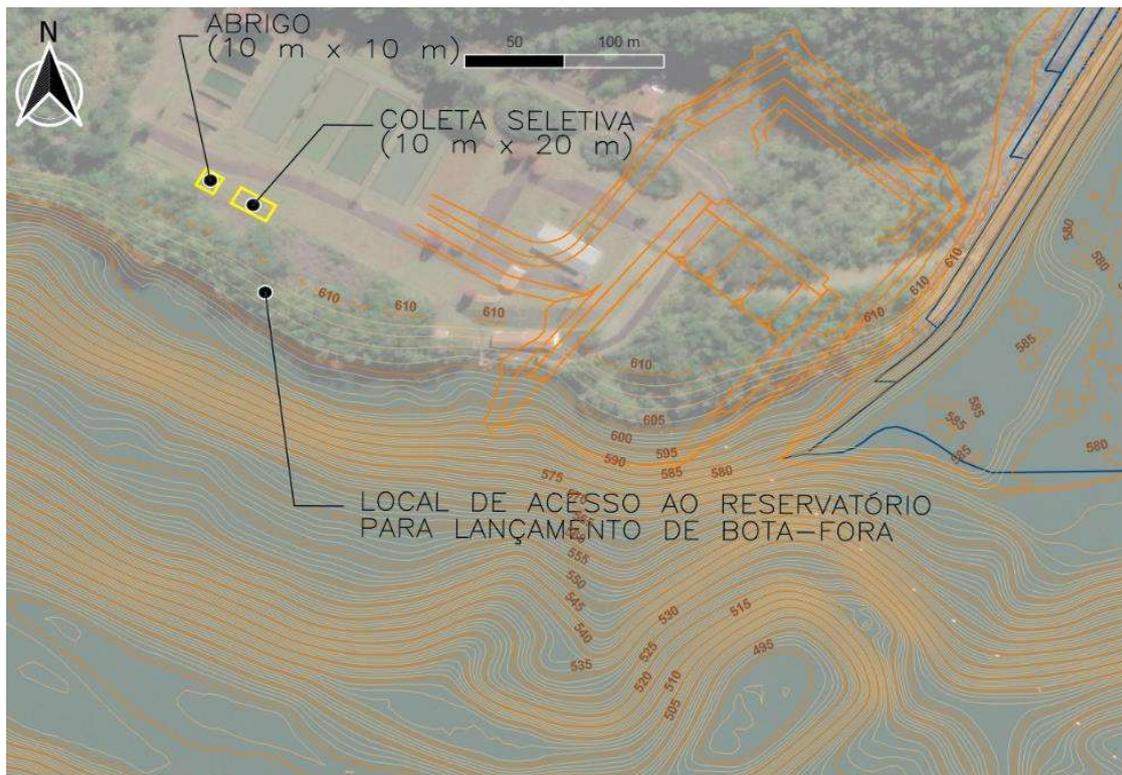


Figura 5-21 - Curvas de nível obtidas a partir de levantamento batimétrico no reservatório da UHE Segredo.

5.2.1.8 Ensecadeiras

Para a implantação das estruturas do novo circuito de geração, o projeto prevê a construção de duas ensecadeiras, uma de proteção do Canal de Adução e da estrutura da Tomada de Água e outra para a proteção do canal de fuga e da estrutura da Casa de Força. A localização destas ensecadeiras pode ser visualizada nas linhas tracejadas do desenho da Figura 5-22.

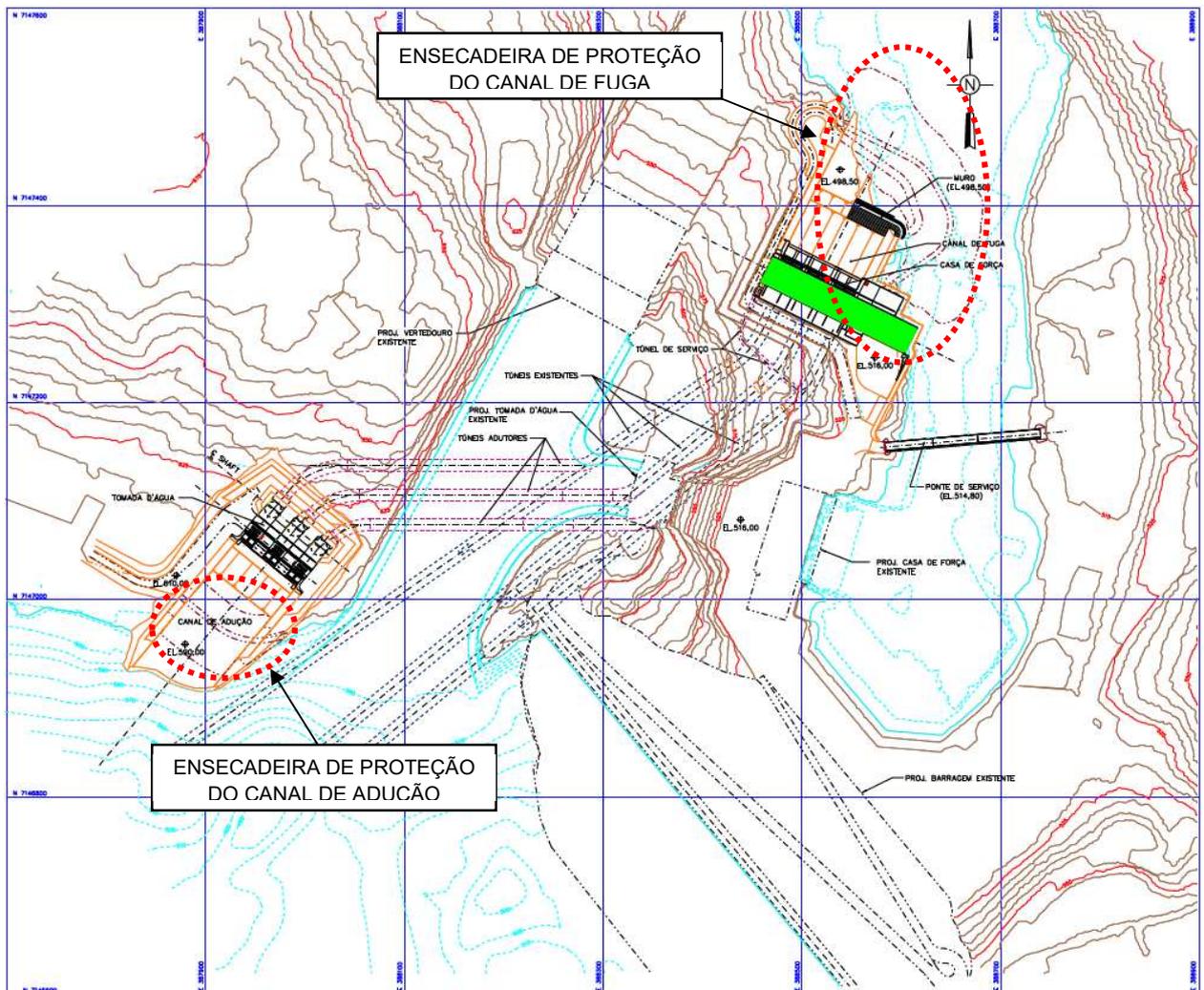


Figura 5-22 - Arranjo Geral (indicação da localização das ensecadeiras).

No canal de adução será construída uma ensecadeira com crista na El. 608,00 m, um metro acima do nível máximo maximorum do reservatório, e taludes de montante e jusante com inclinações de 1V:2,2H e 1V:1,3H, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 5-23.

Prevê-se que a ensecadeira será implantada após uma escavação parcial do canal de adução que abrangerá a área necessária à implantação da ensecadeira, etapa c) da Figura 5-25. Para isso, permanecerá sem ser escavado o trecho inicial do canal de adução, entre a borda do reservatório e o final da saia do talude de montante da ensecadeira projetada. Este trecho mantido, denominado de septo,



propiciará uma proteção provisória para a escavação e construção da ensecadeira a seco, etapa b) da Figura 5-25.

A construção da ensecadeira será feita inicialmente com o lançamento do enrocamento e seguirá com o lançamento de uma faixa de material granular, que cumprirá a função de transição, e de uma faixa de solo argiloso, que cumprirá o papel de vedação. Ambas as faixas (a de transição e a de vedação) serão lançadas sobre o talude de montante do enrocamento, nesta ordem.

Após a conclusão da ensecadeira, poderá ser feito o enchimento controlado do recinto entre o septo e a ensecadeira para equalizar a pressão hidrostática a montante e a jusante do septo e assim possibilitar a remoção do mesmo com escavação subaquática, uma vez que a cota final de escavação é inferior ao nível do reservatório, o qual não será rebaixado para essa atividade, etapa d) da Figura 5-25. O volume estimado para esta escavação é de cerca de 40.000 m³ e serão adotados cuidados adicionais para proteção da ictiofauna, como a detonação de cargas reduzidas, antes das detonações em rocha, com o intuito de afugentar os ictiofauna. O planejamento das detonações ocorrerá em conjunto com a equipe especializada em fauna aquática que acompanhará as atividades. Ações complementares de afugentamento serão previstos nos estudos ambientais e serão planejados juntamente com a equipe especializada em detonações.

A detonação submersa apenas do septo tem como objetivo minimizar os impactos à fauna aquática limitando sua execução a esta parte da tomada de água. Todo o restante da escavação em rocha do canal de adução ocorrerá a céu aberto. Os procedimentos e cuidados a serem adotados para as detonações submersas e a céu aberto estão abordados no item 5.2.7.

Após o desmonte, as rochas remanescentes no canal de adução poderão ser “empurradas” em direção ao reservatório utilizando escavadeiras com caçamba de arrasto (draglines) ou extraídas utilizando escavadeira com caçamba tipo clam shell ou escavadeiras com caçamba de garras, ilustradas na Figura 5-24.

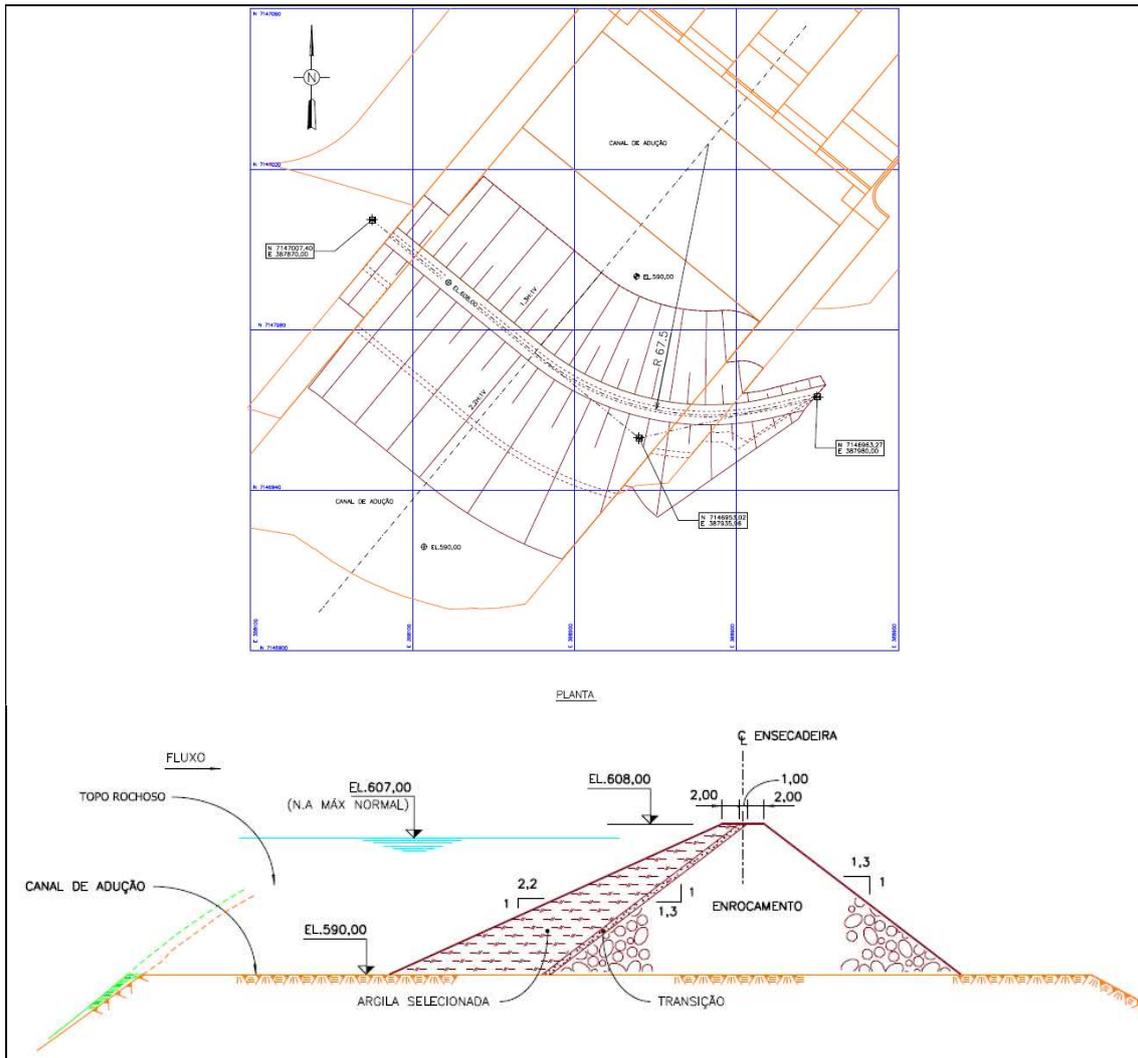


Figura 5-23 - Planta e seção da ensecadeira de montante.



Figura 5-24 - Da esquerda para a direita: escavadeiras com çaçamba de arrasto, de garras e tipo *clam shell* (Fontes: Technical data – HS 8040.1 e Technical data – HS 8130.1 (<https://www.liebherr.com>))

Finalizadas as obras da estrutura da Tomada de Água e implantadas as comportas, etapa e) da Figura 5-25, deverá ser feito o enchimento do recinto ensecado, de maneira gradual, até equalizar o nível de água do recinto com o nível de água do reservatório, etapa f) da Figura 5-25. Então a ensecadeira poderá ser removida utilizando equipamentos de escavação submersa do tipo clam shell. A remoção deverá ser total para minimizar o acúmulo de material no canal de adução e próximo à soleira da Tomada de Água. Durante o lançamento e a remoção da ensecadeira, não se vislumbra a necessidade de resgate de ictiofauna.

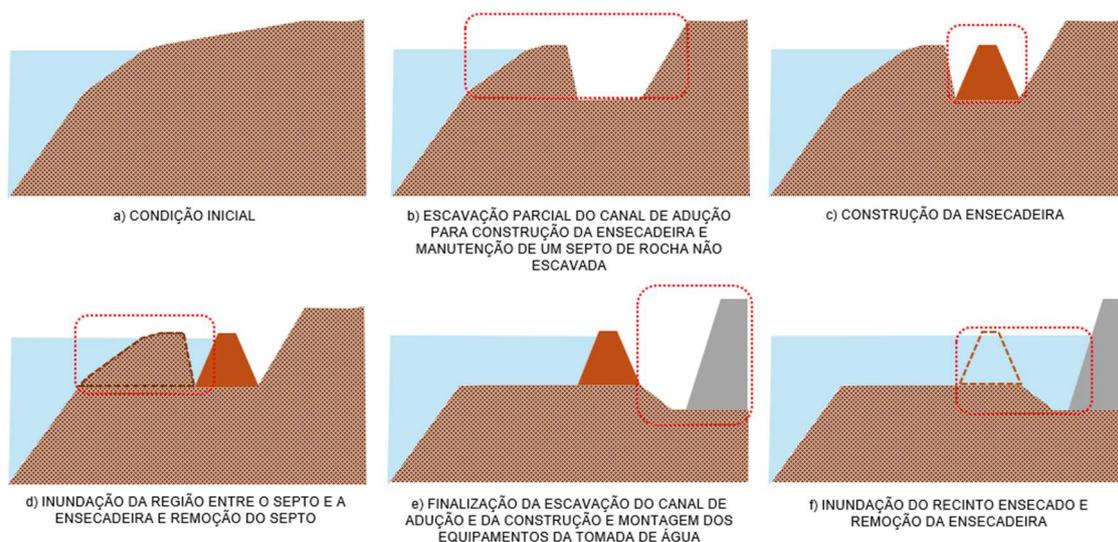


Figura 5-25 – Sequência construtiva da escavação do canal de adução e implantação da ensecadeira.

A alternativa de adoção de uma ensecadeira dentro do reservatório, para evitar a necessidade de manutenção do septo de rocha e a posterior escavação subaquática deste, não se viabilizou tecnicamente em razão da grande declividade da margem do reservatório e impossibilidade de seu rebaixamento. Nas condições impostas pela topografia e pela operação do reservatório, é inviável lançar os materiais da ensecadeira sem que estes não se depositem ao fundo do reservatório em vez das margens.

Para possibilitar a construção da Casa de Força foi prevista uma ensecadeira com crista na El. 511,00 m e taludes de montante e jusante com inclinações de 1V:1,3H e 1V:2,5H, respectivamente, o que garante proteção para uma cheia com 100 anos de recorrência. Dada a proximidade com a saída da calha do vertedouro, foram considerados os resultados apresentados no Adendo n.º 1 do Relatório n.º 6 dos Estudos Hidráulicos em Modelo Reduzido do Aproveitamento Hidrelétrico de Segredo, referente à verificação das condições de escoamento a jusante do vertedouro. A partir destas considerações previu-se uma proteção por rip-rap (exemplificado pela Figura 5-26) lançado com blocos de rocha de 1,25 m de diâmetro.

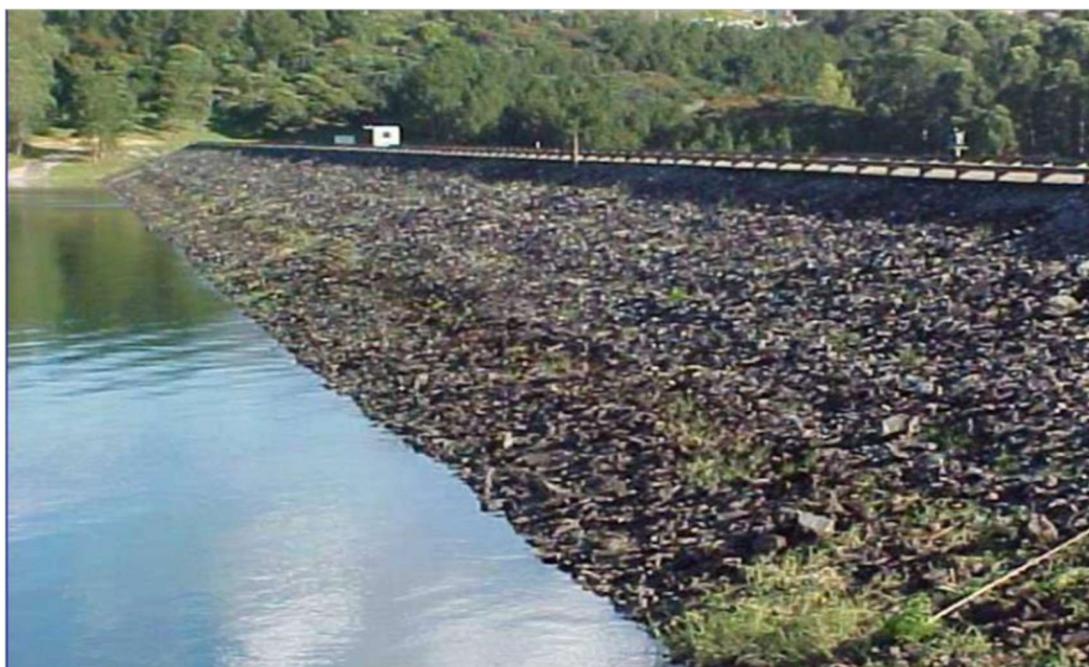


Figura 5-26 - Talude de montante de uma barragem protegido com *rip-rap* (Fonte: Barragens de terra: características de seus alteamentos - Scientific Figure on ResearchGate. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Talude-de-montante-de-barragem-com-rip-rap_fig6_362891789)

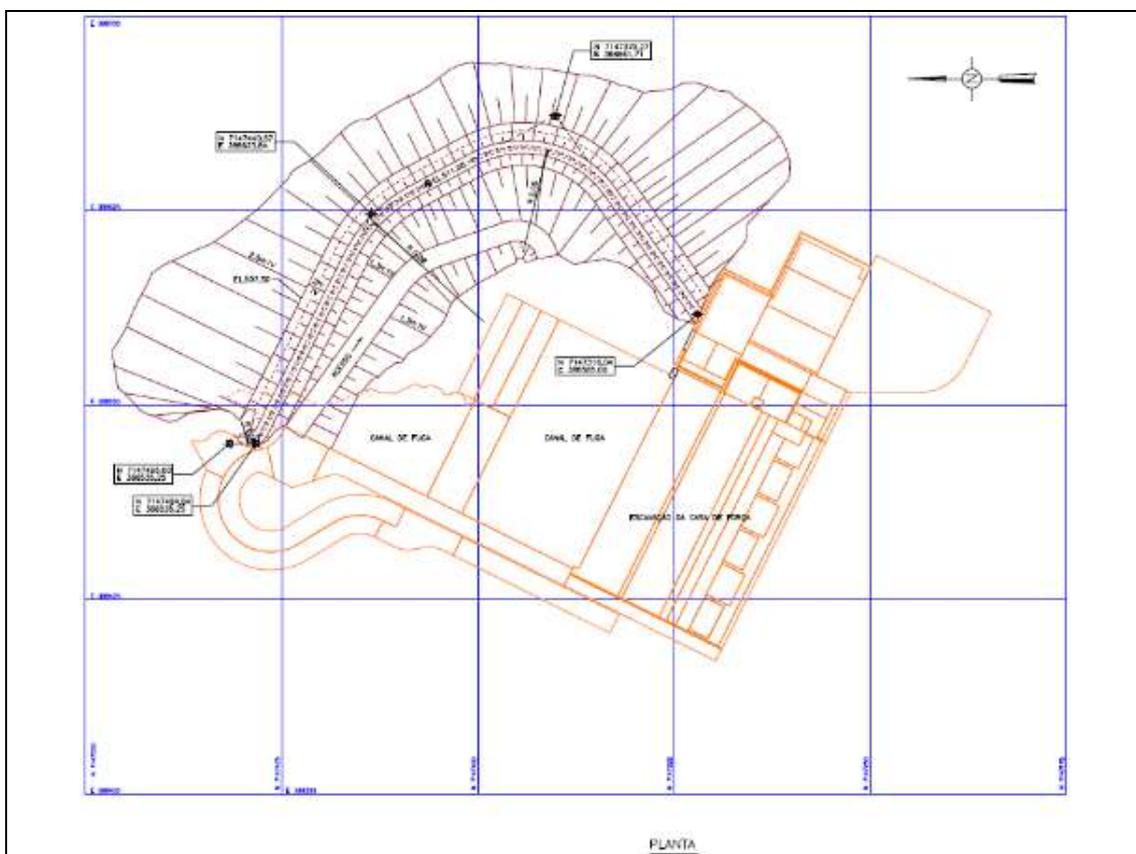
A ensecadeira para a proteção do canal de fuga da Casa de Força foi prevista com cordão simples e será implantada por meio do lançamento de enrocamento, a partir da superfície da água, seguido pelo lançamento de material granular de transição e de solo argiloso, também a partir da superfície, no talude de jusante. O enrocamento proporcionará estabilidade à estrutura e o material argiloso cumprirá a função de vedação. Entre a vedação e o enrocamento haverá uma faixa de material granular de transição. O rip-rap de proteção deverá ser lançado sobre o talude da camada de vedação. A ensecadeira de jusante está ilustrada na Figura 5-27.

Após a conclusão da ensecadeira, deverá ser feito o ensecamento do recinto onde está localizado o canal de fuga e a Casa de Força. Este ensecamento será feito a partir do bombeamento da água com o acompanhamento pela equipe responsável pelo resgate de ictiofauna, a qual deverá estar equipada para fazer o resgate concomitante com o rebaixamento do nível de água, inclusive ao longo



dos túneis existentes. O esgotamento será realizado conforme plano de trabalho aprovado pelo IAT na Autorização Ambiental para manejo da fauna.

Finalizadas as obras da estrutura da Casa de Força e inseridas as comportas nas saídas dos tubos de sucção, deverá ser feito o enchimento do recinto ensecado, de maneira gradual, até equalizar seu nível com o nível do reservatório. Então a ensecadeira poderá ser removida utilizando equipamentos de escavação submersa do tipo clam shell. A remoção poderá ser parcial, avançando ao menos até a elevação da crista do muro do canal de fuga (El. 498,50 m).



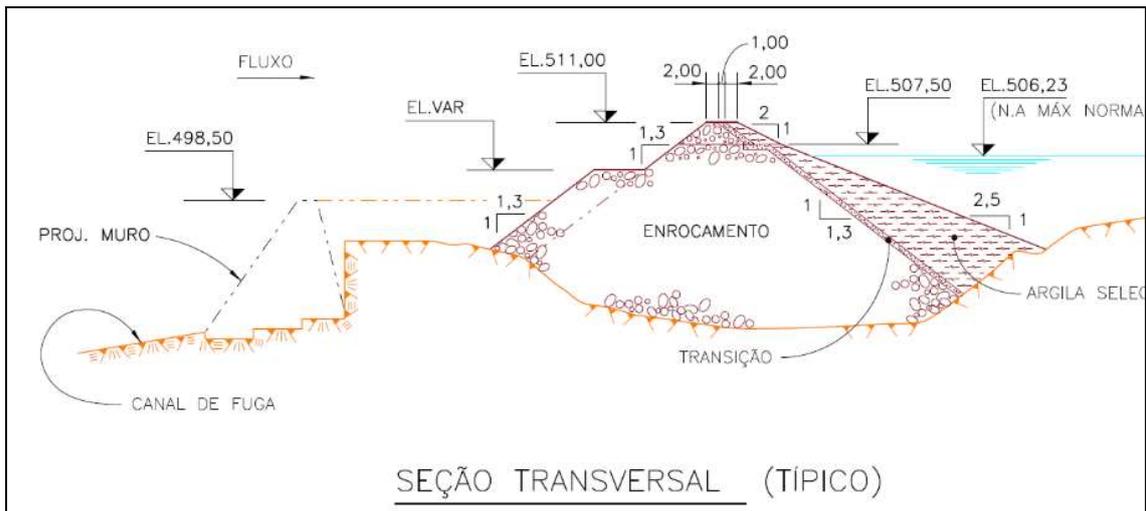


Figura 5-27 - Planta e corte típico da ensecadeira de jusante

5.2.1.9 Ponte

A fim de possibilitar o acesso às obras da nova casa de força sem interferir com as atividades da casa de força existente foi prevista uma ponte de serviço. Esta ponte foi pré-concebida em concreto armado e protendido com extensão total de aproximadamente 160 m e dois pilares que suportam trechos construídos por balanços sucessivos em seção caixão até atingir a posição dos apoios das vigas pré-moldadas protendidas que compõem as longarinas do tabuleiro do trecho central. O vão livre central resulta em aproximadamente 90 m. As fundações serão executadas a seco, em rocha, com estacas raiz. O volume total de concreto estimado para esta estrutura é de aproximadamente 3.100 m³. A ponte está representada na Figura 5-28.

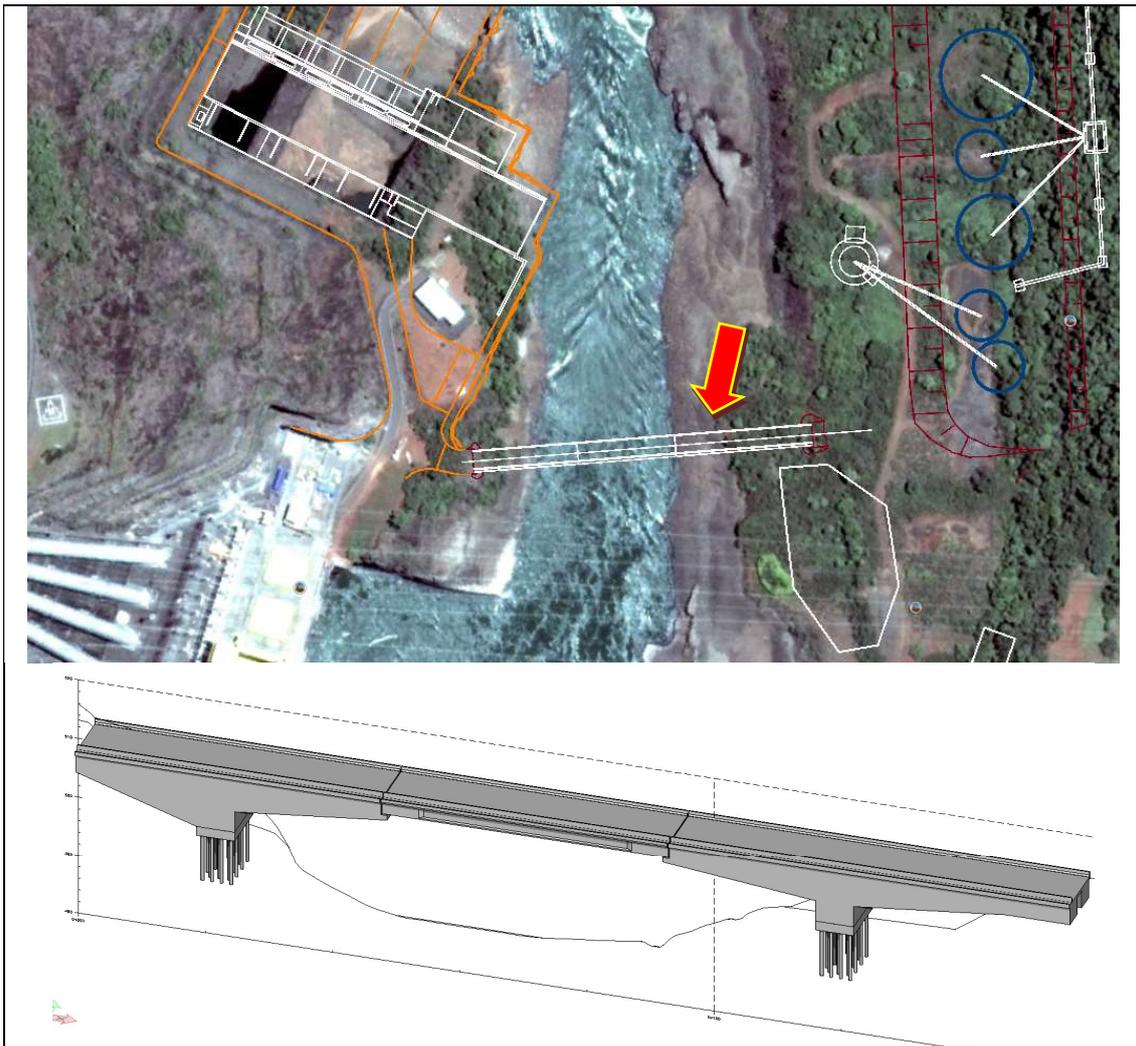


Figura 5-28 – Ponte em concreto armado e protendido para acesso à nova Casa de Força

5.2.2 Equipamentos e Sistemas Mecânicos

5.2.2.1 Turbinas

As três unidades geradoras associadas à ampliação de capacidade da UHE Segredo serão acionadas por 3 (três) turbinas hidráulicas do tipo Francis, de eixo vertical com caixa espiral metálica, protegidas por comporta vagão a montante, com as seguintes condições de referência:

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| - Potência Unitária | 434,90 MW |
| - Nível de Referência a Montante | 603,20 msnm |
| - Nível de Referência a Jusante | 502,71 msnm |



- Queda Líquida de Referência 97,68 m
- Rotação (a ser confirmada pelo FORNECEDOR 128,57 rpm)

O sentido de rotação será anti-horário quando visto de cima.

A elevação prevista para a linha de centro dos distribuidores das turbinas é El. 488,10 msnm, podendo ser revisada de acordo com a tecnologia do fabricante escolhido.

As turbinas deverão ser projetadas para operação satisfatória em toda faixa de quedas e níveis de jusante citados na sequência, podendo variar a potência de saída do gerador de 50 a 115% da potência nominal

São os seguintes os níveis operacionais a serem considerados no projeto:

- **Reservatório:**

- N.A. Máx. *Maximorum* (TR = 10.000 anos) 608,00 msnm
- N.A. Máx. Normal 607,00 msnm
- N.A. Mín. Operacional 602,00 msnm

- **Canal de fuga:**

- N.A. Max. *Maximorum* (TR = 10.000 anos) 512,22 msnm
- N.A. Nominal (todas as turbinas a plena carga) 506,23 msnm
- N.A. Mín. Operacional (1 turbina a plena carga) 500,54 msnm

5.2.2.2 Reguladores de Velocidade

Os reguladores de velocidade serão do tipo digital com um algoritmo de controle e um sistema hidráulico capazes de garantir a operação estável do grupo turbina - gerador em todas as condições operativas.

Os algoritmos de controle deverão ser PID (Proporcional – Integral – Derivativo).



O sistema de pressão de óleo será do tipo baixa pressão, com compressores de ar de regulação e acumuladores ar-óleo, e munido de um tanque de armazenamento sobre o qual estarão

instaladas as válvulas distribuidoras principais, as válvulas de fechamento de emergência e toda a instrumentação necessária. O fornecedor também poderá propor o uso de sistemas de alta pressão, com cilindros de nitrogênio, desde que comprove a viabilidade desta solução para o projeto.

5.2.2.3 Blindagem dos Conduitos Forçados

A partir da tomada de água a ser construída para atender a ampliação de capacidade da UHE GNB, foram previstos aproximadamente 80 m de *shafts* para atingir a elevação dos condutos forçados das três unidades geradoras. Estes *shafts* serão revestidos em concreto e possuirão seção transversal circular com diâmetro interno de 12,00 m. Os condutos forçados, nos trechos novos que serão construídos desde os *shafts* até a intersecção com os trechos dos antigos túneis de desvio, possuirão aproximadamente 290 m de extensão e seção arco-retângulo com 12,00 m de largura interna e 11,80 m de altura.

Os trechos seguintes dos condutos forçados aproveitarão aproximadamente 220 m das escavações dos antigos túneis de desvio que apresentam seção transversal arco-retângulo com 13,50 m de largura interna e 13,30 m de altura.

Os trechos finais dos condutos forçados, de aproximadamente 42 m, serão blindados com chapas de aço carbono calandradas e soldadas, e possuirão seção circular com diâmetro interno de 11,00 m, sendo que no final do trecho blindado haverá a necessidade de adicionar uma redução cônica para adequação ao diâmetro de entrada das caixas espirais.

A disposição dos condutos forçados é apresentada no desenho SG2-GET-DE-316-50-0001 apresentado no Anexo 3. Os condutos forçados serão constituídos de vários trechos, conforme descrição abaixo:



- Trecho escavado em rocha e revestido de concreto, diâmetro de 12,00m
80,00 m
- Trecho escavado em rocha em secção arco-retângulo 290,00 m
- Trecho aproveitado das escavações antigas, secção arco-retângulo 220,00 m
- Transição da secção arco-retângulo escavada em rocha de 13,50 x 13,30 m
para secção circular com diâmetro interno de 11,00 m..... 11,00 m
- Trecho final com secção circular de diâmetro interno de 11,00 m com
blindagem metálica..... 42,00 m
- Redução de entrada da caixa espiral com diâmetro interno de entrada de
11,00m e diâmetro de saída de 8,00 confeccionada em aço carbono.

5.2.2.4 Equipamentos Hidromecânicos

A ampliação de capacidade da UHE GNB implicará no fornecimento e na instalação dos seguintes equipamentos hidromecânicos: grades da tomada d'água para evitar a entrada de elementos flutuantes que possam causar danos à turbina; comportas vagão e ensecadeiras na tomada d'água para permitir a manutenção dos equipamentos presentes no circuito hidráulico e garantir a segurança da Casa de Força; comportas ensecadeiras no tubo de sucção das unidades geradoras para permitir o isolamento e o esgotamento do circuito hidráulico de geração.

- **Grades**

As grades terão as seguintes características principais:

- Tipo removível
- Número de vãos 6 (2 vãos por unidade geradora)
- Pressão máxima de projeto 60 kPa
- Espaçamento entre barras verticais 150,00 mm
- Largura do vão livre 6,00 m
- Altura vertical do vão livre 28,18 (plano inclinado) m
- Inclinação 1V:0,21H
- Elevação soleira El. 576,00 m
- Elevação piso de operação (deck da tomada d'água) El. 610,00 m
- N.A.Máx.Normal de montante El. 607,00 m
- N.A.Máx.Maximorum de montante El. 608,00 m
- Movimentação viga pescadora no pórtico da tomada d'água



- **Comporta Vagão**

A comporta vagão terá as seguintes características principais:

- Número de vãos	3
- Número de comportas	3
- Número de jogos de peças fixas.....	3
- Número de elementos por comporta	1
- Altura livre	13,50 m
- Largura livre	9,40 m
- Elevação da soleira	El. 580,00 m
- Cota do piso de operação.....	El. 610,00 m
- N.A.Máx.Normal	El. 607,00 m
- N.A.Máx.Maximorum	El. 608,00 m
- Movimentação	servomotor hidráulico
-	

- **Comporta Ensecadeira da Tomada d'Água**

As comportas ensecadeiras terão as seguintes características principais:

- Número de vãos	3
- Número de comportas	1
- Número de jogos de peças fixas.....	3
- Número de elementos por comporta	1
- Altura livre	15,65 m
- Largura livre	9,40 m
- Elevação da soleira	El. 580,00 m
- Cota do piso de operação.....	El. 610,00 m
- N.A.Máx.Normal	El. 607,00 m
- N.A.Máx.Maximorum	El. 608,00 m
- Movimentação	pórtico da tomada d'água

- **Comporta Ensecadeira do Tubo de Sucção**

As comportas ensecadeiras terão as seguintes características principais:

- Número de vãos	6
------------------------	---



- Número de comportas	6
- Número de jogos de peças fixas.....	6
- Número de elementos por comporta	2
- Altura livre	5.60 m
- Largura livre	10.00 m
- Elevação da soleira	El. 467.09 m
- Cota do piso de operação	El.610.00 m
- -N.A.Máx.Normal	El. 506.23 m
- Movimentação	semipórtico

5.2.2.5 Equipamentos de Içamento

- **Ponte Rolante**

Na Casa de Força será instalada uma ponte rolante que terá a função de levantar e transportar os equipamentos principais ali instalados, seja durante a montagem, seja em períodos de manutenção.

São as seguintes suas características principais:

- Capacidade nominal do guincho.....	943 ton (2 x 471,5 ton)
- Vão da ponte	25,70 m
- Operação	Comando Remoto
- Comprimento do caminho de rolamento.....	160,2 m
- Alimentação elétrica	barramento
- Velocidade da elevação principal / auxiliar	1,00 m/min / 10,00 m/min
- Translação da ponte.....	40,0 m/min / 1,0 m/min
- Curso de elevação do gancho	37,80 m

- **Pórtico Rolante da Tomada de Água**

A tomada d'água será equipada com um pórtico provido de uma máquina limpa grades que possibilitará a instalação e manutenção da comporta ensecadeira e vagão.

São as seguintes suas características principais:



- Pórtico:
 - Capacidade 122,50 ton / 12,00 ton
 - Vão do Pórtico..... 9,50 m
 - Elevação do caminho de rolamento..... 610,00 m
 - Comprimento aproximado do caminho de rolamento..... 90,00 m
 - Curso vertical do gancho 34,20 m
 - Velocidade de levantamento principal / auxiliar 3,5 m/min – 10 m/min
 - Velocidade de translação 20,00 m/min
- Máquina limpa grades:
 - Largura do rastelo (aproximadamente)..... 3,00 m
 - Capacidade mínima do rastelo 2,00m³
 - Curso aproximado do rastelo..... 40,00 m
 - Velocidade de içamento 10,00 / 0,1 m/min
 - Volume útil aproximado da vagoneta..... 2,00 m³

- **Semi-pórtico do Tubo de Sucção**

Para movimentação das comportas ensecadeiras do tubo de sucção está prevista a instalação de um semi-pórtico que se deslocará sobre as ranhuras destas comportas.

São as seguintes suas características principais:

- Capacidade do semi-pórtico 37 ton
- Altura total de elevação do gancho..... 52,05 m
- Velocidade de elevação do gancho (aproximadamente) 4,50 m/min
- Velocidade de translação aproximada 20,00 m/min
- Extensão aproximada do caminho de rolamento 134,50 m

- **Monovia para movimentação das bombas de drenagem e esgotamento**

São as seguintes suas características principais:

- Capacidade da monovia 2,00 ton
- Altura total de elevação do gancho..... 50,00 m



- Velocidade de elevação do gancho (aproximadamente)5,0 / 0,5 m/min
- Velocidade de translação aproximada..... 10 / 0,5 m/min
- Extensão aproximada da monovia..... 28,00 m

5.2.2.6 Sistemas Auxiliares Mecânicos

Os seguintes sistemas fazem parte dos serviços auxiliares para atender à ampliação de capacidade da UHE GNB:

- **Sistema de Drenagem**

O sistema de drenagem da Casa de Força é composto basicamente de uma rede de drenagem, três tanques de separação água-óleo lubrificante, poços coletores, bombas de drenagem acionadas por motores elétricos, sensores de nível, painéis de comando local, e um centro de controle de motores.

A rede de drenagem é composta por uma série de tubulações que coletam a água proveniente de percolação, descarga e resfriamento de equipamentos, vazamento de tubulações e limpeza dos pisos de todos os ambientes internos da Casa de Força. Esta rede é interligada por um coletor principal de drenagem que conduz a água para os tanques de separação ou diretamente para o poço de drenagem.

A água captada em locais com risco de contaminação por óleo passará previamente por um separador água / óleo lubrificante, onde o óleo emulsificado será segregado, para então depois seguir para o poço de drenagem.

É prevista tubulação de interligação entre os poços de drenagem principal e de esgotamento. Em caso de falha nas bombas de drenagem principais, a água coletada no poço de drenagem, a partir de determinado nível, poderá ser automaticamente vertida para o poço de esgotamento, onde as bombas específicas deste sistema poderão auxiliar a evitar inundações na Casa de Força.

O sistema é representado nos fluxogramas SG2-GET-FL-327-10-0001 e SG2-GET-FL-327-10-0002 apresentado no Anexo 3.



- **Sistema de Esgotamento e de Enchimento das Unidades**

O sistema de esgotamento terá por função esgotar a água da caixa espiral, do tubo de sucção e do conduto forçado, sempre que houver necessidade de inspeção, manutenção ou reparos internos em uma unidade geradora.

Este sistema compreenderá as redes de tubulações de esvaziamento e enchimento da caixa espiral e do tubo de sucção das turbinas, um poço de esgotamento estanque, bombas de esgotamento acionadas por motores elétricos, sensores de nível, painel de comando local, e um centro de controle de motores.

O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-327-11-0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Água Bruta e de Resfriamento**

O sistema de água de resfriamento tem a finalidade de filtrar e distribuir água bruta captada dos condutos forçados para os seguintes locais / equipamentos:

- trocadores de calor óleo-água dos mancais e dos reguladores hidráulicos das unidades, dos compressores de ar de regulação, e trocadores água-ar dos geradores;
- sistema de vedação dos eixos das turbinas;
- lubrificação dos labirintos inferior e superior dos rotores das turbinas;
- suprimento de água de serviço;
- suprimento de água para combate a incêndio.

O sistema de água de resfriamento dos trocadores de calor é do tipo circulação em circuito aberto, com descarga para o Canal de Fuga, acima do nível máximo maximum.

Prevedo-se uma possível infestação da bacia do rio pelo mexilhão dourado, serão deixados pontos para injeção de produtos químicos em cada tomada de água bruta, assim como pontos de coleta de amostras no ramal de saída de água de resfriamento.



O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-327-12-0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Proteção Contra Incêndio**

Os sistemas de proteção contra incêndio têm por finalidade combater, detectar e alarmar incêndios em equipamentos e ambientes da usina, sujeitos a ocorrência de sinistro. Foram previstos os seguintes sistemas de proteção contra incêndio:

- Sistema de água de combate a incêndio por meio de hidrantes;
- Sistema de água para combate a incêndio nos transformadores elevadores por nebulização;
- Sistema de extintores;
- Rede de detecção e alarme de incêndio.

O sistema de combate a incêndio por meio de hidrantes e nebulização derivará do sistema de água bruta, a montante dos filtros automáticos do sistema de resfriamento. O sistema de água para combate a incêndio contará com filtros dedicados.

O sistema é representado nos fluxogramas SG2-GET-FL-327-13-0001 e SG2-GET-FL-320-81-0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Água Potável e de Higiene Pessoal nos Sanitários**

O sistema de água potável terá por objetivo fornecer água para consumo e higiene humanas nos sanitários e na copa da usina e para os lava-olhos das salas de baterias.

O sistema será composto basicamente por um poço artesiano, uma estação de cloração e desinfecção da água, caixas d'água, rede de tubulação, aparelhos sanitários, válvulas e acessórios. Caso o uso de poço artesiano demonstre ser inviável, uma estação compacta de tratamento de água (ETA) poderá ser utilizada.

O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-320-14-0001 apresentado no Anexo 3.



- **Sistema de Separação Água-Óleo dos Transformadores**

O sistema de drenagem e separação água / óleo é responsável pela coleta, drenagem e separação do óleo isolante da água, em caso de incêndio e ruptura dos transformadores elevadores (ativos e reservas). Este sistema também atenderá as bacias de contenção dos geradores diesel de emergência e de seus reservatórios.

Sob cada transformador elevador existe uma bacia de drenagem e contenção, preenchida com pedra britada nº 3 e drenada para o separador através de uma tubulação coletora.

O tanque coletor-separador é construído em concreto e possui duas câmaras principais, uma câmara de separação e uma câmara de armazenamento de óleo. A câmara de separação é subdividida em câmara de entrada / separação (local em que se processa a entrada / separação da mistura) e câmara de saída (somente permite a passagem de água).

Após a separação, o óleo ficará armazenado em um tanque adjacente, até a sua retirada por caminhão apropriado para ser devidamente tratado.

O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-327-15-0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Água de Serviço**

O sistema de água de serviço destina-se a suprir de água os serviços gerais e de lavagem da Casa de Força e de suas instalações adjacentes, assim como o fornecimento de água para o sistema sanitário (se for aplicado o uso de ETA como solução para tratamento de água). Será composto por tubos, conexões e válvulas, responsáveis por distribuir água filtrada a partir do coletor de água de resfriamento para os diversos locais da usina.

O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-327-16-0001 apresentado no Anexo 3.



- **Sistema de Esgoto Sanitário**

O sistema tem por finalidade coletar, tratar e dar disposição final para o esgoto proveniente dos sanitários e da copa da usina.

O sistema consistirá em sanitários e copa para o pessoal de operação e manutenção da usina. Destes sanitários e copa, o esgoto será encaminhado para uma estação compacta, constituída por caixa de gradeamento, tanque séptico, filtro biológico e caixa de desinfecção, de onde o efluente tratado será lançado ao Canal de Fuga.

O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-327-17-0001 apresentado do Anexo 3.

- **Sistema de Ar Comprimido de Serviço**

O objetivo deste sistema é suprir de ar comprimido os diversos equipamentos pneumáticos e bicos de limpeza para manutenção da usina, os freios dos geradores, as vedações de manutenção das turbinas, os sistemas de detecção de incêndio dos transformadores elevadores, e os instrumentos e válvulas pneumáticos.

O sistema de ar comprimido de serviço será composto basicamente por:

- 02 compressores de ar rotativos de parafusos, de deslocamento positivo, com secador incorporado, acionados por motor elétrico, de uso industrial, trabalhando entre as pressões máxima de 8 bar e mínima de 7 bar, sendo um ativo e outro reserva ativo;
- 01 reservatório cilíndrico vertical, com acessórios (manômetro, válvula de segurança, transmissor de pressão e purgador automático);
- Os pontos de ar de serviço, distribuídos por todas as galerias e ambientes da casa de força, terão válvula esfera e engate rápido para mangueira;
- 01 reservatório cilíndricos, com acessórios (manômetro, pressostato, válvula de segurança e purgador automático), para a detecção de incêndio dos transformadores.
- 03 reservatórios cilíndricos, com acessórios (manômetro, pressostato, válvula de segurança e purgador automático), para a frenagem dos geradores.



O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-327-20-0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Ar de Rebaixamento**

O sistema de ar de rebaixamento deverá permitir a operação das 03 unidades geradoras na condição de compensador síncrono.

O sistema será composto por uma central de ar comprimido a ser instalada na galeria de equipamentos, composta por um grupo de compressores com resfriamento a água e uma rede de tubulações, válvulas e acessórios. O ar comprimido gerado será acumulado em um banco de reservatórios a serem instalados na galeria de equipamentos. A partir deste grupo de acumuladores, o ar comprimido será distribuído por meio de tubulações para atender as 03 unidades geradoras.

O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-327-23-0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Ar-Condicionado**

O condicionamento de ambiente será efetuado apenas nas salas onde existe ocupação constante por pessoas e equipamentos que necessitem de controle de temperatura.

Assim sendo, está previsto o condicionamento de ar na sala de controle e na sala de telecomunicações com equipamentos redundantes. A copa e a sala de segurança também irão contar com equipamentos de climatização, porém não há necessidade de redundâncias. A sala de baterias também deverá possuir sistema de ar-condicionado redundante, caso sejam utilizadas baterias seladas.

O condicionamento de ar será efetuado por aparelhos do tipo *Split* individual, com instalação das unidades evaporadoras no interior das salas e das unidades condensadoras do lado externo, procurando manter a temperatura do ambiente condicionado na faixa de 24°C



Também será necessário realizar a renovação de ar na sala de controle, copa, sala de permanência e sala de segurança. A renovação de ar deverá seguir os requisitos da norma NBR ABNT 16401-3 – Qualidade do Ar Interior. A renovação do ar poderá ser realizada através de equipamentos individuais ou coletivos, porém, o ar deverá ser filtrado antes de ser introduzido no ambiente.

O sistema de climatização é representado através do fluxograma SG2-GET-FL-327-30- 0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Ventilação/Exaustão da Casa de Força**

O sistema de ventilação principal terá por objetivo promover a renovação do ar dentro da Casa de Força, reduzir a umidade interna nos ambientes úmidos, remover odores e evitar o aumento exagerado de temperatura causado pelas fontes de calor, assegurando condições de trabalho aos operadores e funcionamento adequado dos equipamentos.

O ar externo será coletado através de venezianas e filtros e aspirado através de um duto até a sala de ventiladores centrífugos e em seguida, será distribuído através de plenums e uma rede de dutos para as diversas áreas da usina. O sistema de ventilação deverá ser interligado com o sistema de detecção e alarme de incêndio, o qual deverá enviar um sinal para que os ventiladores sejam automaticamente desligados quando identificarem a presença de fumaça.

A sala de baterias deverá ser dotada de dois exaustores de gases (um atuante e outro reserva), que encaminhará o ar diretamente para o exterior da Casa de Força. Caso sejam utilizadas baterias seladas, a sala deverá ser equipada com equipamentos de ar-condicionado.

Os poços dos geradores, os poços das turbinas e as galerias anelares irão compartilhar os mesmos exaustores, os quais expulsarão o ar quente para fora da Casa de Força através de equipamentos redundantes. As galerias mecânicas, elétrica superior, elétrica inferior e de equipamentos, bem como o acesso ao tubo de sucção e os acessos às caixas espirais e demais ambientes da Casa de Força,



receberão ar insuflado através de plenums e redes dedutos pelos ventiladores principais.

Os sanitários, copas, vestiários e a central hidráulica da tomada d'água serão dotados de sistema de exaustão individuais e exclusivos.

O sistema de ventilação e exaustão é representado no fluxograma SG2-GET-FL-320-34- 0001 apresentado no Anexo 3.

- **Sistema de Medições Hidráulicas**

O sistema de medições hidráulicas abrangerá a medição das seguintes grandezas:

- Níveis de água na tomada d'água, reservatório e canal de fuga;
- Perda de carga nas grades;
- Pressão diferencial entre montante e jusante das comportas vagão e ensecadeiras datomada d'água;
- Pressão diferencial entre montante e jusante das comportas ensecadeiras do tubo sucção.

O sistema é representado no fluxograma SG2-GET-FL-320-35-0001 apresentado no Anexo 3.

5.2.3 Equipamentos e Sistemas Elétricos

5.2.3.1 Geradores e Equipamentos Associados

O gerador será de corrente alternada, síncrono, trifásico, ligação em estrela, com neutro aterrado através de transformador de distribuição, de eixo vertical, para acoplamento à turbina hidráulica, tipo Francis, para instalação em câmara de concreto, com sistema de resfriamento a ar em circuito fechado, com trocadores de calor ar/água.

O projeto a fabricação e o desempenho dos geradores e equipamentos associados atenderão aos requisitos do submódulo 2.10 do módulo 2, revisão 2023.10 ou mais recente, dos Procedimentos de Rede do ONS.



A linha de eixo do conjunto turbina/gerador será constituída de um mancal de escora e dois mancais de guia. Os mancais de escora estarão situados abaixo do rotor do gerador e apoiados sobre a cruzeta inferior. Um dos mancais de guia estará situado acima do rotor do gerador apoiado na cruzeta superior, apoiada na parede de concreto da câmara do gerador e o outro mancal estará situado na tampa da turbina.

O isolamento dos enrolamentos do estator e do rotor será com classe térmica de isolamento F, com elevações de temperatura referente à classe térmica B.

O gerador será instalado dentro de uma câmara de concreto, cujo formato interno é circular.

O gerador e seus equipamentos associados deverão ser projetados para um ciclo diário de partida e parada. Os geradores e todos os seus componentes e acessórios deverão ser idênticos entre si e suas partes deverão ser intercambiáveis.

Os terminais de fase do gerador serão ligados, através de barramento blindado de fases segregadas, ao transformador elevador principal e, através de derivações, ao cubículo de proteção contra surtos de tensão e ao transformador de excitação. Nas unidades 5 e 7, também haverá uma derivação para os transformadores de serviços auxiliares.

O gerador será dotado de sistema de frenagem e levantamento do rotor.

O gerador será dotado de sistemas de monitoramento de entreferro, vibrações e deslocamentos incluindo todo o *hardware* e *software* necessário para aquisição, comunicação e tratamento de medições dinâmicas e estáticas, simultâneas e sincronizadas, através de sistema centralizado. Da mesma forma será dotado de sistema de supervisão de descargas parciais no enrolamento estatórico.

O gerador será dotado, ainda, de cubículo de proteção contra surtos de tensão, contendo para-raios, capacitores e transformadores de potencial. Terá,



também, um cubículo para aterramento de neutro através de transformador e resistência conectado ao secundário deste.

As características principais do gerador são:

- Quantidade.....	03
- Potência Nominal	468,9MVA
- Tensão Nominal	,8 kV
- Variação de Tensão Nominal.....	-10% a +5%
- Fator de Potência	0,90
- Velocidade Nominal (a ser confirmada).....	128,57 rpm
- Classe térmica de isolamento.....	F
- Rendimento nas condições nominais	98,0 %

5.2.3.2 Sistema de Excitação

O sistema de excitação será estático, digital, microprocessado, incluindo regulador de tensão automático com pontes retificadoras de tiristores trifásicas, totalmente controladas na configuração N+1 transformador de excitação (trifásico) ligado diretamente nos terminais do gerador, circuitos de comando, disjuntor de campo, resistor de descarga de campo, equipamento de pré-excitação e dispositivo de proteção, controle (cartões eletrônicos de regulação) e medição, montados e interligados dentro de um cubículo.

O sistema deverá ser apto para operar normalmente integrado, através de canais de comunicação, aos níveis superiores do Sistema de Supervisão e Controle (SSC) da usina.

Além disso, deverá existir acesso por contato para comando de subir/baixar tensão de excitação (potenciômetro digital).

Os requisitos técnicos do sistema de excitação e regulação deverão atender aos requisitos do submódulo 2.10 do módulo 2, revisão 2023.10 ou mais recente, dos Procedimentos de Rede do ONS.



5.2.3.3 Regulador de Tensão

O regulador de tensão deverá ser capaz de desempenhar as seguintes funções, quando sob controle automático, com temperatura ambiente interna ao cubículo compreendida entre 0 e 55°C.

- **Operação em Regime Transitório**

Com o gerador operando com qualquer carga entre zero e 95% da nominal, suportará a aplicação brusca de uma carga de 50% da nominal, fator de potência 0,4 indutivo, com queda de tensão máxima de 15% medida nos terminais do gerador e recuperar 100% da tensão ajustada em, no máximo, um segundo.

- **Rejeição de Carga**

O tempo para o retorno da tensão nos terminais do gerador a um valor de 105% do valor ajustado não será superior a 0,5 segundo. A tensão de regime permanecerá estável, sem oscilações, dentro da faixa de $\pm 0,5\%$ do valor ajustado, já considerado a compensação de corrente reativa.

- **Ciclo Térmico**

Será capaz de suportar o ciclo de trabalho, sem exceder a temperatura máxima de enrolamento de campo com:

- Operação do gerador à potência, fator de potência e tensão nominais, por tempo suficiente para que todos os componentes atinjam a temperatura em regime permanente;
- Falta trifásica com duração de 200ms na barra de 525 kV; e
- Operação subsequente nas condições nominais.
- O sistema de excitação suportará sem danos uma falta trifásica nos terminais do gerador, extinta por uma sequência de desligamento que inclua a abertura do disjuntor de campo.

O regulador de tensão deve manter nas 3 fases do gerador na faixa de $\pm 0,5\%$, do valor ajustado, quando em operação a vazio e velocidade constante, para qualquer valor de velocidade.

O sistema de excitação deverá ser provido com pelo menos os seguintes recursos:



- controle automático da tensão terminal no gerador, ou da tensão da barra de alta da usina mediante controle conjunto das unidades geradoras;
- Controle manual da excitação do gerador;
- Transição suave do controle automático para o controle manual e vice-versa;
- Permitir sua integração a um controle conjunto de tensão da instalação;
- Limitação automática da corrente máxima e mínima de campo;
- Limitação automática de mínima excitação;
- Limitação de sobrefluxo (V/Hz);
- Polarização inicial do campo do gerador na partida ("*field flashing*");
- Desempenho automático das funções requeridas pelas sequências de controle automático de partida e parada da unidade geradora;
- Em caso de excitatriz estática, rápida desexcitação do campo do gerador, através da inversão da tensão de excitação;
- Supervisão e proteção de todas as partes do equipamento;
- Rápida identificação de componentes defeituosos;
- Circuito de controle e regulação PID, com ajuste de ganho proporcional, integral e diferencial.
- Escorvamento suave, ajustável;
- Identificar e monitorar falhas nos tiristores/diodos.

E adicionalmente aos requisitos do ONS, ser provido com pelo menos os seguintes recursos:

- Duplo canal de regulação de tensão (principal e alternado), onde cada canal é formado por todos os circuitos e funções desde a medição de tensão, corrente do gerador e corrente de campo até a geração de pulsos para o gatilhamento das pontes de tiristores;
- Transferência do canal principal para o canal alternado quando houver falha na regulação de tensão no canal principal e transferência para a regulação de corrente de campo, quando houver falha na regulação de tensão no canal alternado;
- Supervisão e proteção de todas as partes do equipamento;
- Rápida identificação de componentes defeituosos na IHM do regulador;
- Interfaces de comunicações digitais para transmissão/recepção de dados e comandos do Sistema de Supervisão e Controle.
- Protocolo aberto de comunicação de dados baseado nas IEC 60870-5-104 ou alternativamente IEC 61850 ou DNP3 sobre IP.



A fonte de alimentação do circuito eletrônico e a fonte de realimentação, deverão possuir isolamento galvânica e proteção contra sobre-corrente adequadas.

5.2.3.4 Barramento Blindado de Fases Isoladas

Para interligação dos geradores aos respectivos transformadores elevadores serão utilizados barramentos blindados de fases isoladas. Os barramentos terão derivações para conexão aos cubículos de proteção contra surtos de tensão, para o transformador de serviços auxiliares e para os transformadores do sistema de excitação dos geradores e deverão atender as normas ANSI C37.23 e IEC 62271-200 / 62271-1.

As características principais do barramento são:

- Tensão nominal.....,8kV
- Máxima tensão eficaz de operação, de acordo com a norma ANSI C37.235kV
- Frequência nominal 60 Hz

Corrente de operação dos barramentos:

- Principal 23000 A (a confirmar)
- Derivações 1200 A (a confirmar)

Corrente de curto-circuito eficaz simétrica:

- Principal a ser definido, conforme estudos do sistema
- Derivações a ser definido, conforme estudos do sistema

Corrente de curto-circuito eficaz assimétrica:

- Principal a ser definido, conforme estudos do sistema
- Derivações a ser definido, conforme estudos do sistema
- Tempo de duração da falta (máximo) 1 segundo



Nível de isolamento, conforme norma ANSI C37.23:

- Tensão suportável de impulso atmosférico..... 110 kV
- Tensão suportável de frequência industrial, 1 minuto kV

Elevação de temperatura (temperatura ambiente máxima de 40° C):

- Invólucro..... 40° C
- Condutor 65° C
- Grau de proteção, conforme NBR IEC 60529.....IP-65
- Resfriamento Ventilação natural

5.2.3.5 Transformadores Elevadores

Os transformadores serão projetados para operação contínua ao tempo e a plena carga, em qualquer derivação, com resfriamento por circulação natural de óleo e ar forçado, na tensão e frequência nominais e na tensão de 105% da tensão nominal, sem exceder os limites da elevação de temperatura definidos na norma NBR-5356.

Os transformadores serão equipados de comutador de derivações sem tensão, para aumentar e diminuir o número de espiras. O conservador terá capacidade suficiente para suportar a expansão do óleo isolante até a temperatura de 120°C.

Os transformadores serão instalados ao tempo, com paredes corta-fogo, bacia de coleta de óleo. Os transformadores serão deslocados sobre caminhos de rolamento, constituídos de trilhos, desde a área de descarga até o local de instalação. Serão fornecidos com rodas.

Os transformadores serão protegidos por meio de pára-raios a óxido de zinco (ZnO). Estes pára-raios serão do tipo estação, com tensão nominal adequada para a classe de tensão do lado de alta tensão, instalados em estruturas independentes, próximo aos transformadores.



As características principais do transformador são as seguintes:

- Quantidade 3 +1 reserva
- Tipo trifásico
- Potência nominal (*) 470.000 kVA
- Frequência nominal 60 Hz
- Tensão nominal do enrolamento primário ,8kV
- Tensão nominal do enrolamento secundário 525 kV
- Tensões das derivações do enrolamento primário +/- 5 x 2,5 %
- Ligações dos enrolamentos YNd1

Níveis de isolamento do enrolamento primário:

- Classe de tensão kV
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 110 kV
- Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) ... 34 kV

Níveis de isolamento do enrolamento secundário (a confirmar no projeto executivo pelos estudos do sistema):

- Classe de tensão 550 kV
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 1675 kV
- Tensão suportável nominal de impulso de manobra (valor de crista) 1300 kV
- Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) 790 kV

Níveis de isolamento do enrolamento neutro:

- Classe de tensão kV
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 110 kV
- Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) kV
- Método de resfriamento ONAN/ONAF



(*) Potência Nominal Garantida (PNG) ou Potência Nominal contínua para qualquer derivação, com tensão nos terminais primários a 95% da tensão nominal, e em casos de emergência operar a 90% da tensão nominal, e elevação de temperatura das várias partes do transformador não ultrapassando em mais de 5°C as elevações obtidas em condições nominais, como previsto na NBR 5356, sobre a temperatura máxima do ar ambiente de 40°C.

5.2.3.6 Serviços Auxiliares Elétricos de Corrente Alternada (CA)

Os serviços auxiliares serão compostos por dois painéis de distribuição geral da Casa de Força, interligáveis. Cada painel será alimentado por um dos transformadores de serviços auxiliares. Como fonte alternativa serão empregados uma fonte de alimentação externa proveniente da subestação Segredo e um grupo gerador de emergência de potênciacompatível com a demanda requerida para esta situação (partida, parada, funcionamento normal de uma unidade e alimentação das cargas essenciais do empreendimento). Haverá também painéis específicos para alimentar as cargas em corrente alternada das unidades geradoras e cargas gerais. Conforme diagrama unifilar apresentado no desenho SG2-GET-DU-330-20-001.

5.2.3.7 Grupo Gerador de Emergência

Os serviços auxiliares da Casa de Força serão atendidos, em condições de emergência operacional, isto é, perda das fontes normais de alimentação, por 2 Grupos de Geração Auxiliar acionado por motor a explosão, com capacidade adequada para atender as cargas essenciais do empreendimento. Durante o desenvolvimento do projeto executivo, o fornecedor deverá comprovar as capacidades dos grupos geradores.

Os Grupos Geradores serão equipados com Unidade de Supervisão e Controle que incorpora funções básicas como partida, parada, sincronismo e tomada de carga, na modalidade manual local e automática. O sistema de supervisão e controle, quando em automático e detectando falta de tensão nos alimentadores normais no painel de distribuição de corrente alternada, ativará a partida e tomada de carga, de modo a suprir as cargas essenciais.



5.2.3.8 Transformador de Serviços Auxiliares

Os transformadores de serviços auxiliares serão com isolamento seco, com sistema de resfriamento por circulação natural de ar. A relação de tensão é de 13,8 – 460 kV. A potência prevista é de 2500 kVA. A ligação dos enrolamentos é delta no primário e estrela com neutro aterrado no secundário.

Esses transformadores alimentarão os painéis de distribuição de 460 V, que atenderão a casa de força.

Os transformadores de serviços auxiliares provenientes das unidades geradoras deverão ser do tipo transformador a seco, ligação Dyn1, no secundário na faixa de $\pm 2 \times 2,5 \%$ (5 “taps”), e deverão ter as seguintes características técnicas principais:

- Quantidade..... 02
- Potência nominal (a confirmar).....2500 kVA
- Tensão nominal do primário 13,8 kV, +5%/-5%
- Tensão nominal do secundário..... 460 V
- Frequência 60 Hz
- Tipo Seco
- Ventilação ONAM

O transformador de serviços auxiliares da alimentação externa proveniente da subestação Segredo deverá ser do tipo a seco, ligação Dyn1, no secundário na faixa de $\pm 2 \times 2,5 \%$ (5 “taps”), e deverá ter as seguintes características técnicas principais:

- Quantidade..... 01
- Potência nominal (a confirmar).....2000 kVA
- Tensão nominal do primário 13,8 kV, +5%/-5%
- Tensão nominal do secundário..... 460 V
- Frequência 60 Hz
- Tipo Seco
- Ventilação ONAM



5.2.3.9 Serviços Auxiliares Elétricos de Corrente Contínua (CC)

Os sistemas de distribuição de CC serão projetados para ter redundância nas alimentações desde os centros de distribuição principais até as cargas, conforme diagrama unifilar apresentado no desenho SG2-GER-DU-330-25-001 apresentado no Anexo 3.

O sistema de serviços auxiliares de corrente contínua foi concebido considerando que todo o sistema de comando, controle, proteção, iluminação de segurança, alarme e sinalização será alimentado em 125 V, não-aterrado. O sistema prevê a instalação de dois conjuntos de baterias ventiladas para atendimento da casa de força e subestação isolada a gás SF₆.

Cada conjunto de baterias e seu respectivo carregador/retificador alimentarão um quadro geral de corrente contínua.

Para atendimento às cargas da casa de força estão sendo previstos um quadro para cada unidade geradora, um para cargas gerais, um para subestação isolada a gás SF₆ e mais dois quadros gerais de distribuição. Cada um desses quadros receberá dupla alimentação, cada uma proveniente de cada quadro geral de corrente contínua. Esses quadros de distribuição serão providos de duas barras, que alimentarão as cargas. Em cada uma das cargas de corrente contínua serão previstos diodos, para seleção de fontes.

Cada banco de baterias de 125 V terá 60 elementos com variação de tensão de +10% e - 20%. Os carregadores serão do tipo estático com tensão de entrada de 440 V e tensão de saída de 125 V.

5.2.3.10 Proteção contra descargas atmosféricas

Todas as estruturas do empreendimento deverão ser protegidas contra descargas atmosféricas através da aplicação de malhas de cabos de cobre instaladas nas coberturas, com dimensões adequadas a proteção requerida e



interligada à malha de aterramento do piso principal através de descidas com cabos de cobre de mesma seção da malha principal.

As conexões à malha de aterramento dos pára-raios deverão ser tão curtas e diretas quantopossível, com o objetivo de diminuir a impedância de surto à terra. Os cabos de aterramento deverão ter a mesma seção que os da malha principal.

5.2.3.11 Sistema de aterramento

Todo o sistema de aterramento, malha, condutor principal etc., deverá ser calculado seguindo as recomendações da IEEE 80.

A seção mínima do cabo da malha principal deverá ser 50 mm².

5.2.3.12 Sistema de iluminação e tomadas

Os circuitos de iluminação deverão ser distribuídos a partir dos painéis de iluminação.

Para aumentar a confiabilidade da instalação e racionalizar o consumo, sempre que praticável, a iluminação de cada área deverá ser atendida por mais de um circuito. Esta divisão proporcionará melhor equilíbrio de fases, a possibilidade de se dispor de mais de um nível de iluminação para as áreas principais.

Em geral a iluminação principal das áreas deverá ser comandada por interruptores instalados próximos aos acessos. Em algumas áreas internas com dimensões maiores, deverá ser comandada diretamente nos respectivos painéis.

Deverão ser previstas tomadas trifásicas de força alimentadas em 380 V e tomadas monofásicas de serviço, auxiliares para iluminação e para pequenos serviços, alimentadas em 220 V fase-neutro. Não serão empregadas tomadas alimentadas em corrente contínua.

As tomadas trifásicas deverão ser alimentadas pelo quadro de distribuição de cargas. As tomadas monofásicas deverão ser alimentadas pelos Painéis de iluminação e tomadas.



As tomadas de força deverão ser trifásicas, equipadas com pino para aterramento, deverão ter capacidade para 32 A e deverão ser dotadas de seccionadora manual de mesma capacidade, para manutenção. As tomadas monofásicas deverão ser para 20 A, 2P+T, aterradas.

5.2.3.13 Sistema de vias de cabos

As vias para instalação de cabos isolados podem ser de vários tipos. No empreendimento em questão deverão ser utilizados os tipos a seguir, na seguinte ordem de preferência:

- Leitos metálicos, tipo escada;
- Eletrocalhas com tampa;
- Eletrodutos metálicos;
- Bancos de dutos;
- Canaletas de piso;
- Perfisados metálicos (estes somente para circuitos de iluminação e tomadas). As vias para cabos deverão ser, tanto quanto possível, aparentes.

Os leitos metálicos do tipo escada deverão ser utilizados preferencial e extensivamente em todas as áreas do empreendimento.

Onde não for possível o emprego de leitos tipo escada, deverão ser utilizadas canaletas. Estas deverão ter aplicação onde for necessário passar com cabos pelo piso, como no caso do pátio da subestação.

5.2.3.14 Sistema de Supervisão e Controle

O Sistema de Supervisão e Controle (SSC) das unidades geradoras será do tipo DCS (*Distributed Control System*), onde existe uma base de dados única para todos os níveis de aplicação.

A configuração será baseada em elementos da linha de produtos de automação, tais como controladores lógicos programáveis (CLPs), redes de comunicação, microcomputadores e *softwares*, propiciando um alto nível de confiabilidade e segurança de operação para o SSC.



O SSC contemplará o nível inferior (nível 1), o nível superior (nível 2) e o nível remoto (nível3). A operação das unidades será feita a partir do nível 2 (salas de comandos das usinas) enível 3 (centros de operação remoto). Desses locais poderão ser operadas as unidades geradoras, incluindo seus respectivos equipamentos auxiliares elétricos e mecânicos, comportas da tomada d'água e vãos da subestação 525 kV.

Farão parte do nível 3 todos os equipamentos necessários para a comunicação e operação remota da usina, e.g. roteadores, *gateways*, *firewalls*, *switches*, entre outros; de modo a atender plenamente os requisitos estabelecidos nos Procedimentos de Rede do ONS, assim como os estabelecidos nos procedimentos do Centro de Operação da Geração e Transmissão da COPEL (COGT).

O nível 2 será constituído pelas estações de operação, estação de engenharia, servidores e *gateways*, instalados em rack dedicado e/ou na mesa de operação.

O nível 1 será constituído pelos painéis de controle, onde se encontram os CLPs. A operação nesse nível ocorrerá em caso de indisponibilidade do nível 2 ou em situações de testes.

Todos os equipamentos serão interligados em rede TCP/IP, com *switches* gerenciáveis e terão sincronização do relógio calendário a partir de uma central horária que receberá sinais do sistema GPS.

Para cada unidade geradora serão providos recursos de parada de emergência, que garantirão a parada segura da respectiva unidade, em caso de indisponibilidade do sistema de controle digital.

O sistema a ser implementado para a ampliação de capacidade da UHE Segredo deverá ter *gateways* redundantes dedicados que permitam a comunicação e integração com o SSC existente nas instalações atuais da UHE Segredo.



As comunicações com os centros de controle do ONS e com o COGT da COPEL, assim como a comunicação com o SSC da subestação 525 kV, serão realizadas por meio de *gateways* redundantes dedicados a esta função.

A concepção do sistema de supervisão e controle está mostrada na arquitetura do sistema apresentado no desenho SG2-GET-DE-330-30-0001 apresentado no Anexo 3.

5.2.3.15 Sistema de Proteção da Unidades Geradoras

O sistema de proteção das unidades geradoras deverá utilizar tecnologia digital e ser integrado ao sistema de supervisão e controle (SSC) da usina.

As proteções elétricas principais e alternadas deverão ser exercidas por relés digitais de proteção (IEDs) do tipo multifunção.

A proteção principal dos geradores deve contemplar no mínimo as seguintes funções:

- Proteção diferencial do gerador (87G).
- Proteção contra corrente de sequência negativa (46G).
- Proteção contra terra no estator (64G-95%).
- Proteção contra terra no estator (64G-100%).
- Proteção contra sobrecarga (24G).
- Proteção contra subtensão (27).
- Proteção de distância (21G).
- Proteção contra perda de excitação (40G).
- Proteção de sub/sobrefrequência (81).
- Proteção contra perda de sincronismo (78G).
- Proteção de potência reversa (32G).
- Proteção contra energização de máquina parada (50M).
- Proteção de perda de tensão no secundário dos TPs (60V).
- Proteção contra terra no rotor (64R), sendo que esta deverá ser realizada por relé independente localizado no painel do regulador de tensão.
- Proteção contra sobretensão (59).



- Proteção contra sobrecorrente com restrição de tensão (51V).

A função de proteção contra terra no estator (64G-100%) deve ser do tipo injeção de sinal de ordem sub-harmônica e adicionalmente deve haver proteção por terceira harmônica.

As funções de proteção térmicas (49G e 26G) poderão ser implementadas no SSC. Independente desta implementação deverão ser coletadas informações em uma quantidade de pontos significativas, de forma que a temperatura calculada para qualquer ponto do estator seja a mais precisa possível.

As funções da proteção alternada dos geradores deverão ser idênticas à da proteção principal.

A proteção principal dos transformadores elevadores deve contemplar no mínimo as seguintes funções:

- Proteção diferencial do transformador elevador (87T).
- Proteção diferencial de terra restrita (87NT).
- Proteção diferencial da unidade (87U).
- Proteção de sobrecorrente temporizada de fase e residual do transformador (51/51NT).

Os transformadores elevadores deverão contar minimamente com as seguintes proteções intrínsecas, cujas saídas deverão ser duplicadas na origem, porém monitoradas em cada um dos IEDs da proteção do equipamento. As proteções intrínsecas dos transformadores irão atuar nos relés de bloqueio, no painel de controle da respectiva unidade, independentemente dos relés digitais.

- Relé Buchholz (63).
- Válvula de alívio de pressão interna do transformador (20).
- Detecção de nível de óleo do transformador (71).
- Temperatura de topo de óleo do transformador (26T).

A função de proteção térmica (49T) poderá ser implementada no SSC.



As funções da proteção alternada dos transformadores elevadores deverão ser idênticas à da proteção principal.

A concepção do sistema de proteção das unidades geradoras está mostrada no diagrama unifilar apresentado no desenho SG2-GET-DU-330-35-0001 apresentado no Anexo 3.

5.2.3.16 Sistema de Registro Digital de Perturbações

Os Registradores Digitais de Perturbações (RDPs) serão para atender a coleta e registro de dados das unidades geradoras, subestação e sistema de transmissão associado.

O RDP deverá ser usado como um sistema completo, com todos os módulos de funções necessários para supervisionar continuamente o sistema elétrico. Quando alguma variação em uma entrada exceder um limite especificado, o RDP detectará e partirá automaticamente gravando os sinais analógicos e os eventos lógicos que ocorreram antes, durante e depois da perturbação. O RDP continuará a gravação até o término da perturbação ou até que exceda o limite de tempo de operação ajustado para pós-falta. Deverá ser capaz de gerar um registro de curta duração com alta taxa de amostragem e um registro de longa duração com baixa taxa de amostragem para a mesma partida.

O sistema deverá ser especialista em registro de perturbações, do tipo "stand-alone" (ou seja, independente dos relés de proteção digitais), com meios de comunicação para acesso remoto aos dados.

Todos os módulos de funções necessários para supervisionar continuamente as ocorrências no sistema elétrico, por meio da medição e armazenamento de dados relativos a correntes, tensões, transdutores DC e sinais digitais também fazem parte do sistema



5.2.3.17 Sistema de Medição de Energia para Faturamento

O Sistema de Medição para Faturamento (SMF) deverá, obrigatoriamente, atender todas as especificações e procedimentos mínimos estabelecidos nos:

- Procedimentos de Rede do ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico).
- Procedimentos da CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica).
- Procedimentos da Operadora Local do ponto de conexão.

A configuração do SMF deverá contemplar no mínimo:

- Medição da Energia Bruta: para a unidade geradora, instalada no terminal de saída do gerador.
- Medição de Energia Líquida: para faturamento, instalada no ponto de conexão com o agente de transmissão.

Todo o projeto deverá ser pré-aprovado pela transmissora local e possuir aprovação final pelo CCEE e ONS. A instalação deverá ser supervisionada e aprovada pelo representante do agente de medição, atendendo aos requisitos de lacres e acesso aos locais de medição.

Os medidores de energia e demais componentes do sistema de medição deverão ser instalados em painéis dedicados exclusivamente para esta finalidade.

5.2.3.18 Sistema de Telecomunicações

A usina terá um sistema de telecomunicação adequado às suas necessidades operacionais e de manutenção, de forma a atender plenamente os requisitos mínimos de segurança, desempenho e disponibilidade estabelecidos pelos Procedimentos de Rede do ONS. Ele será basicamente constituído de equipamentos de comunicação (switches, roteadores etc.), meios de transmissão (fibra óptica e cabos de rede) e sistema de alimentação redundante -48 Vcc.



5.2.3.19 Proteção das Subestação e Linhas de Transmissão

O sistema de proteção de barras da subestação da usina (isolada a gás SF₆) deverá ser do tipo baixa impedância, baseado no princípio diferencial percentual.

Cada LT curta de 525 kV será protegida por dois Sistemas de Proteção independentes, denominados Proteção Primária e Proteção Secundária. As proteções deverão ser assistidas por canais distintos e seguir o estabelecido pelo ONS – procedimento de rede vigentes no momento da publicação do edital de contratação. Para todos os disjuntores haverá proteção contra falha de disjuntor.

Para a subestação Segredo isolada a ar, será necessária a inclusão de um vão no barramento disjuntor e meio 525 kV, com as proteções de linha sendo idênticas a outra extremidade (subestação da usina, isolada a gás SF₆). A proteção de barras e de falha disjuntor já é existente, porém deverão ser feitas adaptações com fornecimentos para implementação desse novo circuito à subestação.

A concepção dos Sistemas de Proteção da Subestação de Conexão isolada a ar e Linhas de transmissão estão mostradas no diagrama unifilar do desenho SG2-GET-DU-338-35-0001 apresentado no Anexo 3.

5.2.4 Integração da Usina ao Sistema

As 03 (três) unidades de 422 MW da nova Casa de Força da UHE GNB serão conectadas na Subestação 525 kV Segredo através de uma LT 525 kV, circuito simples, parcialmente paralela as linhas existentes com aproximadamente 1,54 km de extensão e previsão de implantação de 4 estruturas.

O novo circuito será conectado em arranjo disjuntor e meio na referida subestação. A nova casa de força possuirá subestação do tipo compacta, blindada e isolada a gás SF₆, contendo 01 (um) módulo geral, 01 (uma) entrada de linha em 500 kV compatível com o arranjo em barra dupla com disjuntor duplo e 03 (três) conexões de transformadores em 500 kV compatíveis com arranjo barra dupla com disjuntor simples e três chaves.



A faixa de servidão administrativa nesse trecho será de 60 metros (30 metros para cada lado do eixo da LT).

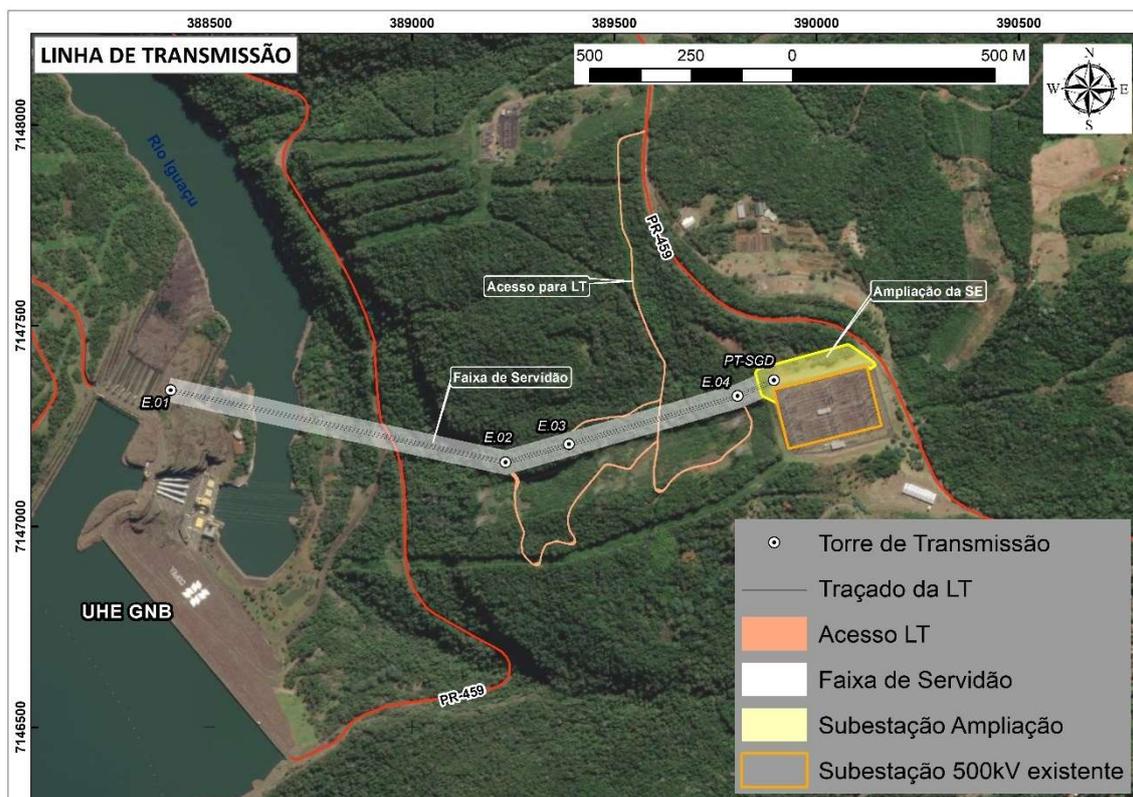


Figura 5-29: Planta do traçado da LT 525kV localizado na margem direita.

5.2.5 Subestação 525 kV

Estão previstos três transformadores elevadores, um por unidade geradora, localizados na usina.

Para esse empreendimento estão previstos os fornecimentos/adequações de duas subestações. Uma subestação será nova, será localizada fisicamente no ambiente da usina, sendo isolada a gás SF₆ (SIG), dotada de três circuitos de transformação e um circuito de linha, na configuração barra dupla. A outra subestação é a existente, isolada a ar, que deverá ser complementada com a inclusão de equipamentos nobarramento de disjuntor e meio. A interligação destas subestações será através de uma linhacurta, de aproximadamente 1,5 km, que



deverá ser construída. A SIG está prevista para instalação no exterior da casa das novas máquinas. Os transformadores elevadores ficarão instalados externamente, portanto, as conexões dos barramentos aos mesmos e também as linhas deverão ser consideradas como sendo para instalação ao tempo e isolados a gás SF₆. Serão atendidos os requisitos operacionais do ONS e da Operação Local da Usina e da Subestação. Detalhes dessa subestação podem ser observadas no documento SG2- GET-DU-330-00-0001 apresentado no Anexo 3.

A Subestação Segredo precisa ter seu barramento complementado, com terraplenagem na região do novo vão para inclusão de pórticos e equipamentos deste novo circuito. Deverá ser fornecida a solução de proteção e controle completa das linhas curtas e também a adequação a proteção de barras e de falha disjuntor existente.

O fornecimento, a montagem e testes de comissionamento de materiais e equipamentos necessários nessa complementação, bem como a atualização dos projetos afetados ou relacionados a inclusão desses equipamentos, atendem os requisitos operacionais do ONS e da Operação Local da Usina e Subestação. Detalhes dessa subestação podem ser observadas no documento SG2-GET-DU-338-35-0001 apresentado no Anexo 3.

A obra prevê a ampliação da SE Segredo 500 kV com a implantação de uma entrada de linha e um interligador de barras em 500 kV.

Para atender a esta ampliação faz-se necessário o prolongamento dos barramentos da subestação bem como de toda a infraestrutura (canaletas, malha de aterramento, vias de acesso, cercas, iluminação de pátio e demais).



Figura 5-30: Vista atual da Subestação Segredo

Ampliação na subestação Segredo 500 kV será constituída de:

- Implantação de um módulo de manobra de entrada de linha 500 kV;
- Implantação de um módulo de interligação de barras 500 kV arranjo DJM;
- Implantação de um módulo de infraestrutura geral.

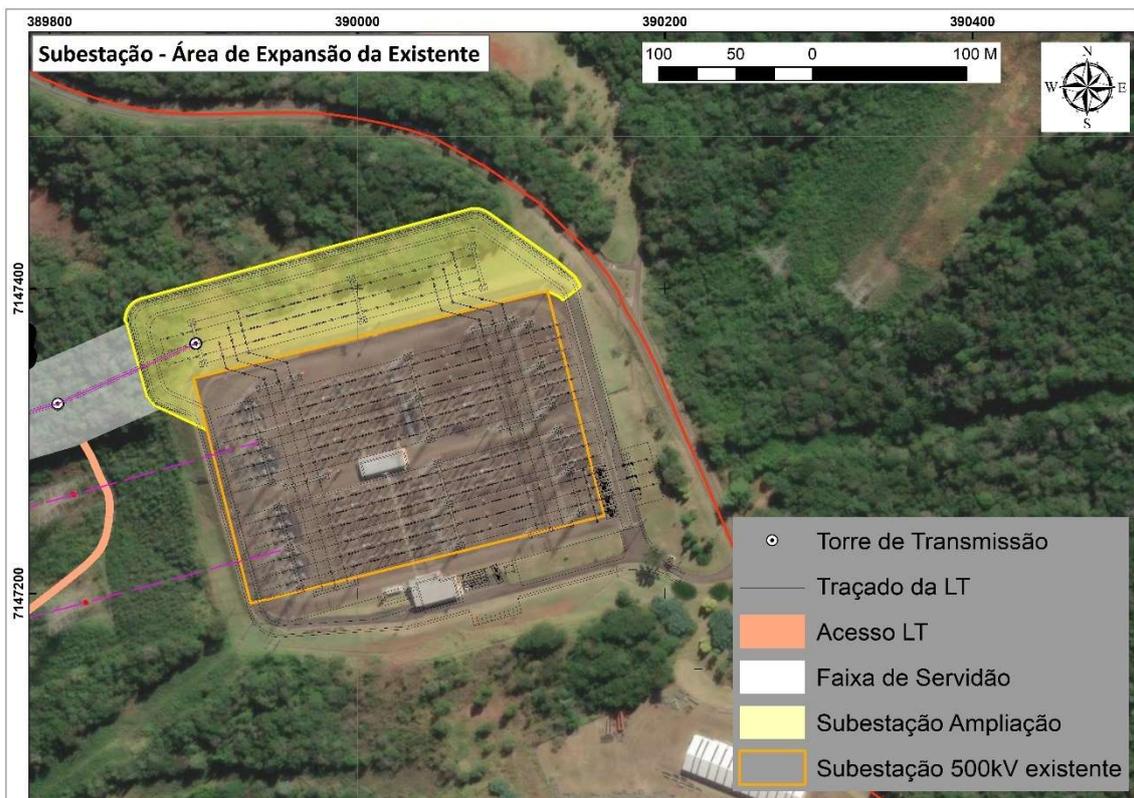
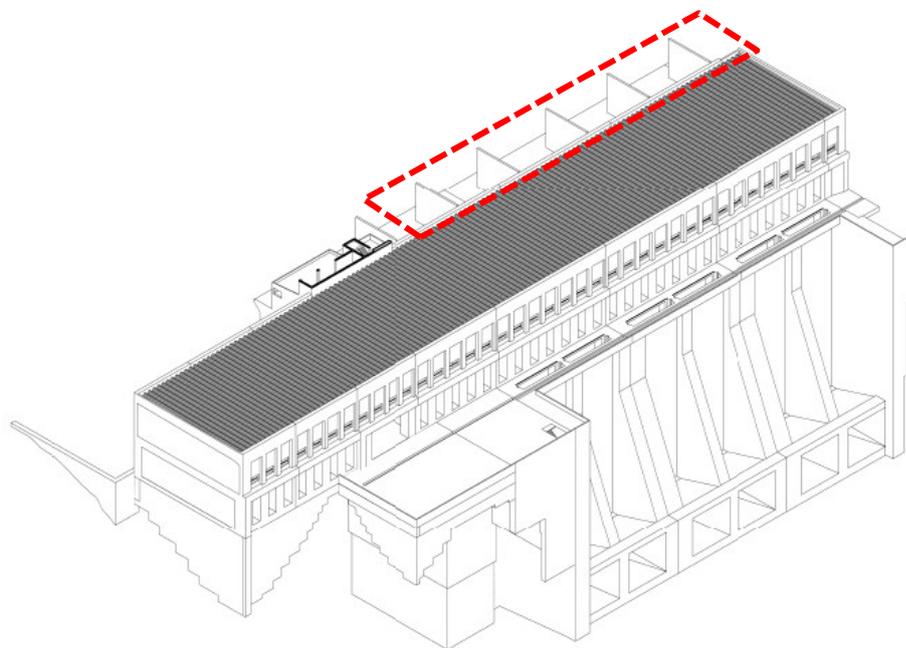
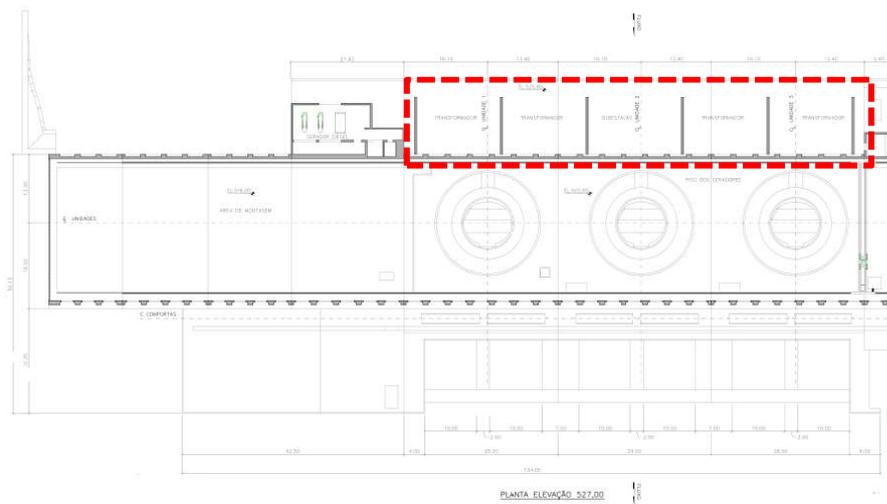


Figura 5-31: Área de ampliação da SE Segredo

Na Figura 5-31 é possível observar a subestação existente e em amarelo a área de ampliação. Haverá necessidade de remoção de vegetação pois será afetada pela terraplenagem do platô.

As posições de platô e taludes poderão sofrer pequenas alterações quando da aprovação final do projeto executivo.

A Figura 5-32 apresenta Localização da subestação blindada e isolada a gás SF6 e dos transformadores elevadores.



PERSPECTIVA

Figura 5-32: Localização da subestação blindada e isolada a gás SF6 e dos transformadores elevadores.

5.2.6 Abertura de acessos

Para a implantação da Linha de Transmissão, a construção de acessos provisórios e a melhoria e manutenção de estradas existentes deverão possibilitar acesso fácil e contínuo a todas as torres. Sempre que possível, o trânsito dos



veículos da obra até os locais das estruturas e das praças de lançamento de cabos se dará pela faixa de servidão administrativa da LT. Não sendo possível, deverão ser utilizados os acessos já existentes na região.

Quando for necessária a abertura de novos caminhos, os traçados devem e ter largura máxima de 5 metros. A circulação de máquinas, veículos e equipamentos ao longo da faixa de servidão deverá ser realizada unicamente pelos caminhos de serviços pré-determinados. As estradas de acesso serão escolhidas de modo a limitar ao mínimo possível o impacto sobre o meio ambiente, sendo evitados desmatamentos e cortes no terreno capazes de desencadear ou acelerar processos de erosão.

Além disso, as estradas de acesso serão drenadas, não devendo as águas pluviais serem canalizadas em direção às torres. Após o término dos trabalhos de construção, as cercas, porteiras, colchetes, mata-burros, estradas e pontes utilizadas durante estes serviços devem ser inspecionadas e reparadas, de modo a deixá-los, em todos os casos, em seu estado original e em condições satisfatórias.

5.2.7 Cuidados com estruturas existentes nos procedimentos de escavação em rocha

Considerando que essa implantação é uma ampliação de um empreendimento em operação, os procedimentos de segurança serão ainda mais controlados para que não haja interferência nas estruturas existentes.

Os processos de escavação em rocha são os que demandam mais cautela. Os planos de fogo são elaborados por responsáveis técnicos com capacitação específica e são previamente aprovados pela Contratante, devendo atender os requisitos estipulados na especificação técnica desses serviços.

Nestes planos, são informados, dentre outros, informações sobre: inclinação, altura, diâmetro do furo, comprimento, subfraturação, afastamento,



espaçamento, tampão, carga de fundo (razão linear, comprimento, peso, diâmetro explosivo), carga de coluna (razão linear, comprimento, peso), carga total, perfuração específica e razão de carga.

Cada fase de escavação é objeto de estudo e dimensionamento, levando em consideração as distâncias e as características técnicas das estruturas próximas, os equipamentos que elas abrigam e as características geomecânicas do maciço rochoso.

Os critérios “carga máxima x distância segura” são estabelecidos durante os desmontes iniciais, através do monitoramento da velocidade de vibração de partícula, sendo que há limites para as máximas velocidades admissíveis, dependendo do tipo de elemento do empreendimento (estruturas de concreto, cortinas de injeções, rochas remanescentes etc). Tais monitoramentos são realizados por meio de sismógrafos instalados em locais de interesse e inspeções são realizadas pelos responsáveis técnicos pela execução e pelo projeto.

A frequência de acompanhamento das leituras da instrumentação existente nas estruturas da usina também é compatibilizada à realização das atividades de escavação, de maneira a assegurar a inexistência de influência deletéria no comportamento das estruturas ou dos instrumentos que as monitoram.

Importante frisar que, no caso da barragem da UHE GNB, não há risco de liquefação da estrutura do barramento – por ser constituído de enrocamento – nem do maciço de fundação, composto por rocha basáltica de elevada qualidade geomecânica. Os planos de fogo e os monitoramentos atenderão sobretudo os requisitos técnicos para garantir a segurança da face de concreto, que é o elemento impermeabilizante da barragem, estando localizada em seu paramento de montante.

Além destes aspectos, inerentes ao detalhamento do projeto executivo e à execução da obra, foram observadas todas as informações preliminares disponíveis durante a concepção e desenvolvimento do projeto básico tendo como premissa a segurança. As informações sobre a geologia do local destas obras



foram fartamente documentadas por meio das sondagens e investigações realizadas nas fases de estudos e projetos da usina existente e foram complementadas pelas inspeções de campo, ainda na fase daquela obra, pelo acompanhamento do desempenho deste empreendimento ao longo destas três décadas de operação e mais recentemente por uma nova campanha de sondagens e inspeções de campo.

5.2.8 Estação Experimental De Estudos Ictiológicos - EEEI

A Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (EEEI), localizada na Usina Hidrelétrica Governador Ney Braga (UHE GNB), possui caráter de mitigação e compensação ambiental no âmbito do licenciamento ambiental da usina, desenvolvendo ações de reprodução de espécies nativas e repovoamento de peixes, contribuindo para a manutenção das populações naturais e do estoque pesqueiro dos reservatórios.

Atualmente a EEEI está localizada na margem direita do reservatório da UHE GNB próxima à barragem (Figura 5-33 e 5-34).



Figura 5-33: Localização da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (Foto: Soma Consultoria Ambiental, junho de 2024)



Figura 5-34: Instalações da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (Fotos: Soma Consultoria Ambiental, junho de 2024)

Em função da localização da nova tomada d'água e liberação de área de serviço para escavação, lançamento da ensecadeira e construção das estruturas para o projeto de ampliação da UHE GNB, a Estação de Experimental de Estudos Ictiológicos (EEEI) precisará ser realocada, conforme demonstra a Figura 5-35.





Figura 5-35: Área da nova Tomada d'Água que irá se sobrepor à área das instalações atuais da EEI.

Após prospecção de áreas que atendam aos requisitos para instalação da nova EEI, optou-se por realocá-la para a área adjacente à barragem da PCH Derivação do Jordão. Este local foi usado como canteiro de obras durante a construção da PCH, com destaque para as áreas da central de britagem e de concreto.

A área da nova EEI localizada a 5 km a jusante da barragem da PCH DJR e às margens do rio Jordão, afluente do rio Iguaçu. atende a todos os requisitos técnicos para tal atividade.

A Figura 5-36 apresenta localização atual da EEI e área de realocação do futuro projeto.

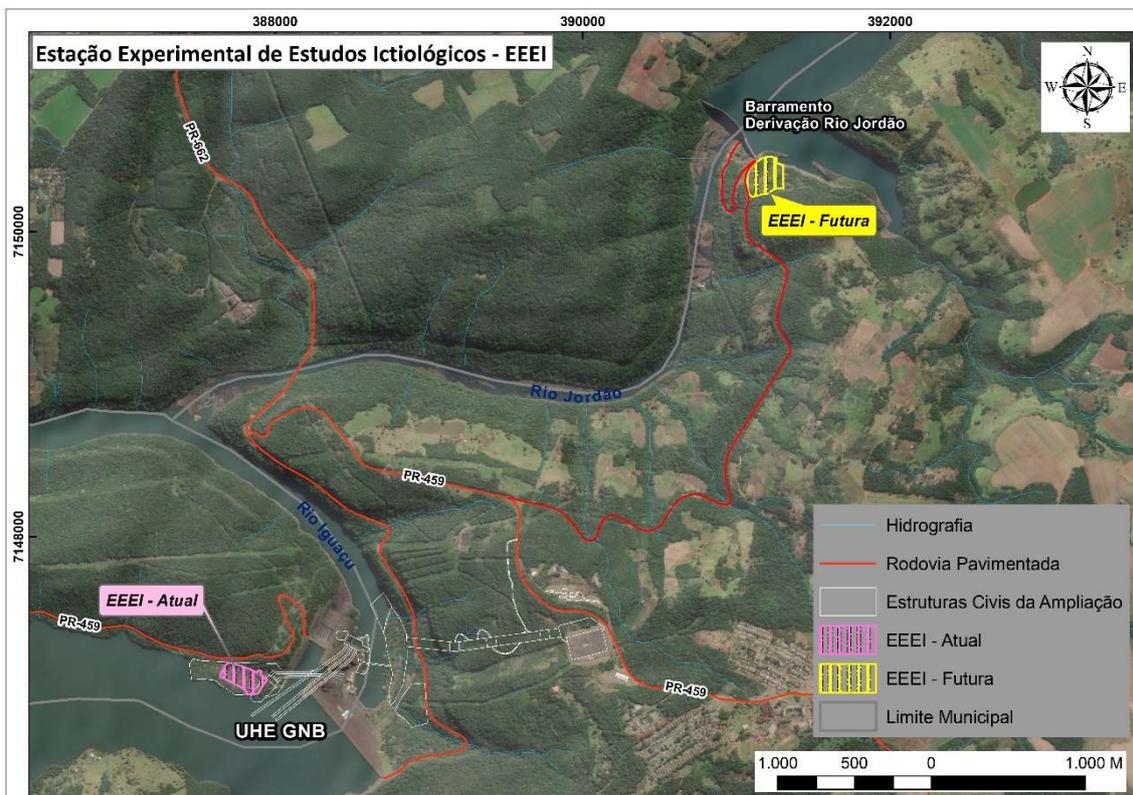


Figura 5-36: Localização atual e futura da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos.



A Figura 5-37 apresenta uma imagem aérea da época da construção da PCH Derivação do Jordão na qual pode ser observada a localização aproximada da área utilizada como canteiro de obras.



Figura 5-37: Área aproximada do canteiro de obras da PCH Derivação do Jordão, limitada pela estrada de acesso ao túnel de desvio para a UHE GNB

A Figura 5-38 ilustra a área selecionada para relocação da EEEl no ano de 2003, no início da recuperação ambiental e a Figura 5-39 apresenta a situação atual em 2024, a vegetação em estágio inicial e médio.



Figura 5-38 – Área de realocação da EEEI em 2003, no início da recuperação ambiental do antigo canteiro de obras



Figura 5-39 – Situação atual da área em 2024 apresentando vegetação em estágio inicial e médio

A Figura 5-40 apresenta imagem aérea atual da PCH Derivação do Jordão na qual pode ser visualizada a área de relocação da EEEI.



Figura 5-40: Imagem aérea (junho/2024) indicando a área aproximada do projeto de relocação da EEEI (Imagem: Soma Consultoria Ambiental).

Diante o exposto, demonstra-se que a área para relocação da EEEI está locada na área do canteiro de obras utilizado para construção da PCH Derivação do Jordão atualmente em recuperação ambiental. O desenvolvimento do projeto



terá como premissa o uso preferencial de áreas em estágios iniciais de recuperação ambiental, minimizando a supressão de vegetação em áreas em estágio mais avançado.

A relocação ocorrerá de forma a não interromper as atividades da EEEL, tendo em vista condicionante da Licença de Operação da UHE GNB.

A Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (EEEL) nova deverá possuir as mesmas já existentes com algumas melhorias. Abaixo, apresenta-se um resumo das principais estruturas e suas finalidades:

- Casa de Bombas: Bombeamento de água do reservatório até um reservatório externo superior (situação ainda em estudo).
 - Equipamentos: sistema de conjunto de bombas com “backups” e uma bomba pequena "sapo" para esgotamento do recinto.
 - Materiais anti-incrustação para mexilhão-dourado.
- Sistema Externo de Alimentação de Água: Cisterna com capacidade de abastecimento tal que mantenha taxa de renovação diária mínima, conforme a quantidade e capacidade dos tanques. (situação ainda em estudo).
 - Equipamentos: Reservatório externo com controle de chaves boias e registros para distribuição.
 - Materiais anti-incrustação para mexilhão-dourado.
- Tanques Externos:
 - 4 tanques maiores (1000 m²), 4 tanques médios (500 m²) e 4 tanques menores (200 m²).
 - Controle de níveis por monges e alimentação elétrica para aeradores, bombas, balanças etc.
 - Pilaretes metálicos para instalação de redes de proteção contra aves.
- Laboratório/Escritório:
 - Laboratório com bancadas, caixas d’água, incubadoras, tanques internos, freezer, sistema de aquecimento e sistema de aeração.
 - Escritório com sala de reuniões para 10 pessoas, sala de trabalho para 4 funcionários, almoxarifado, copa, banheiros e recepção.
 - Depósito para rações de peixes.
- Casa de Combustíveis:



- Armazenamento de tanques de combustível das embarcações.
- Casa de Barcos:
 - Armazenamento de barcos e materiais de monitoramento, com rampa para puxar os barcos.
- Área Externa:
 - Estacionamento descoberto para visitantes e coberto para funcionários.
 - Controle de níveis por monges e alimentação elétrica para aeradores, bombas, balanças etc.
 - Pilaretes metálicos para instalação de redes de proteção contra aves.
- Laboratório/Escritório:
 - Laboratório com bancadas, caixas d'água, incubadoras, tanques internos, freezer, sistema de aquecimento e sistema de aeração.
 - Escritório com sala de reuniões para 10 pessoas, sala de trabalho para 4 funcionários, almoxarifado, copa, banheiros e recepção.
 - Depósito para rações de peixes.
- Casa de Combustíveis:
 - Armazenamento de tanques de combustível das embarcações.
- Casa de Barcos:
 - Armazenamento de barcos e materiais de monitoramento, com rampa para puxar os barcos.
- Área Externa:
 - Estacionamento descoberto para visitantes e coberto para funcionários.



Tabela 5-2. Resumo das Estruturas Existentes da EEEl Atual

Descrição Estrutura	Área Unitária (m²)	Qtd	Área Total (m²)
Escritório/Laboratório 15x30 m	450,00	1,00	450,00
Dormitórios 7x10 m	70,00	1,00	70,00
Cobertura Veículos 7x10 m	70,00	1,00	70,00
Tanque pequeno 10x20 m	200,00	4,00	800,00
Tanque médio 20x25 m	500,00	4,00	2.000,00
Tanque grande 20x50 m	1.000,00	4,00	4.000,00
Reservatório Elevado 30x50 m	1.500,00	1,00	1.500,00
Casa de Barcos 15x30 m	450,00	1,00	450,00
Casa de Bombas	25,00	1,00	25,00
Área Construída Total			9.365,00
Área Terreno Limpo	25.800,00	1,00	25.800,00

A Figura 5-41 apresenta o projeto da nova Estação Experimental de Estudos Ictiológicos – EEEl.



Figura 5-41: Projeto da nova Estação Experimental de Estudos Ictiológicos

A edificação principal é composta pelo laboratório, sala de armazenamento de rações e insumos, sala para armazenamento de equipamentos, dois escritórios, copa/cozinha, banheiros e almoxarifado, descritos a seguir:

Laboratório

No laboratório serão realizadas atividades de reprodução, larvicultura, alevinagem, cultivo de alimento vivo, análises simples de água e material biológico.

Para que as atividades citadas sejam desenvolvidas de maneira satisfatória é necessário que o laboratório tenha, minimamente, os seguintes elementos:

- 01 bancada fixa (em alvenaria com revestimento cerâmico ou aço inox) com 1 m de altura x 1 m de largura e 3 m de comprimento – em uma das



extremidades da bancada deverá ser instalada uma cuba de aço inox com torneira.

- 04 tanques de hipofiseração de 2000 litros (em alvenaria e revestido de cerâmica), com entrada e saída de água.
- 04 caixas d'água de 2000 litros (berçários), com sistema individual de abastecimento, drenagem e aeração.
- 20 caixas d'água de 500 litros (berçários), com sistema individual de abastecimento, drenagem e aeração.
- 06 incubadoras de 200 litros, com sistema individual de abastecimento.
- 01 freezer horizontal.
- Reservatório de água (caixa d'água) para abastecimento do laboratório. Prever utilização de dois reservatórios interligados com a possibilidade de isolar um deles caso necessite manutenção.
- Sistema de aquecimento de água, com controle de temperatura. Prever um sistema de aquecimento geral (instalado nos reservatórios que abastecem o laboratório) e sistemas individuais para os tanques de hipofiseração.
- Sistema de aeração com objetivo aumentar a concentração de oxigênio dissolvido na água, melhorando a qualidade da água e promovendo um ambiente saudável para a fauna aquática e processos biológicos. O sistema deve ser dimensionado para atender à demanda de oxigênio da estação.
- Tubulação para alimentação de água. Deverá atender ao que está sendo previsto neste TR e possíveis estruturas adicionais.
- Canaletas no piso para escoamento e drenagem da água efluente dos sistemas de cultivo e manejo de peixes (tanques de hipofiseração, berçários, incubadoras etc.).

Sala para manipulação de rações e demais insumos

Será previsto um local para a manipulação de rações necessárias à manutenção dos peixes. Este ambiente deve ser concebido com materiais que facilitem a limpeza e a manutenção, deverá ser seco e bem ventilado. A fim de prevenir a contaminação e as perdas por consumo, é fundamental prever dispositivos de segurança eficazes para impedir o acesso de roedores, aves e



outros animais, inclusive animais domésticos. O dimensionamento do depósito deve considerar o consumo médio de ração em um período de 1 a 3 meses, levando em conta o tipo de ração e suas especificações de armazenamento.

Sala para armazenamento de equipamentos de manejo de peixes

A sala para armazenamento de equipamentos de manejo de peixes tem como objetivo proporcionar um espaço seguro e organizado para guardar todos os equipamentos utilizados nas atividades de manejo e pesquisa com peixes, garantindo a conservação e acessibilidade dos materiais.

Escritórios

Serão previstos dois escritórios, com capacidade para duas pessoas cada. Cada escritório deve ter espaço suficiente para abrigar duas estações de trabalho, armário para arquivo e espaço para impressora.

Copa/cozinha

A copa/cozinha tem como objetivo fornecer um espaço adequado para a preparação e consumo de refeições pelos funcionários e pesquisadores da estação de estudos ictiológicos, garantindo conforto e funcionalidade.

Banheiros

Os banheiros têm como objetivo fornecer instalações sanitárias adequadas e separadas por gênero para os funcionários e visitantes.

Almoxarifado

Tem por objetivo fornecer um espaço adequado e seguro para o armazenamento de materiais de limpeza e outros itens.



Edificações Auxiliares

As edificações auxiliares têm como objetivo fornecer um espaço multifuncional que dará suporte às diversas atividades realizadas na estação de estudos ictiológicos, incluindo seguintes áreas:

Garagem para veículos

A garagem para veículos tem como objetivo fornecer um espaço seguro e de fácil manobra para estacionamento visando proteger os veículos contra intempéries, devendo acomodar no mínimo 03 (três) veículos do tipo camionete.

Garagem para barcos

A garagem para barcos deverá ser coberta e com fechamento lateral, com o objetivo de fornecer um espaço seguro e protegido para o estacionamento de embarcações visando garantir sua preservação contra intempéries, além de preservar segurança contra possíveis furtos, devendo acomodar no mínimo 03 (três) embarcações.

Sala para armazenamento de equipamentos

A sala para armazenamento de equipamentos tem como objetivo fornecer um espaço seguro e organizado para guardar motores de popa, materiais de campo e outros equipamentos essenciais para as atividades. Este espaço visa proteger os equipamentos contra danos, intempéries e furtos, garantindo sua durabilidade e funcionalidade. Para tanto, deve ser um espaço fechado com portão.

Sala armazenamento de equipamentos gerais

Sala para armazenamento de materiais e equipamentos diversos, sem especificidades, complementando a sala anterior de equipamentos.



Sala de armazenamento de rações

A sala de armazenamento de rações tem como objetivo fornecer um espaço adequado para estocar quantidade maiores de rações de forma segura, garantindo que elas permaneçam em boas condições de uso. O ambiente deve ser seco e arejado para evitar a deterioração das rações e deve incluir medidas de proteção contra roedores e outras pragas. Deve ser equipada com desumidificadores ou sistemas de exaustão que mantenham a umidade relativa do ar em níveis adequados.

Depósito de inflamáveis e produtos perigosos

Será previsto um local onde serão guardados os tanques de combustível das embarcações, com dimensões características para armazenamento de inflamáveis (piso impermeável e bacia de contenção conforme norma vigente), como peças vazadas no alto para permitir aeração.

O projeto atenderá às normas técnicas de segurança para o armazenamento de produtos inflamáveis, incluindo as normas técnicas aplicáveis, com o objetivo de garantir a proteção de pessoas e bens. Além disso, o layout do depósito será projetado de forma a facilitar o acesso para operações de carga e descarga, bem como para as atividades de manutenção e inspeção, localizado a uma distância segura das demais instalações e obedecer às especificações da NR 20 e NBR 7505.

Casa de Bombas/ Sistema de Bombeamento

A casa de bombas tem a função abrigar todos os equipamentos e acessórios do sistema de bombeamento da nova EEEI e bombear a água do reservatório da Usina de Derivação do Rio Jordão - DRJ, até o reservatório de abastecimento localizado em área externa e superior ao nível dos tanques.

Sistema de Bombeamento

O sistema de bombeamento da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (EEEI) deverá realizar a captação de água diretamente do Reservatório



da Usina de Derivação do Rio Jordão - DRJ e suprir a vazão necessária para atender a renovação de água de todos os tanques de reprodução e de cultivo de peixes (tanques secundários) e o consumo do laboratório, conforme dados abaixo:

- Taxas de renovação de água diária deverá ser equivalente a 10% do volume total de cada tanque secundário;
- Vazão para atender o laboratório equivalente a no mínimo 9 m³/h.

O ponto de captação de água deverá atentar para a depleção máxima que o Reservatório da Usina de Derivação do Rio Jordão poderá sofrer para evitar cavitação nas bombas ou incapacidade de sucção, sendo:

- Nível mínimo: 602,00 m
- Nível máximo normal: 610,00 m
- Nível máximo maximorum: 614,80 m.

O projeto do sistema de bombeamento deverá ser composto basicamente de um conjunto composto por uma bomba principal e uma bomba reserva, a qual deverá entrar em operação caso a bomba principal venha a apresentar falhas. Estas bombas serão responsáveis por abastecer o reservatório elevado, a partir do qual serão distribuídas, por gravidade, as vazões necessárias para renovação de água dos tanques. Além das bombas, o sistema também será composto por tubulações (sucção, recalque), válvulas de controle e bloqueio, crivos, válvulas de pé e de manutenção da escorva, manômetros, pressostatos eletrônicos, válvulas de retenção, sistema de drenagem da casa de bombas, sistema de drenagem dos tanques, sistema de controle de nível do reservatório elevado, tubulações de distribuição de água do reservatório elevado para os tanques e para o laboratório.

Acionamento das Bombas

Está prevista a instalação de um sistema de controle de nível no tanque principal (reservatório elevado), o qual irá enviar sinais de comando para ligar/desligar as bombas, recalando a água do Reservatório da Usina de Derivação do Rio Jordão para o tanque principal. A partida das bombas também poderá ser comandada manualmente, através de botoeiras localizadas no painel



de comando local (chave na posição manual). Este painel de comando local deverá ser provido de sinalizações luminosas que permitam identificar eventos associados a bomba ligada e desligada, bombas em falha, e qual bomba está selecionada como principal ou reserva. O painel também deverá possuir chaves seletoras, pelas quais se possa definir qual bomba está selecionada como principal ou reserva. Estas sinalizações também devem estar presentes em um painel secundário, localizado no laboratório da EEEI, e tem como função permitir a supervisão remota do status do sistema. Na casa das bombas, a anúncio dos alarmes será apenas visual e na sala de controle central (laboratório), a anúncio dos alarmes será visual e sonora.

Nas tubulações de recalque de cada bomba, o projeto deverá prever a instalação de pressostatos eletrônicos para confirmar o acionamento do equipamento. Caso haja comando de acionamento da bomba e não seja detectada pressão na linha de recalque, um sinal de falha deverá ser gerado e deverá ser enviado um comando de acionamento da bomba reserva.

No interior da casa de bombas está previsto um poço de drenagem de água de percolação ou de possíveis vazamentos que poderão ocorrer em caso de falha do sistema, para tanto, deverá ser previsto no projeto um sistema de bombeamento da água que será acumulada neste poço. Esse sistema de bombeamento do poço de drenagem deverá ser acionado através de um controle de nível que deverá ser instalado no interior do poço, sendo que a água de drenagem da casa de bombas deverá ser devidamente direcionada para o Reservatório da Usina de Derivação do Rio Jordão. A partida das bombas de drenagem também poderá ser comandada manualmente, através de botoeiras localizadas no painel de comando local (chave na posição manual).

Será instalado um sensor de nível no interior da casa de bombas (sensor de inundação), o qual deverá ser posicionado logo acima do nível máximo previsto para o poço de drenagem e indicará uma possível falha no sistema de drenagem.



Para facilitar a montagem de tubulações, válvulas, painéis e realizar os serviços de manutenção, o projeto deverá prever a instalação de uma talha manual na casa de bombas. O percurso da talha manual deverá possibilitar o manuseio correto de todos os equipamentos que serão montados no interior da casa de bombas.

As bombas deverão ser do tipo centrífuga, com rotor aberto ou semi-aberto em ferro fundido. Caso sejam instaladas em poço seco, deverão ser instaladas sobre bases de concreto elevadas para evitar o contato de suas bases metálicas com a umidade do piso da sala de bombas.

Tubulações

A linha de sucção será em aço carbono e providas de crivo, manômetro, junta de montagem, válvula de bloqueio, válvula de pé ou outro dispositivo para manutenção da escorva da bomba, e ponto para injeção de ar comprimido para desobstrução do crivo. A tubulação de recalque também deverá ser projetada em aço carbono e provida de válvula de retenção antigolpe, junta de expansão, válvulas de bloqueio, pressostatos eletrônicos e manômetro. Para o projeto das tubulações de distribuição de água do tanque principal (reservatório elevado) para os tanques secundários e para o laboratório, o material especificado deverá ser o PVC.

O escoamento da água do tanque principal (reservatório elevado) para os tanques secundários e para o laboratório será preferencialmente por gravidade. Entretanto, caso não haja desnível suficiente para atender a demanda do laboratório, o projeto deverá prever um sistema de bombeamento secundário o qual deverá ser automaticamente acionado através de um sistema de controle de nível o qual deverá ser projetado para ser instalado no interior das caixas de água que serão posicionadas no interior do laboratório. A partida destas bombas também poderá ser comandada manualmente, através de botoeiras localizadas em um painel de comando local (chave na posição manual).



No caso da necessidade de projetar um sistema de bombeamento secundário para atender a demanda do laboratório, esse sistema deverá ser composto por uma bomba principal e uma reserva e deverá ser posicionado o mais próximo do laboratório e em local abrigado.

O projeto das tubulações de distribuição de água do tanque principal para os tanques secundários e para o laboratório poderá ser realizado considerando-se uma linha tronco, a partir do qual são derivados ramais secundários que atendam cada tanque secundário e o laboratório. Estes ramais secundários deverão ser providos de válvulas de bloqueio e de regulagem de vazão de entrada de água em cada tanque secundário. Também deverá ser prevista no projeto uma válvula geral para interromper o fluxo na linha tronco.

O projeto deverá prever todos os pontos de ancoragem necessários para o perfeito funcionamento do sistema de bombeamento e manobra das válvulas.

Tanques de Ictiologia

Deverão ser projetados 12 tanques ou viveiros, sendo quatro com 1.000 m² cada, para estocagem de matrizes, e oito com 200 m² cada, para larvicultura e alevinagem, totalizando uma lâmina d'água de 5.600 m².

A profundidade mínima (útil) dos tanques ou viveiros deve ser de 1,90 m na parte mais profunda e 1,20 m na parte mais rasa. Deve-se prever uma borda livre de 0,30 m.

Os tanques ou viveiros deverão possuir sistema de abastecimento de água individual, com registro para controle de vazão. Preferencialmente, optar por sistema de abastecimento fechado, ou seja, utilizando-se tubos de alta resistência. Cada tanque ou viveiro deverá possuir uma estrutura para controle do nível d'água e drenagem total (ex: monges ou outra que atenda a necessidade). Os tanques ou viveiros deverão possuir uma declividade mínima de 1% permitindo o escoamento de toda a água em situações de drenagem total. Deverá ser prevista alimentação elétrica em todos os tanques ou viveiros, minimamente 127 e 220V, para



utilização de sistemas de aeração, alimentadores automáticos, balanças, bombas, etc.

Drenagem dos tanques

No projeto deverá ser previsto um ponto de drenagem para cada tanque maiorprinc a 30 cm acima da cota de acionamento do sistema de controle de nível para evitar o transbordamento do tanque.

No projeto dos tanques menores deverá ser previsto um sistema que permita reduzir o nível de água de cada tanque para facilitar a captura de peixes, assim como dispositivos que realizem o esvaziamento total dos tanques.

Sistema de Água Potável

Este sistema terá a finalidade de distribuir a água potável para os sanitários, copa e áreas de serviço internas e externas do escritório.

Sistema de Esgoto Sanitário

O projeto do sistema de esgoto sanitário da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (EEEI) deverá ser composto por uma estação de tratamento de esgotos, a qual terá a finalidade de coletar, tratar e lançar o efluente proveniente dos sanitários, áreas de serviço e copa novamente para o Reservatório da Usina de Derivação do Rio Jordão.

No pátio externo da EEEI deverá ser prevista e instalada de uma estação de tratamento de esgoto, composta por caixa de gradeamento, uma fossa séptica seguida de um filtro anaeróbio e um tanque de cloração do efluente por pastilhas.

O efluente coletado pelos ramais de descarga deverá ser conduzido por gravidade diretamente para a estação de tratamento. Para a copa, o efluente deverá ser direcionado previamente para uma caixa de gordura.



Caso o solo local apresente condições favoráveis o sistema de tratamento de efluente sanitário poderá ser como destinação final um sumidouro, que dispensaria o lançamento no corpo hídrico.

Deverão ser previstas tubulações de ventilação no tubo de queda e nos ramais que atendem os diversos aparelhos sanitários.

O projeto deverá atender as recomendações das normas brasileiras NBR-7229, NBR-8160, NBR-13969 e NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.

Sistema Externo de Alimentação de Água

O sistema externo de alimentação de água tem o objetivo de alimentar os tanques e demais instalações da EEEI.

O dimensionamento deve ser realizado de forma a manter o abastecimento do sistema mesmo em situações de falta de água por um período de 3 (três) dias e para manter o controle de oxigênio, nitrito, nitrato e amônia.

Reservatório de abastecimento deve possuir capacidade de abastecimento tal que mantenha a taxa de renovação diária mínima de 10%, conforme a quantidade e capacidade dos tanques.

Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

O sistema de proteção contra incêndio tem por finalidade detectar, alarmar e combater incêndio em equipamentos em todos os ambientes da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (EEEI) em respostas a sinistros, com atenção especial para a casa de combustíveis. O projeto do sistema de proteção contra incêndio deverá ser composto pelos sistemas e equipamentos exigidos pelas normas técnicas e administrativas do Corpo de Bombeiros Local.

Caso se aplique um sistema de detecção e alarme de incêndio, este deverá atuar de forma independente e automática e será composto por um painel elétrico, acionadores manuais, sirenes áudio visuais, e uma rede de detectores



térmicos e de fumaça nos locais onde há risco de incêndio. A presença de fumaça ou temperatura elevadas nestes ambientes irá automaticamente gerar os alarmes no painel de monitoramento de incêndio, assim como acionar as sirenes áudio visuais distribuídas pelo empreendimento. O alarme também poderá ser atuado mediante acionadores manuais distribuídos nos diversos ambientes.

O sistema de extintores deverá ser do tipo móvel sob comando manual e será utilizado em ambientes menores ou que não admitam a utilização de água.

O projeto deverá atender as exigências da última revisão do Código de Prevenção de Incêndios do Corpo de Bombeiros Local, tanto na disposição e instalação de equipamentos e estruturas, quanto no atendimento dos requisitos de projeto.

Sistema de Ar-Condicionado

O Sistema de ar-condicionado tem por objetivo assegurar aos ambientes atendidos condições adequadas de conforto térmico para pessoas através de regulação da temperatura.

O projeto do sistema de ar-condicionado que será instalado, deverá seguir as recomendações da Norma ABNT NBR 16401-1,2 e 3:2008 e ser composto por equipamentos do tipo split inverter com ciclo reverso, com regulagem para insuflar ar quente e ar frio, autônomo, compacto, acionado por controle remoto, com unidades evaporadoras instaladas na parte interna e unidades condensadoras instaladas na região externa.

A água condensada nos equipamentos de ar-condicionado deverá ser conduzida através de mangueiras transparentes até os pontos de drenagem mais próximo e na sequência encaminhada para o sistema de drenagem águas pluviais da estação.

O sistema de ar-condicionado deverá prever que os circuitos frigoríficos deverão ser acomodados no interior de canaletas plásticas com tampa e



devidamente isolados com poliestireno expandido autoextinguível ou borracha esponjosa de células fechadas, somente após a verificação de vazamentos.

Sistemas Elétricos

A fonte de alimentação elétrica será proveniente da linha de distribuição de 34,5kV existente. Essa mesma linha atualmente é utilizada como fonte externa da Usina de Derivação do Rio Jordão. Próximo à guarita, deverá ser instalado um transformador 34,5kV/380V/220V, esse transformador atenderá todas as cargas previstas para a Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (EEI).

Para encaminhamento dos cabos entre Transformador e Estação Experimental de Estudos Ictiológicos poderá ser utilizado preferencialmente banco de dutos.

A solução apresentada inicialmente não é obrigatória, sendo possível a apresentação de outras localidades para transformador, e forma de encaminhamento de cabos, inclusive linha aérea até a Estação Experimental de Estudos Ictiológicos.



Figura 5-42: Localização aproximada da linha de distribuição e guarita

5.2.9 Canteiro de Obras

O canteiro de obras para a execução das obras foi concebido de forma a utilizar as áreas que serviram originalmente como canteiro de obras para construção da UHE GNB nas décadas de 80 e 90 e contemplará as estruturas relacionadas a seguir.

As obras para Ampliação da Capacidade Instalada da UHE GNB estão previstas para serem executadas na margem esquerda. Entretanto, em razão de se dispor de pouca área nesta margem, está prevista a construção de canteiro de



obras na margem direita. Este canteiro de obras pode ser dividido em três áreas não contíguas:

- Canteiro industrial: pátio de estocagem eletromecânica, central de jato e pintura, oficina e solda, central de britagem, central de concreto, central de carpintaria, central de armação, embutidos, pátio de pré-moldados, pátio de madeira, e estacionamento de caminhões e equipamentos;
- Canteiro administrativo e áreas de vivência: escritório da empresa construtora, escritório da empresa montadora, escritório da engenharia do proprietário, almoxarifados, alojamento, pátio de madeira, oficina mecânica, posto de combustíveis, ambulatório, vestiários e refeitório;

Nas frentes de serviço, próximas à nova Tomada de Água e à nova Casa de Força, deverão ser previstos banheiros químicos, bebedouros industriais, baias de coleta seletiva e abrigos (de aproximadamente 100 m²) para a guarda de equipamentos, ferramentas e materiais que deverão ser abrigados do tempo.

Além das três áreas anteriormente listadas serão indicadas neste documento as áreas previstas para bota-fora.

Em razão da previsão do canteiro de obras na margem direita e das obras na margem esquerda, é prevista a construção de uma ponte que possibilitará o acesso entre as margens sem a necessidade de transitar com pessoal e equipamentos ao longo do pátio da Casa de Força existente e do acesso existente ao pé da barragem.

A localização das áreas do canteiro de obras, é indicada na Figura 5-44.



Figura 5-43: Localização das áreas do canteiro de obras nos polígonos em vermelho.

A Figura 5-45 e a Figura 5-46 apresentam as instalações previstas para o canteiro.

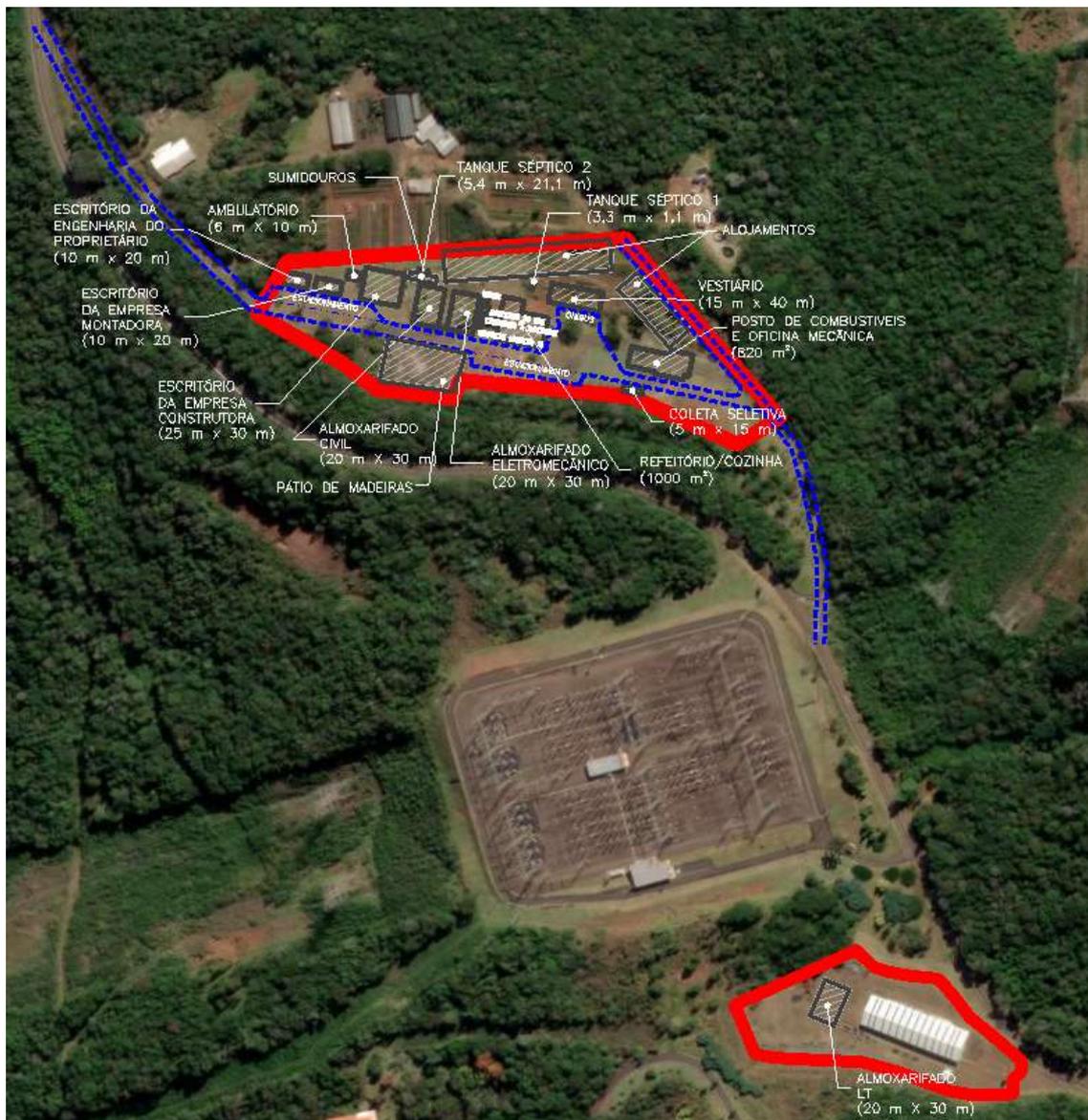


Figura 5-45: Canteiro Administrativo, Áreas de Vivência, Ambulatório, Almoxarifados, Alojamento, Pátio de Madeira, Posto de Combustíveis e Oficina

A localização, o dimensionamento e o licenciamento das áreas dos paióis de explosivos e de acessórios acionadores ficarão sob responsabilidade pela empresa construtora, devendo atender os requisitos da NR 19 e demais requisitos legais aos quais estão sujeitas estas instalações.

Para a construção da linha de transmissão que conectará a nova Casa de Força à Subestação Segredo admitiu-se que o canteiro de obras poderá ser



compartilhado com o canteiro de obras da usina (almoxarifado eletromecânico, escritório da empresa montadora, vestiários, ambulatório e refeitório), dada a breve duração da obra da LT diante de toda a obra.

O canteiro de obras necessário à ampliação da Subestação Segredo 525 kV está previsto dentro dos próprios limites dos muros perimetrais da subestação, em arranjo similar ao indicado na Figura 5-47.

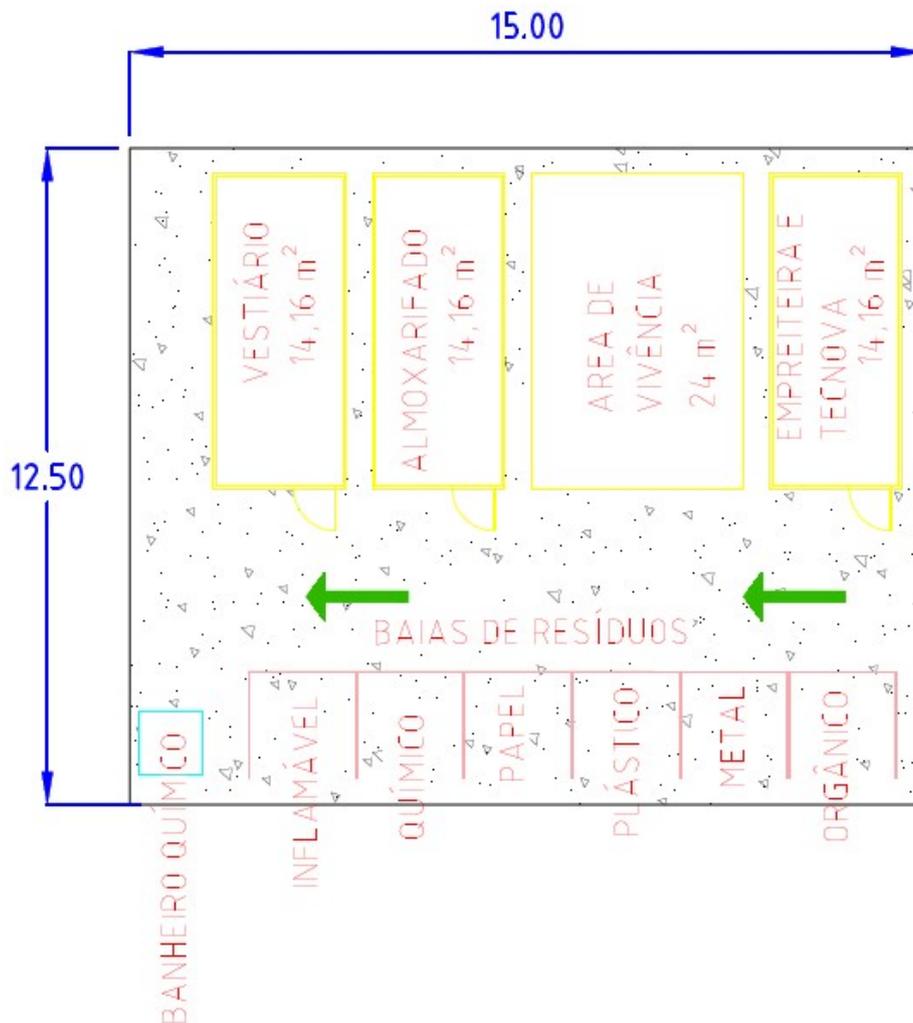


Figura 5-46: Arranjo preliminar de canteiro de obras da frente de ampliação da SE Segredo 525 kV

Todas as operações no canteiro de obras deverão ser executadas obedecendo às normas da ABNT pertinentes a cada caso, bem como à Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho e a legislação ambiental.



Na execução de todas as instalações, deverão ser obedecidas as Normas da ABNT NBR 10721, NBR 15808, Normas Regulamentadoras NR 18 e NR 23 e legislação estadual, quanto à prevenção de incêndios. Todas as instalações dos canteiros deverão dispor de extintores em quantidade suficiente, do tipo adequado à classe de incêndio previsível em cada ambiente, instalados em locais visíveis e devidamente sinalizados. Os locais de trabalho deverão dispor de saídas em número suficiente e dispostas e sinalizadas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência. As saídas e vias de passagem deverão ser claramente sinalizadas por meio de placas ou sinais luminosos indicando a direção da saída.

As áreas de canteiro deverão ser devidamente demarcadas através de cercas, portões e sinalizações adequadas.

Canteiro Industrial

O canteiro industrial será instalado em área próxima da casa de força atual, na margem direita do rio Iguaçu, a jusante da barragem e será composto pelas seguintes estruturas principais (Figura 5-48):

- Central de Carpintaria;
- Pátio de Pré-moldados;
- Central de Armação;
- Central de Britagem;
- Central de Concreto;
- Oficina de Jato e Pintura;



Figura 5-47: Localização do Canteiro de Obras Industrial

A Figura 5-49 ilustra na primeira foto o canteiro de obras utilizado para a construção da UHE GNB nas décadas de 80 e 90 e abaixo a área selecionada para o projeto de ampliação utilizando a mesma área, de modo a não impactar novas áreas.

A Figura 5-50 apresenta os locais do Canteiro de Obras logo após a desmobilização das estruturas da construção na primeira foto sem indicação da localização do canteiro e abaixo com a indicação aproximada do canteiro. A Figura 5-51 apresenta a mesma situação em relação ao canteiro industrial, primeira foto sem a localização e a segunda foto a área selecionada para o canteiro para o projeto de ampliação.



Figura 5-48: Imagem aérea do canteiro industrial da UHE GNB em fase final de construção (primeira foto sem indicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro para o projeto de ampliação).



Figura 5-49: Locais de Instalação do Canteiro de Obras logo após a desmobilização das estruturas da construção (primeira sem indicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro)



Figura 5-50: Imagem aérea do canteiro industrial da UHE GNB após desmobilização (primeira semindicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro).

A Figura 5-52 refere-se a imagem aérea tomada em junho/2024 por drone da área do canteiro de obras principal.



Figura 5-51: Locais de Instalação do Canteiro de Obras obtidas por drone em junho/2024 (primeirasem indicação da localização do canteiro e depois com a indicação aproximada do canteiro)

Ademais, destaca-se na Figura 5-53 o arranjo do canteiro de obras principal e da UHE GNB referente a sua implantação, confirmando-se a localização do canteiro de obras. A planta completa consta no Anexo 3.

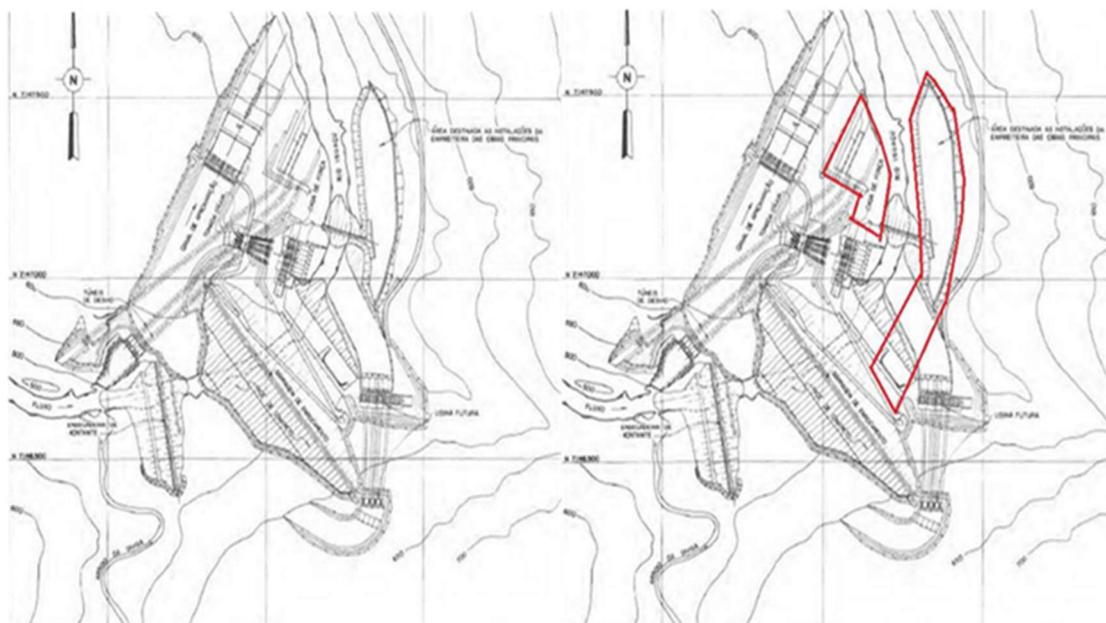


Figura 5-52: Destaque do Arranjo da UHE GNB com canteiro de obras (primeira sem representação da localização do canteiro e depois com a representação aproximada do canteiro do projeto de ampliação)

- **Central de Britagem e Central de Concreto**

As centrais de britagem e de concreto são responsáveis pela produção, armazenamento de insumos e dosagem de agregados graúdos, miúdos, aditivos, cimento, gelo, água e outros. São compostas, basicamente, por britadores, silos de cimento, pilhas de estoque de agregados, reservatórios para água e aditivo, balanças de cimento e agregados, hidrômetros, compressores e transportadores de correia.

A área disponível para estes fins é de aproximadamente 27.800 m².

- **Central de Britagem**

A central de britagem será prevista para a produção de pedra britada n.º 1, n.º 2 e areia artificial. O beneficiamento da rocha para a produção de agregados é um processo com várias etapas que variam a depender do produto desejado. A primeira etapa consiste na escolha das jazidas e na elaboração do plano de fogo para o desmonte adequado da rocha. No caso deste empreendimento, as escavações obrigatórias em rocha são suficientes em volume e características



técnicas para atender toda a demanda de rocha da obra (enrocamento, rachão, rip-rap, agregados graúdos e miúdos) com sobras, sem necessidade de exploração de outras jazidas. Sendo assim, as próximas etapas são as de britagem.

Na britagem primária o material proveniente das escavações obrigatórias será processado por um britador, possivelmente de mandíbulas, para moer a rocha com uma razão de redução de 8:1. Nesta etapa o produto da britagem primária ainda apresenta granulometria insuficiente para classificação como brita n.º 4 ou inferior então, para a produção de brita n.º 2, será necessária a britagem secundária, executada possivelmente por britador cônico, para a obtenção de britas n.º 2, 3 e 4, as quais serão classificadas por meio de peneiramento.

Ainda assim, para a produção de brita n.º 1, será necessária a etapa de britagem terciária por meio de britadores de impacto, onde os produtos da britagem secundária serão reduzidos ao diâmetro de 4,8 mm sendo então separados entre brita n.º 1 e n.º 0 por meio de peneiramento.

Neste processo, cada etapa de moagem gera partículas de pó. Para mitigar a suspensão de pó nos processos de britagem, deverá ser prevista a aspersão de água nas moegas de britagem, com as mesmas características aplicadas nas pedreiras de produção comercial.

Considerando que a estimativa de consumo médio de concreto pela obra seja de 350 m³/dia e um traço de concreto convencional, tem-se o dimensionamento indicado na 5-2 para as pilhas de estoque de cada um destes materiais.

Tabela 5-3: Volume estimado das pilhas de materiais para atender a um dia de concretagem média de 350 m³

Material	Consumo para 1 m ³ de Concreto (kg)	Massa unitária estado solto (kg/m ³)	Consumo para 2 dias de concretagem de 350 m ³ /dia (m ³)
Areia artificial	651	1.470	310
Brita n.º 1	858	1.430	420
Brita n.º 2	215	1.400	107



Considerando que a pedra britada possui ângulo de repouso de aproximadamente 45° e a areia de aproximadamente 30°, as dimensões das pilhas resultariam nos valores indicados na 5-3.

Tabela 5-4: Dimensões das pilhas de agregados

Material	Altura da pilha (m)	Diâmetro da pilha (m)
Areia artificial	4,6	16,0
Brita n.º 1	7,4	14,7
Brita n.º 2	4,7	9,4

- **Central de Concreto**

A central de concreto será prevista para a produção de concretos convencionais para atender toda a demanda da obra.

Para isso, considerando que a estimativa de consumo médio de concreto pela obra seja de 350 m³/dia e um traço de concreto convencional, prevê-se a instalação de 2 silos de capacidade de 150 toneladas cada para aproximadamente 2 dias de estoque.

A central de concreto deverá ainda possuir dosadora de agregados, reservatórios para armazenamento de água, silos para estocagem de aditivos (sílica, plastificantes etc) e balanças para pesagem de cimento, aditivos e agregados.

Também está prevista a implantação de laboratório para ensaios (em agregados e concretos) e armazenamento de corpos-de-prova.

- **Central de Armação e Central de Carpintaria**

Estão sendo previstas, próximas das centrais de britagem e de concreto, áreas destinadas às centrais de armação e de carpintaria.

Na central de armação serão desenvolvidas as atividades de armazenamento, corte, dobra e pré-montagem de armaduras destinadas às estruturas de concreto armado do empreendimento (tomada de água, casa de



força, revestimento de túneis forçados, blocos de ancoragem e ponte). Esta central está sendo prevista com uma área de aproximadamente 3.000 m².

Analogamente, está sendo prevista uma central de carpintaria onde serão desenvolvidas as atividades de armazenamento, manuseio e corte de peças de madeira, chapas, compensados e OSB, além da pré-montagem de fôrmas e cimbramentos destinados à construção das estruturas de concreto e às estruturas e dispositivos provisórios demandados pelo canteiro de obras e pelas frentes de serviço. Esta central está sendo prevista também com uma área de aproximadamente 3.000 m².

- **Pátio de Estocagem Eletromecânica**

O pátio de estocagem eletromecânica será destinado ao armazenamento ao tempo de materiais e peças de maiores dimensões, ou que não necessitem de abrigo e embutidos de 2º estágio. A disposição das peças e estoques deverão ser organizadas e dimensionadas de modo a permitir o manuseio dos componentes sem colocar em risco a segurança dos trabalhadores.

- **Oficina e Solda**

Local destinado à execução de serviços de pré-montagem de equipamentos eletromecânicos e solda de componentes mecânicos e tubulações. O local será abrigado, e eventuais resíduos serão destinados à estação de tratamento de efluentes e ao tanque de separação água / óleo. Está prevista uma área de 200 m² para abrigar a oficina para manutenção e solda.

- **Central de Jato e Pintura**

A central de jato e pintura será destinada à execução dos serviços de preparação de superfícies metálicas por jateamento com granalha de aço e posterior aplicação de pintura de fundo e de acabamento. O local contará com sistema de exaustão e filtragem para retenção de sólidos suspensos. Áreas sujeitas



à produção de resíduos serão atendidas pela estação de tratamento de efluentes.

Está prevista uma área de 200 m² para a central de jato e pintura.

- **Pátios de Madeira**

Está prevista uma área de 3.730 m² para armazenamento temporário da madeira a ser suprimida para instalação do canteiro de obras, ponte de serviço e instalação da nova casa de força.

O dimensionamento considerou os quantitativos e estágios sucessionais definidos para a área e as seguintes áreas unitários com base no histórico de outro empreendimento da Copel GeT:

- Estágio sucessional inicial: requer aproximadamente 0,025 hectares de pátio de madeira para cada hectare de vegetação suprimida;
- Estágio sucessional médio: requer aproximadamente 0,06 hectares de pátio de madeira para cada hectare de vegetação suprimida;
- Estágio sucessional avançado: requer aproximadamente 0,08 hectares de pátio de madeira para cada hectare de vegetação suprimida.

A área mínima necessária resultou em 0,369 hectare.

Adicionalmente para a supressão da frente montante, considerando as mesmas premissas será necessária uma área mínima de 0,185 ha para pátio de madeira. O pátio de madeira desta área do projeto foi previsto com 1.900 m².

Canteiro Administrativo e Áreas de Vivência

O canteiro administrativo e de apoio está previsto para ser instalado em duas áreas localizadas a aproximadamente 6 km do acesso ao canteiro de obras industrial, próximas à Subestação Segredo. A Figura 5-54 ilustra as estruturas a serem implantadas em área desprovida de vegetação e na Figura 5-55 observa-se o almoxarifado atual da UHE GNB que está em fase de desmobilização e poderá ser utilizado para as atividades auxiliares, também em área antropizada. Estas áreas administrativas abrigarão as seguintes estruturas.

- Escritórios;
- Almoxarifado;
- Ambulatório;
- Área de Vivência;



- Refeitório;
- Posto de Combustíveis (licenciado à parte)



Figura 5-53: Estruturas do Canteiro Administrativo e de Apoio

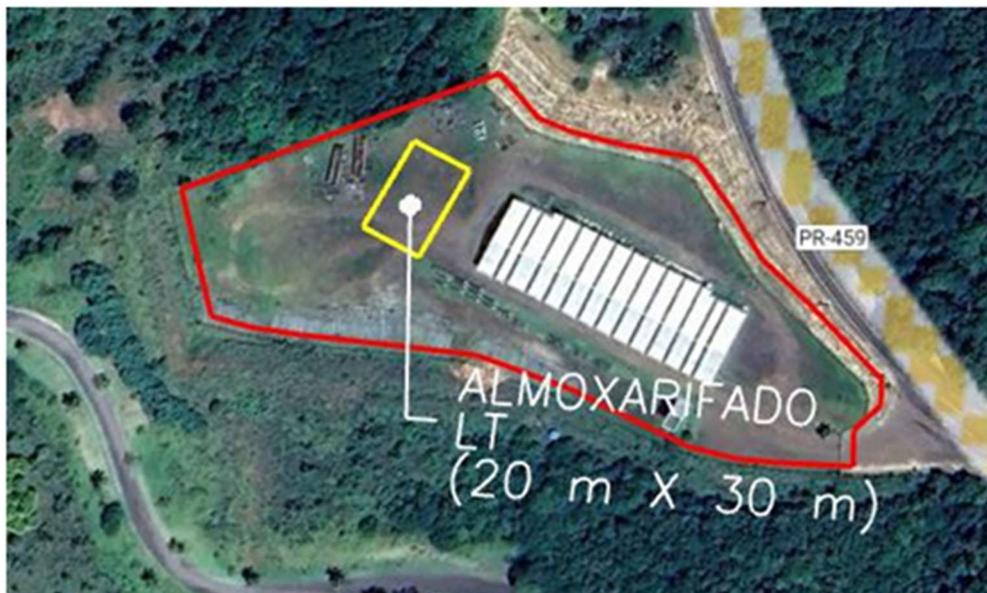


Figura 5-54: Área Complementar para Canteiro Administrativo e de Apoio.



A Figura 5-56 refere-se a imagem aérea tomada em junho/2024 da área do Canteiro Administrativo e de Apoio e confirma seu o alto grau de antropização e a Figura 5-57 representa a área aproximada em que será instalado. Observa-se na área a existência de árvores isoladas com indicação de corte, porém informa-se que será buscada uma otimização junto a empreiteira a ser contratada para buscar evitar o corte.



Figura 5-55: Imagem aérea (junho/2024) da área do Canteiro Administrativo e de Apoio



Figura 5-56 Imagem aérea (junho/2024) da área do Canteiro Administrativo e de Apoio com representação aproximada da área a ser ocupada.

Ademais, a Figura 5-58, disponível em detalhes no Anexo 3, demonstra que a área foi utilizada na construção da UHE GNB como Centro Recreativo, Alojamento de Solteiros da Empreiteira e Refeitório.

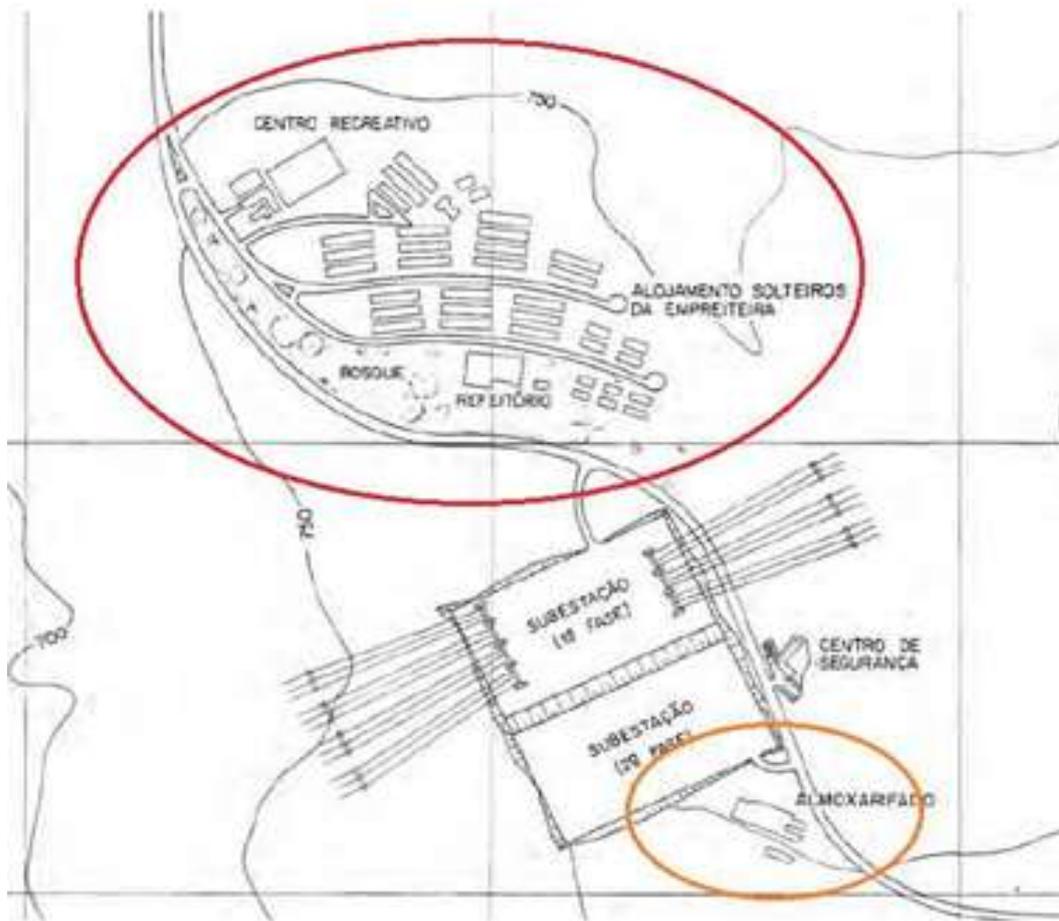


Figura 5-57: Destaque da Área do Canteiro Administrativo e de Apoio (elipse em vermelho) e Área Complementar (elipse em laranja) ocupada anteriormente na implantação da UHE GNB

A estimativa preliminar de efetivo total simultâneo no pico é de 500 (quinhentas) pessoas trabalhando no local de implantação das obras.

Destaca-se que o canteiro de obras não contempla instalações para alojamento dos trabalhadores.

- **Escritórios**

Estão sendo previstas três instalações separadas de escritório: uma para a Empresa Construtora, outra para a Empresa Montadora e outra para a Engenharia do Proprietário.



Estima-se que o escritório da Empresa Construtora necessite de uma área de aproximadamente 750 m² onde poderão ser acomodados 25 (vinte e cinco) postos de trabalho, 1 (uma) copa, 1 (uma) sala de reuniões e instalações sanitárias dimensionadas em atendimento a NR 24.

Para o escritório da Empresa Montadora prevê-se uma área de aproximadamente 200 m² onde poderão ser acomodados 15 (quinze) postos de trabalho, 1 (uma) copa, 1 (uma) sala de reuniões e instalações sanitárias dimensionadas em atendimento a NR 24.

Por fim, estimou-se que o escritório da Engenharia do Proprietário ocupe uma área de aproximadamente 200 m² onde serão acomodados 12 (quinze) postos de trabalho, 1 (uma) copa, 1 (uma) sala de reuniões e instalações sanitárias dimensionadas em atendimento a NR 24.

- **Ambulatório**

Previu-se também a necessidade uma instalação separada destinada ao ambulatório, com área de aproximadamente 60 m² e previsão de 2 (dois) postos de trabalho.

- **Áreas de Vivência**

Nas áreas de vivência não é prevista a construção de alojamentos. Espera-se que as acomodações estejam localizadas fora da área do empreendimento, podendo ser na área urbana do município de Foz do Jordão-PR, podendo ser propiciadas por meio de alojamentos, repúblicas, pousadas e/ou hotéis, com transporte diário dos trabalhadores para o canteiro de obras.

O refeitório e a cozinha, tendo em vista evitar o superdimensionamento nas épocas fora do pico de mão-de-obra, reduzir custos operacionais e atender a demanda das frentes de serviço ininterrompíveis, está previsto para atender até 250 pessoas por escala com refeições de café-da-manhã, almoço e janta (turnos matutino, vespertino e noturno). Sendo assim, ele atenderá até 1500 refeições/dia e estima-se uma área necessária de aproximadamente 1000 m².



Está sendo previsto um vestiário com capacidade para atender toda a mão-de-obra de campo no pico, estimada com uma área de aproximadamente 500 m². O vestiário deverá apresentar armários guarda-volumes individuais de compartimentos duplos, assentos de material lavável e impermeável e chuveiros.

- **Posto de Combustíveis e Oficina Mecânica**

Em razão da expressiva quantidade de equipamentos da obra, será previsto um posto para estocagem e abastecimento dos equipamentos e veículos movidos por motor a combustão de óleo diesel ou gasolina, assim como uma oficina mecânica para reparos, manutenção e limpeza dos equipamentos.

A área estimada para estas instalações é de aproximadamente 800 m². Estas estruturas serão locadas junto ao canteiro administrativo e áreas de vivência, por ser um local que não apresenta corpos hídricos próximos.

Dada a distância do posto para os locais das frentes de serviço, bem como a facilidade logística que propicia, a distribuição dos combustíveis assim como a lubrificação dos equipamentos em campo será feita mediante caminhão comboio (Figura 5-59), popularmente conhecido como “melosa”. Os veículos de passeio e os utilitários leves poderão abastecer diretamente no posto de combustíveis.



Figura 5-58: Exemplo de caminhão comboio (Fonte: <https://www.bombasandrade.com.br/>)



Considerando que seria necessária uma reposição por mês do estoque de gasolina e duas reposições por mês do estoque de óleo diesel, prevê-se a implantação de dois tanques aéreos de 20.000 L de capacidade, um para gasolina e outro para diesel, ambos dotados de bacia de retenção acoplada, para reter eventuais vazamentos de combustível (vide exemplo da Figura 5-60).



Figura 5-59: Exemplo de tanque aéreo para combustíveis com bacia de retenção (Fonte: <https://www.lcequipamentos.com/>)

O Posto de Combustível será alvo de licenciamento ambiental específico sob responsabilidade da empreiteira a ser contratada para execução das obras.

- **Almoxarifados**

A Empresa Fornecedora deverá construir dois almoxarifados, um civil e outro eletromecânico, com as instalações necessárias e próprias para armazenagem e depósito dos materiais e equipamentos que irá utilizar durante a execução da obra e que necessitem ficar abrigados. Essas instalações propiciarão a proteção adequada de todos os materiais e equipamentos utilizados. Estima-se que em cada dos almoxarifados possuirá 2 (dois) postos de trabalho e uma área de aproximadamente 600 m².

O canteiro deverá ser dotado de áreas específicas para armazenamento de produtos perigosos, sendo:



- Área estimada de 20 m² dentro da estrutura do almoxarifado, para armazenamento de produtos perigosos tais como: óleo lubrificante, solventes de limpeza e saponáceo;
- Área estimada de 20 m² externa ao almoxarifado para armazenamento de tintas e diluentes;
- Área estimada em 30 m² para armazenamento de cilindros de gás oxiacetileno, argônio e misturas (CO₂ + Argônio);
- Área estimada de 10 m² para resíduos perigosos (classe 1);
- Área estimada de 10 m² para baia específica para solventes e diluentes (tinta).

Como medida de contenção de produtos perigosos nas áreas destinadas, deverão ser previstos:

- Piso impermeabilizado com bacia de contenção e pintura epóxi dimensionada para volume de 110% do volume a ser armazenado, inclusive para os resíduos de serviços de saúde/ambulatório;
- Piso cimentado, com meia parede e cobertura, fechado com tela, com ventilação, para armazenagem de tintas e diluentes, com bacia de contenção dimensionada para volume de 110% do volume a ser armazenado;
- Piso nivelado, com meia parede e cobertura, fechado com gradil, com ventilação para armazenagem de cilindros de gás na posição vertical.

- **Pátio de Madeira**

Está prevista uma área de 1.930 m² para armazenamento temporário da madeira a ser suprimida para instalação do canteiro de obras, ponte de serviço e instalação da nova casa de força.

O dimensionamento considerou os quantitativos e estágios sucessionais definidos para a área e as seguintes áreas unitários com base no histórico de outro empreendimento da Copel GeT:

- Estágio sucessional inicial: requer aproximadamente 0,025 hectares de pátio de madeira para cada hectare de vegetação suprimida;
- Estágio sucessional médio: requer aproximadamente 0,06 hectares de pátio de madeira para cada hectare de vegetação suprimida;
- Estágio sucessional avançado: requer aproximadamente 0,08 hectares de pátio de madeira para cada hectare de vegetação suprimida.

A área mínima necessária resultou em 0,190 hectare.

Infraestrutura Existente

- **Canteiro Administrativo e Áreas de Vivência**



Para o fornecimento de água potável, acredita-se ser possível utilizar a rede de abastecimento existente. Conforme Figura 5-61, a rede de abastecimento de água atinge a área disponibilizada para o canteiro de obras.



Figura 5-60: Traçado da rede de abastecimento de água em azul, na região do canteiro administrativo e áreas de vivência. Fonte: https://paranainterativo.pr.gov.br/apps/pesquisa_avancada/

A área disponibilizada para o canteiro administrativo e áreas de vivência apresenta os acessos internos e interligações com vias de acesso externos indicados na Figura 5-62.

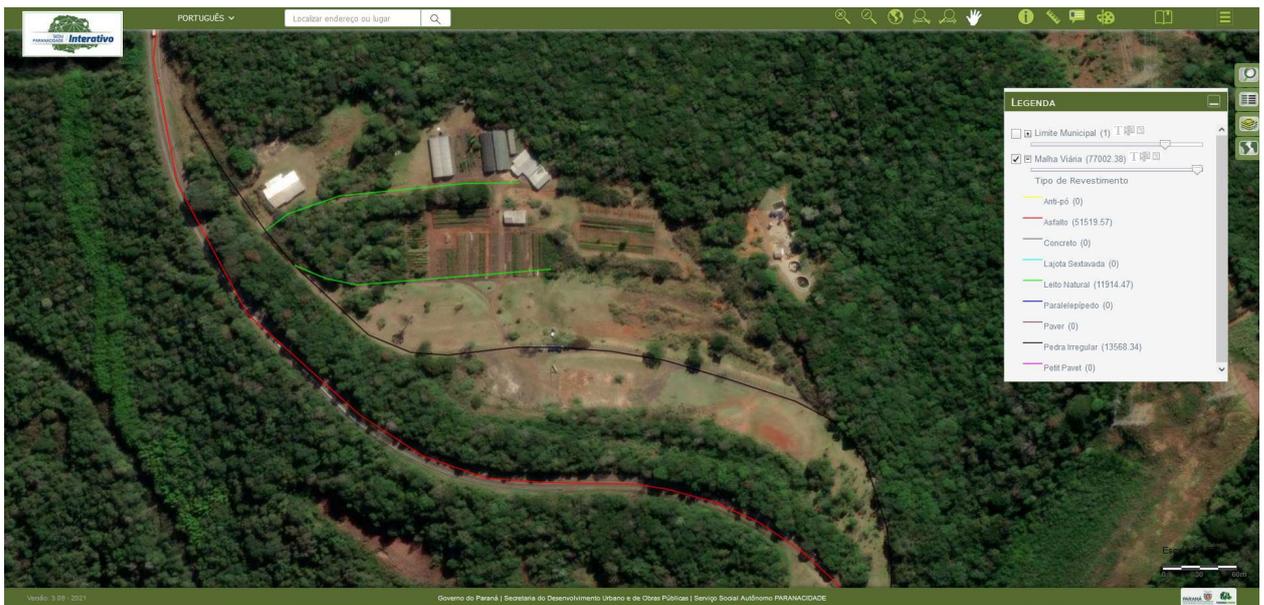


Figura 5-61: Malha viária existente na região do canteiro administrativo e áreas de vivência. Revestimento asfáltico em vermelho, pedra irregular em preto e leito natural sem revestimento, em verde.

Fonte: https://paranainterativo.pr.gov.br/apps/pesquisa_avancada/

Para o suprimento de energia elétrica deverá ser feito o dimensionamento e construção da rede de interligação e a distribuição pelo canteiro, ficando por conta das empresas construtora e montadora as extensões e eventuais instalações transformadoras necessárias para atender ao canteiro. Ressalta-se que existe próximo ao local uma rede de 34,5 kV do alimentador PCH Elejor, com traçado aproximado em amarelo na Figura 5-63.



Figura 5-62: Traçado aproximado do alimentador PCH Elejor 34,5 kV

- **Canteiro Industrial**

Quanto ao fornecimento de água bruta para a produção de concreto, prevê-se que seja necessária a captação a partir do rio Iguaçu através de bombeamento, sendo armazenados através de reservatórios. Se necessário, a água bruta deverá ser tratada em estruturas dispostas na região da central de concreto para atender aos parâmetros físico-químicos mínimos exigíveis, preconizado nas especificações e normas técnicas, para uso na produção do concreto.

Atualmente a UHE GNB é abastecida de água potável pela rede de abastecimento da concessionária Sanepar, logo presume-se que a rede está relativamente próxima ao canteiro industrial. Se a empresa construtora, ao consultar a concessionária de abastecimento de água, verificar que o uso da rede de abastecimento não será viável por incapacidade de atendimento às demandas do canteiro de obras (consumo humano) ou por outro motivo técnico-econômico, é possível que seja necessária a abertura de poço artesiano ou a utilização de reservatórios e abastecimento por caminhão pipa. Neste caso, será realizado procedimento de outorga e a localização do poço será indicada no projeto executivo a ser apresentado no requerimento da LI.



Não está sendo prevista a instalação de estação de tratamento de efluentes sanitários. Entretanto em caso de necessidade identificada após a definição da empresa construtora, deverá ser providenciado o tratamento por meio de tanques sépticos e disposição final em sumidouros ou valas de infiltração, a serem dimensionados conforme a demanda e indicado em projeto executivo a ser apresentado no requerimento da LI.

Em relação à energia, existem redes próximas às frentes de serviço da Casa de Força (alimentador Casa de Força 1 em 13,8 kV) e da Tomada da Água (13,8 kV para a Estação de Estudos Experimentais de Ictiologia) e próximas às centrais de britagem e de concreto (alimentador Casa de Força 2 em 13,8 kV). Para o suprimento de energia elétrica deverá ser feito o dimensionamento para verificação da carga, a consulta à concessionária e construção da extensão da rede, ficando por conta das empresas construtora e montadora as extensões e eventuais instalações transformadoras necessárias, bem como o licenciamento ambiental, se aplicável.

Na área do canteiro industrial há um sistema de drenagem remanescente da época da construção da usina, vide Figuras 5-63 r 5-64. Este sistema é basicamente composto por uma canaleta que corre paralelamente ao rio Iguaçu e intercepta as águas que escoam superficialmente concentrando e disciplinando seu escoamento para lançamento em um ponto a jusante. A canaleta foi identificada inclusive pelo levantamento por perfilamento a laser, vide Figura 5-65, que mostra uma representação das regiões que estão com altitudes entre 510 e 520 m. Na escala de cor adotada, os tons em azul são os de menores altitudes e coincidem com o traçado da canaleta.

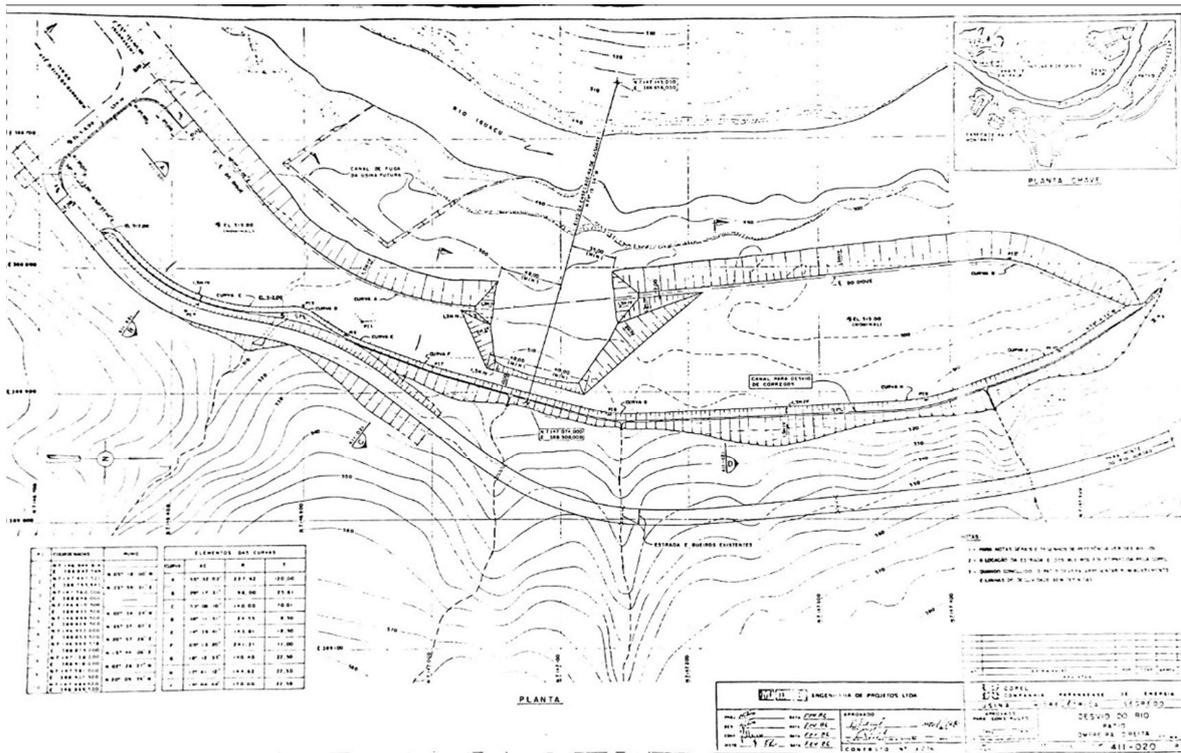


Figura 5-63: Planta indicando a localização da canaleta de drenagem construída na época da obra.

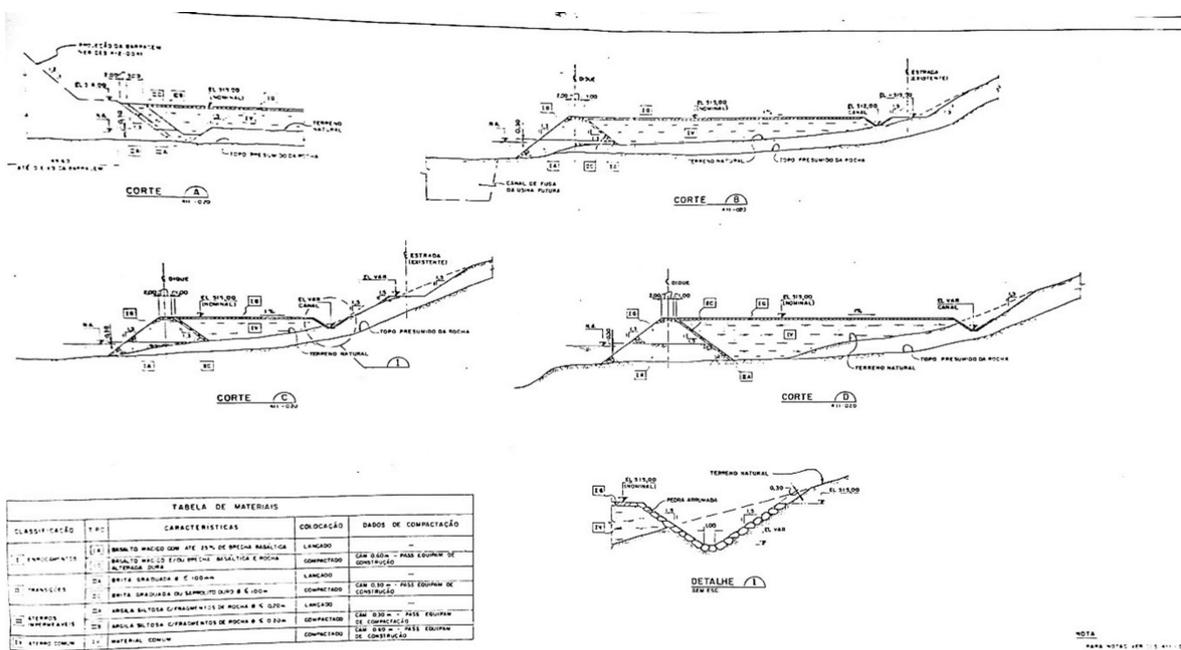


Figura 5-64: Detalhe indicando a seção da canaleta e cortes indicando os aterros construídos na região do canteiro de obras.

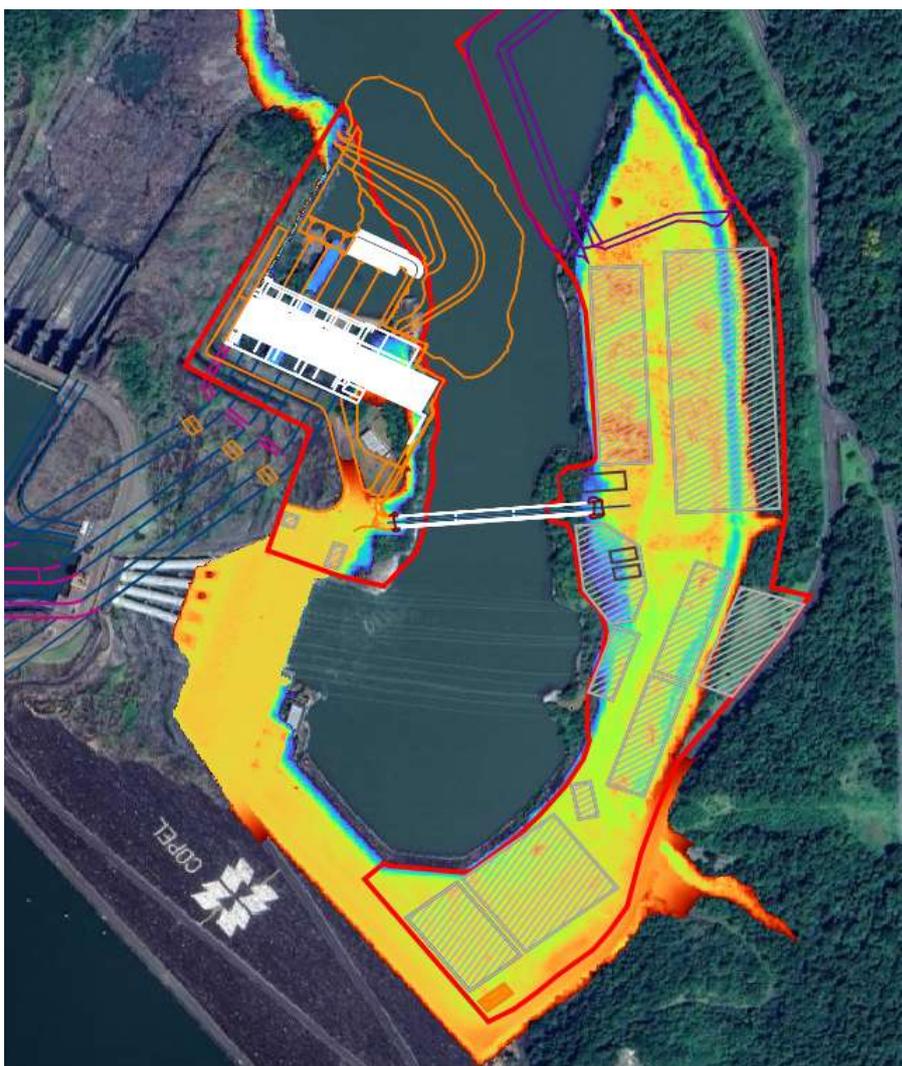


Figura 5-65: Mapa hipsométrico da região do canteiro industrial indicando o traçado da canaleta de drenagem em tons de azul.

Não se presume a intervenção em curso natural de corpo hídrico na área do canteiro de obras visto que será aproveitada obra existente da época da implantação da UHE GNB. A Empresa Construtora deverá fazer uma avaliação do sistema de drenagem existente em relação ao seu canteiro de obras, efetuando eventuais melhorias e recuperações necessárias, que serão apresentadas no requerimento da LI.

Caso sejam necessárias apenas manutenções sem alterações no sistema de drenagem, não será necessária a obtenção de outorga, visto que a intervenção



ocorreu antes de 1999 na época da construção da UHE GNB, conforme estabelece o Artigo 9º, Inciso IV, da Instrução Normativa IAT 06/2023.

Caso seja necessária alteração no projeto, será obtida Outorga Prévia e Outorga de Direito para Canalização junto ao IAT.

5.2.10 Sequência Construtiva

As obras podem ser descritas agrupando as atividades em duas frentes: uma frente a montante, que abrange as atividades das escavações do Canal de Adução, construção da estrutura da Tomada de Água e escavações e revestimento dos *shafts*; e outra frente a jusante, abrangendo as atividades das escavações do Canal de Fuga e Casa de Força, construção da estrutura da Casa de Força, Condutos Forçados e Túneis Forçados.

Estas frentes serão executadas simultaneamente, embora existam relações de encadeamento entre algumas de suas atividades. A sequência construtiva está ilustrada na Figura 5-67, Figura 5-68 e Figura 5-69.

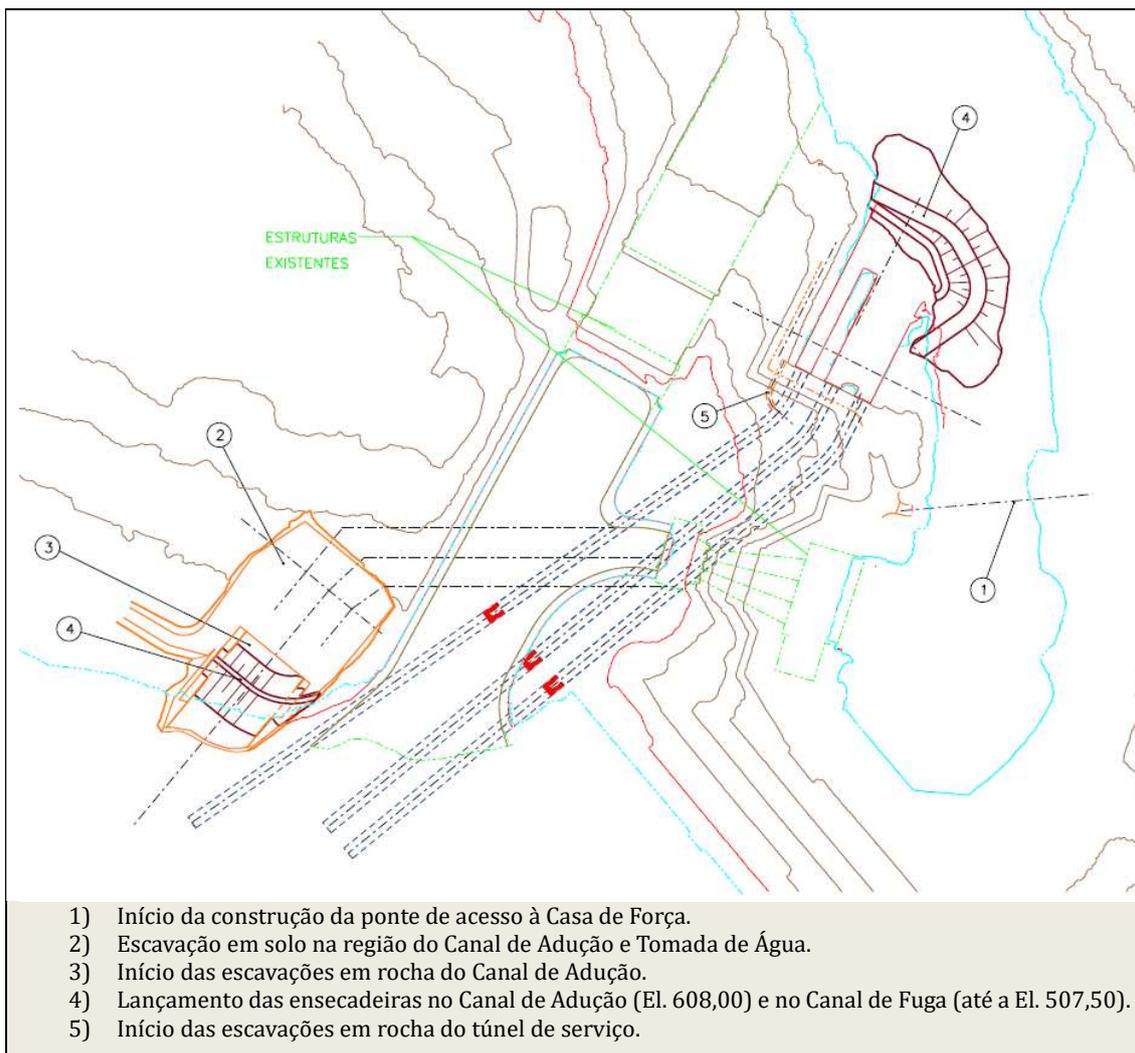


Figura 5-66: 1ª Etapa da sequência construtiva

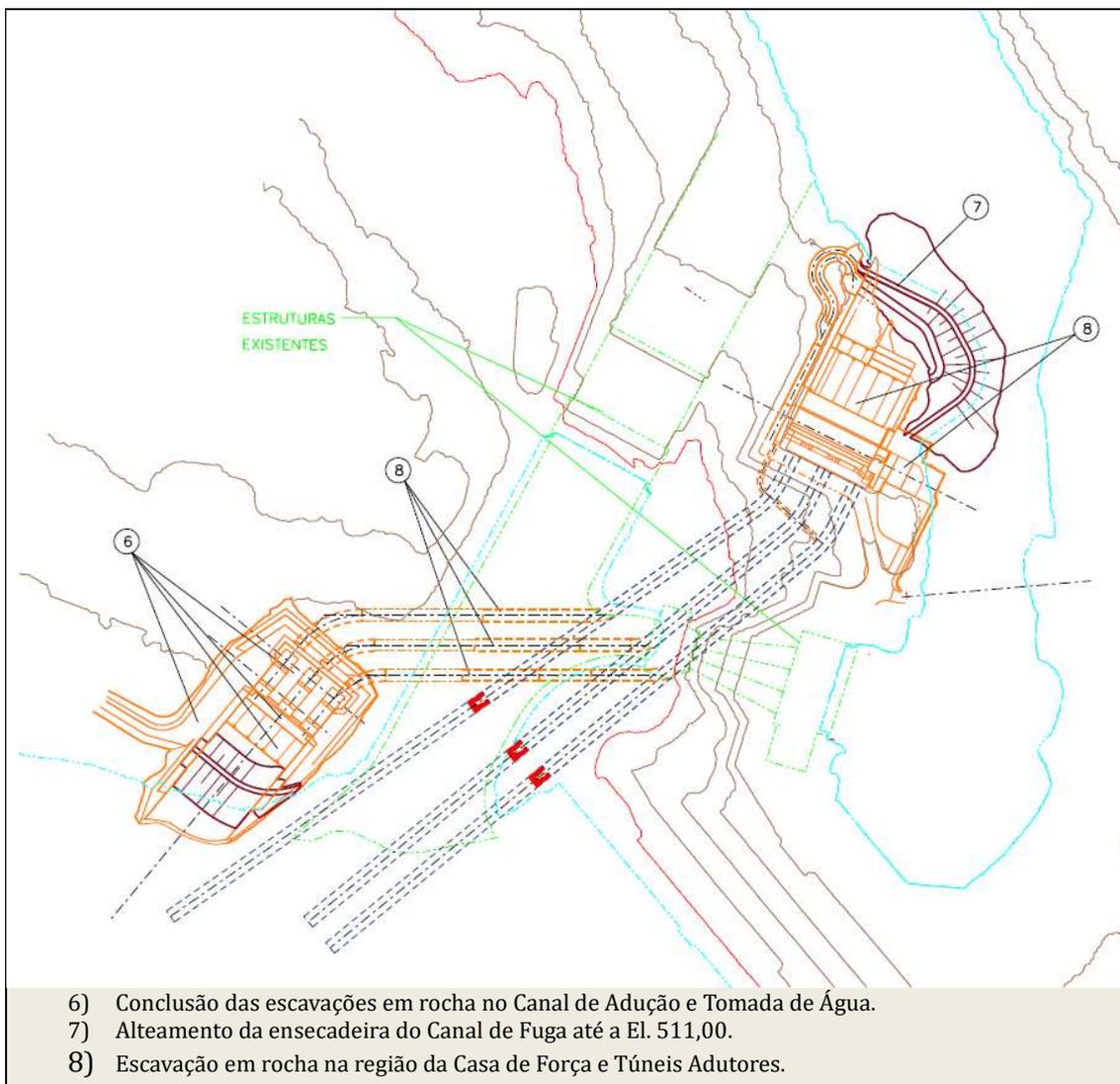


Figura 5-67: 2ª Etapa da sequência construtiva

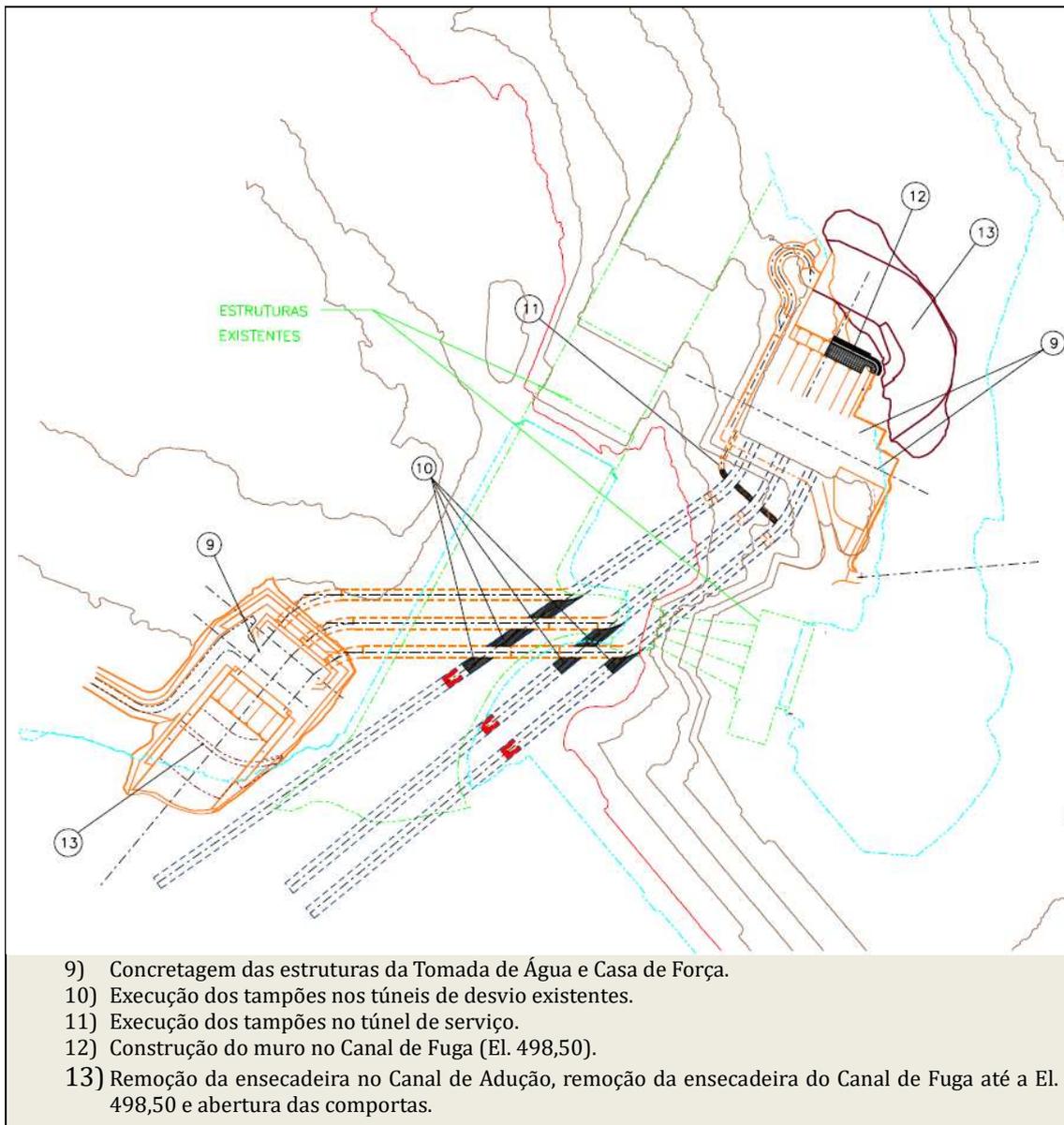


Figura 5-68: 3ª Etapa da sequência construtiva

Para construção de uma nova Casa de Força e Circuito de Geração na margem esquerda serão necessárias áreas para a instalação do canteiro de obras e áreas para bota-fora. Uma vez que não foram identificadas áreas viáveis para este fim na margem esquerda, o canteiro de obras e as áreas para bota-fora foram previstos na margem direita.

Deste modo, assim que iniciada a mobilização e instalação do canteiro de obras, deverão ser priorizadas as atividades de construção da ponte de acesso à



nova Casa de Força, uma vez que todo o acesso à margem esquerda por jusante deverá ser priorizado por esta estrutura.

Simultaneamente à construção da ponte, e após a conclusão da relocação de suas instalações, deverão ser efetuadas as demolições das estruturas e limpeza das áreas da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos (EEEI), localizada na região do novo Canal de Adução e Tomada de Água vide Figura 5-70, e do depósito de inflamáveis, localizado próximo à área da nova Casa de Força, vide Figura 5-71. Os resíduos gerados nestas demolições deverão ser devidamente classificados, conforme resoluções CONAMA 307/2002 e 431/2011, e destinados conforme Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) a ser elaborado pela CONTRATADA.





Figura 5-69: Área da EEI atingida pelas escavações do novo Canal de Adução e fotos da EEI



Figura 5-70: Área do depósito de resíduos atingida pelas escavações da nova Casa de Força e fotos externas do depósito e dos tambores de acondicionamento



Considerando que o novo depósito de inflamáveis deverá atender à demanda da Casa de Força nova e da Casa de Força existente estima-se que seja necessária uma edificação de aproximadamente 270 m², ou seja, cerca de uma vez e meia a área do atual depósito. Considerando que deverá guardar uma distância mínima de 100 m do corpo hídrico, optou-se por prever a sua locação na região indicada na Figura 5-71 (próximo às coordenadas N = 7.146.745 m e E = 388.666 m). A locação e as dimensões finais serão otimizadas a partir da definição do fornecedor dos equipamentos da nova Casa de Força, respeitando as normas técnicas e legislação aplicáveis.



Figura 5-71 - Localização preliminar do novo depósito de inflamáveis

Serviços na Frente de Montante

As atividades na frente de montante serão iniciadas após a construção da estrutura mínima da EEEl necessária para preservar as matrizes de peixes para garantir a continuidade do atendimento à condicionante da licença de operação da UHE GNB.



Assim que concluída a demolição e limpeza da área da EEEI, deve se dar início à construção da ensecadeira, ilustrada na 5-12, e às escavações no novo canal de adução.

Assim que a escavação do canal de adução atingir a cota da fundação da Tomada de Água (Figura 5-6) poderão ser iniciadas as escavações dos *shafts* (Figura 5-13). Estas escavações podem ser realizadas simultaneamente para os três *shafts*, com a defasagem decorrente da logística operacional. Com a finalização dessas escavações e o encontro com as escavações dos túneis forçados dar-se-á a concretagem do revestimento dos *shafts* de forma ascendente.

Com a conclusão da escavação dos *shafts* poderá ser iniciada a concretagem da Tomada de Água (Figura 5-6).

Após o término da concretagem das estruturas civis da tomada d'água, será dado início à montagem eletromecânica no local, o que inclui: montagem das peças fixas de segundo estágio das grades e das comportas ensecadeiras e vagão de serviço, seguidas pela concretagem de segundo estágio delas. Para a montagem das grades e das comportas de montante, será utilizado o pórtico rolante a ser instalado no deck da estrutura da tomada d'água, na elevação 610,00 m. Os sistemas hidráulicos e elétricos de acionamento das comportas vagão de serviço serão montados tão logo a galeria destinada a abrigar estes equipamentos seja liberada pela civil.

Serviços na Frente de Jusante

Assim que concluída a ponte e a demolição e limpeza da área do depósito de resíduos, deve se dar início a execução da ensecadeira da nova Casa de Força, cujo material, tanto de rocha quanto de solo para vedação será proveniente das escavações obrigatórias de montante (da região do Canal de Adução e da Tomada de Água).

Após a construção desta ensecadeira, o recinto do desemboque dos túneis de desvio deve ser esgotado e os túneis inspecionados, saneados e, caso



necessário, realizados os tratamentos geotécnicos para proteção contra quedas de blocos de rocha. Prevê-se que o resgate da ictiofauna aprisionada no recinto do desemboque dos túneis de desvio seja feito concomitantemente ao esgotamento.

Paralelamente, poderá ser realizada a escavação da rampa para acesso ao túnel de serviço e do próprio túnel, o qual interligará os três túneis de desvio existentes.

A partir dos túneis de desvio serão iniciadas as escavações dos túneis forçados, os quais prosseguirão para montante até o encontro com os *shafts*.

Tanto as escavações dos túneis forçados como a concretagem da casa de força podem ocorrer concomitantemente.

A montagem eletromecânica na área de jusante se iniciará pelo lançamento das virolas do trecho blindado dos condutos forçados. O lançamento se dará de jusante para montante, e feito com o auxílio de guindaste e utilizando trilhamento provisório apropriado instalado dentro dos túneis.

Na sequência, as virolas dos condutos blindados serão soldadas por trechos, intercalando com a concretagem dos trechos liberados. Após o endurecimento dos concretos, serão feitas injeções para garantir o preenchimento de eventuais vazios da concretagem.

Após a conclusão das primeiras etapas de concretagem de primeiro estágio da casa de força, serão iniciadas as montagens do septo divisor e das virolas do tubo de sucção de cada unidade. Estas montagens possivelmente contarão com o auxílio de guindastes.

Com a conclusão das estruturas laterais da casa de força e a possibilidade de instalação do trilhamentos para equipamentos de movimentação de carga, serão montadas duas pontes rolantes que serão utilizadas para a movimentação das peças e equipamentos a serem instalados na casa de força. O acesso destas peças e equipamentos se dará pela área de montagem da casa de força.



Na área de montagem, além da recepção de peças e equipamentos, deverão ocorrer as montagens do pré-distribuidor, da carcaça do estator e do rotor do gerador de cada unidade.

As montagens no poço de cada uma das três unidades ocorrerão à medida que a evolução das etapas de concretagem permitirem, seguindo uma sequência normal de montagem para turbinas tipo Francis de eixo vertical:

- a) blindagem do tubo de sucção:
- b) pré-distribuidor
- c) caixa espiral (montagem, teste hidrostático e liberação para concretagem)
- d) cone do tubo de sucção
- e) anel inferior
- f) palhetas diretrizes
- g) lançamento do rotor da turbina
- h) lançamento do eixo da turbina
- i) tampa superior
- j) distribuidor
- k) cone suporte
- l) mancal escora
- m) lançamento da carcaça do estator
- n) lançamento do rotor do gerador
- o) fechamento da máquina.

Em paralelo às atividades de montagem no poço das unidades geradoras, serão também conduzidas as montagens dos serviços auxiliares elétricos e mecânicos dentro das galerias da casa de força, além das montagens dos barramentos blindados, transformadores elevadores e subestação.

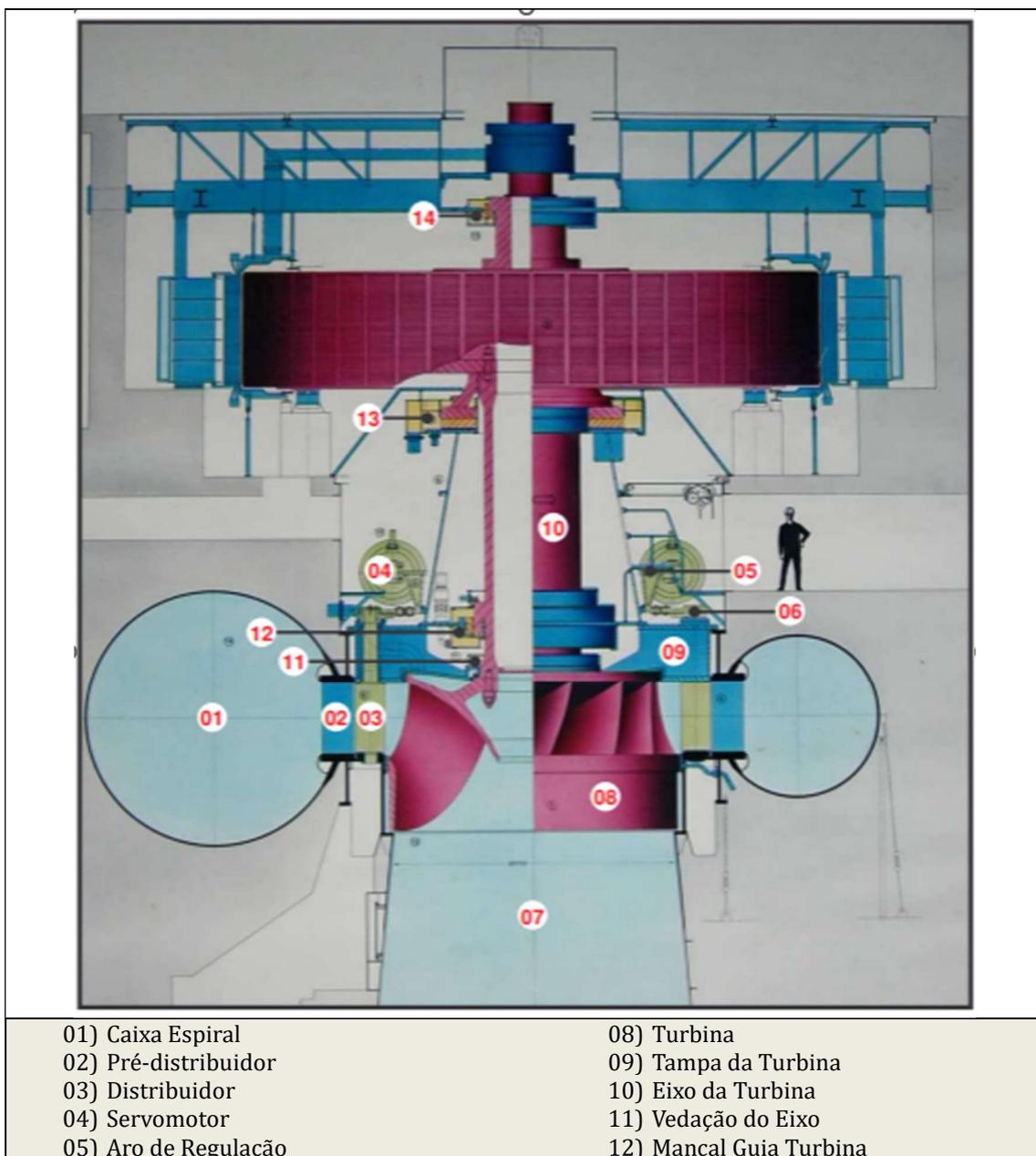
A jusante da casa de força, será realizada a montagem das peças fixas de segundo estágio da comporta ensecadeira do tubo de sucção. As comportas do tubo de sucção serão montadas com o auxílio de um semi-pórtico que será instalado no deck de jusante.



Montagem da Unidade Geradora

Neste item é apresentada uma sequência de montagem das unidades geradoras (turbina e gerador) dentro dos seus respectivos poços. As atividades de montagem das turbinas e dos geradores representam o caminho crítico do cronograma de implantação de uma usina hidrelétrica.

A Figura 5-73 apresenta o corte típico de uma unidade geradora com eixo vertical. Destaca-se que, neste caso, a montagem se inicia de baixo para cima.





06) Bielismo

07) Tubo de Sucção

13) Mancal Escora

14) Mancal Guia Gerador

Figura 5-72: Componentes de uma unidade geradora genérica com turbina Francis

As montagens dentro do poço da unidade geradora estão descritas, sequencialmente, nos itens a seguir.

- **Montagem da blindagem do tubo de sucção**

A função do tubo de sucção é direcionar a água que passa pela turbina para o canal de fuga e aumentar a potência da turbina. Uma parte do tubo de sucção recebe uma blindagem em chapas de aço que protege o concreto do arrancamento de material pela passagem da água.

- **Concretagem do tubo de sucção**

Na Figura 5-74 e Figura 5-75 são apresentadas fotos exemplificando o lançamento e a instalação da blindagem, respectivamente.



Figura 5-73: Lançamento da blindagem do tubo de sucção.

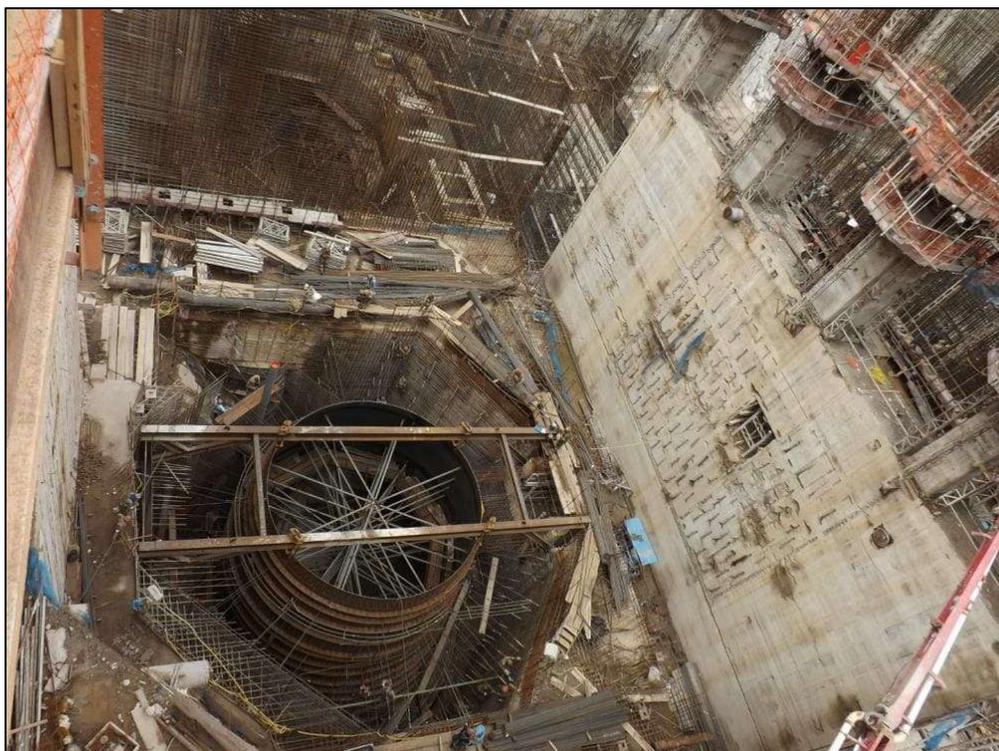


Figura 5-74: Instalação da blindagem do tubo de sucção.

Após a instalação da blindagem do tubo de sucção é realizada a concretagem de segundo estágio, conforme ilustrado de forma exemplificada na Figura 5-76.



Figura 5-75: Imagem após concretagem da blindagem do tubo de sucção, já com os berços para Caixa Espiral

- **Lançamento do Pré-Distribuidor**

O pré-distribuidor tem a função de direcionar, por meio de pás fixas, o fluxo da água da caixa espiral para o distribuidor, orientando o ângulo de entrada da água que vai movimentar o rotor da turbina. A Figura 5-77 apresenta um exemplo da montagem do pré-distribuidor na área de montagem.



Figura 5-76: Montagem do pré-distribuidor na área de montagem.

- **Montagem da Caixa Espiral e teste hidrostático**

A caixa espiral tem a função de manter a vazão e a pressão constantes em todas as pás do rotor da turbina. Para tal possui um formato espiral e apresenta uma redução do diâmetro da seção transversal.

Ela é soldada no pré-distribuidor em forma de caracol, conforme apresentado na Figura 5-78. Após sua conclusão (Figura 5-79) ela é pressurizada para verificar se suporta as pressões de trabalho (teste hidrostático).

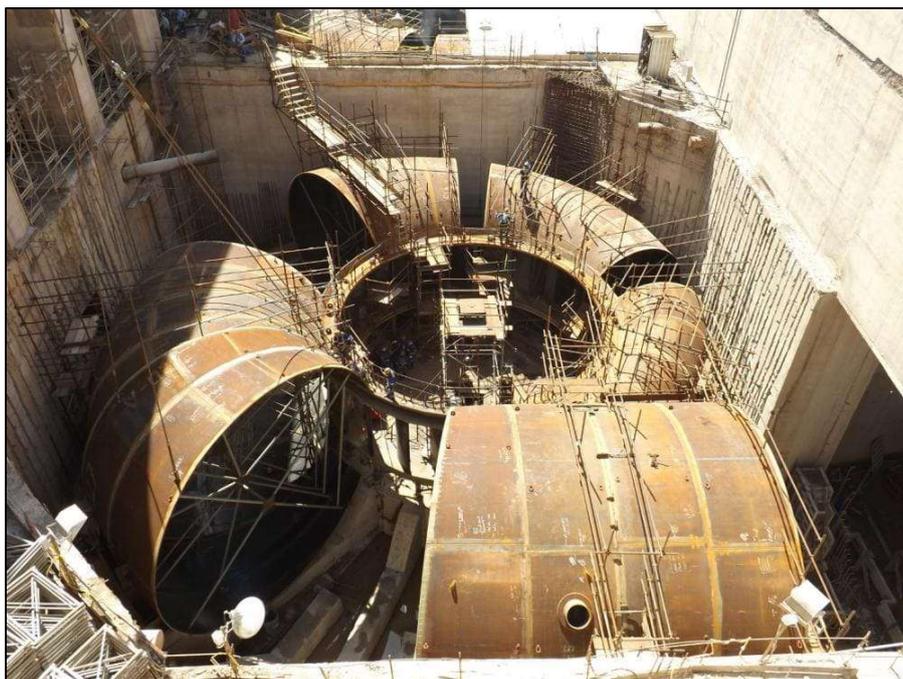


Figura 5-77: Soldagem das violas da Caixa Espiral no Pré-Distribuidor.

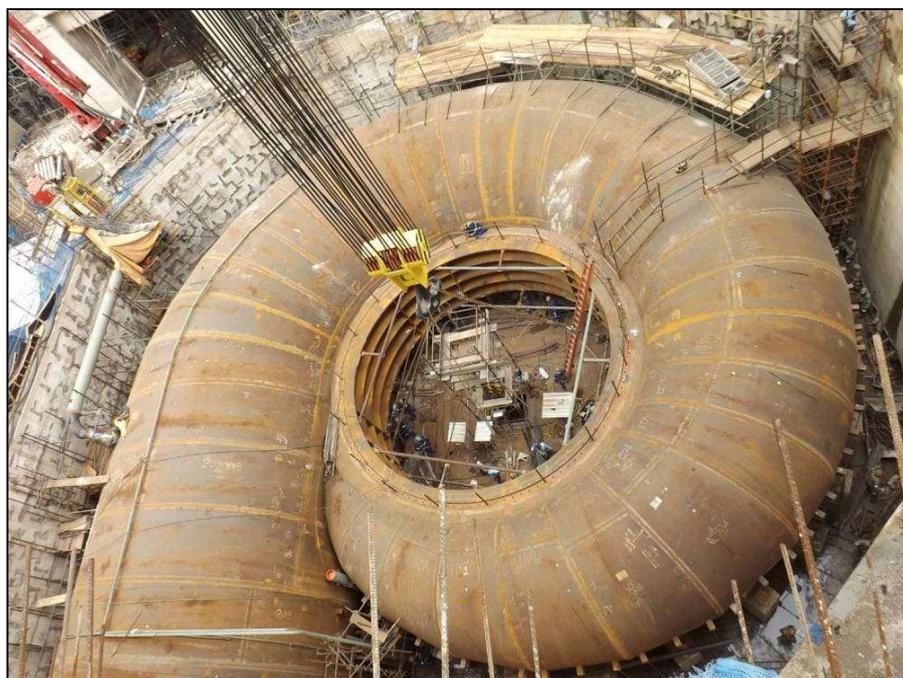


Figura 5-78: Conclusão da Caixa Espiral.

- Lançamento do revestimento do poço e Concretagem da Caixa Espiral



Após a conclusão da soldagem da caixa espiral e a realização do teste hidrostático é lançado o revestimento do poço (peça cilíndrica que serve como fôrma para o poço da turbina).

A caixa espiral é mantida pressurizada (cheia de água) e se realiza a concretagem dela (Figuras 5-80 e 5-81).

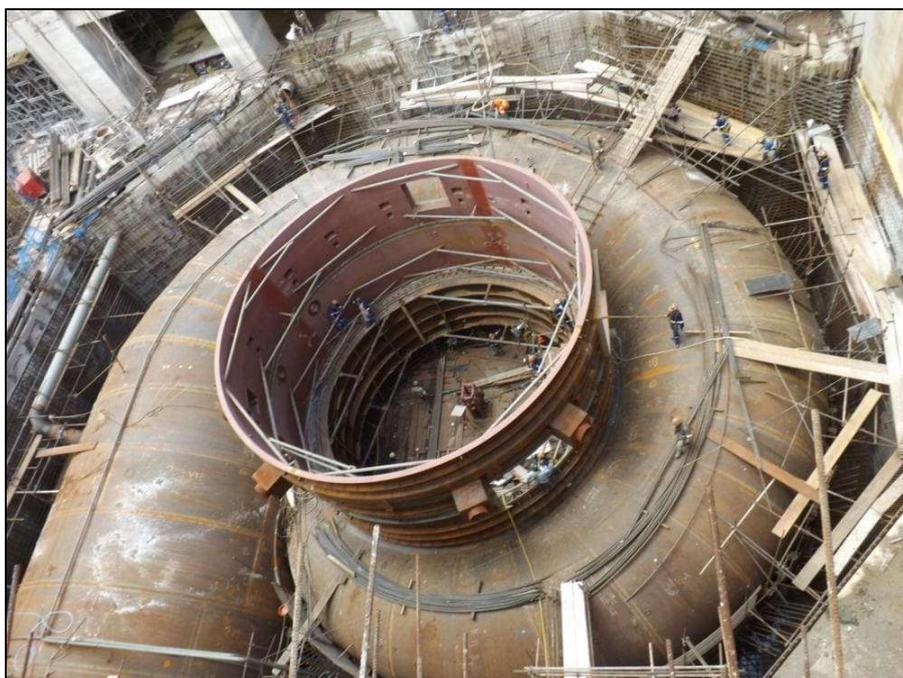


Figura 5-79: Imagem da montagem do Revestimento do Poço na Caixa Espiral.

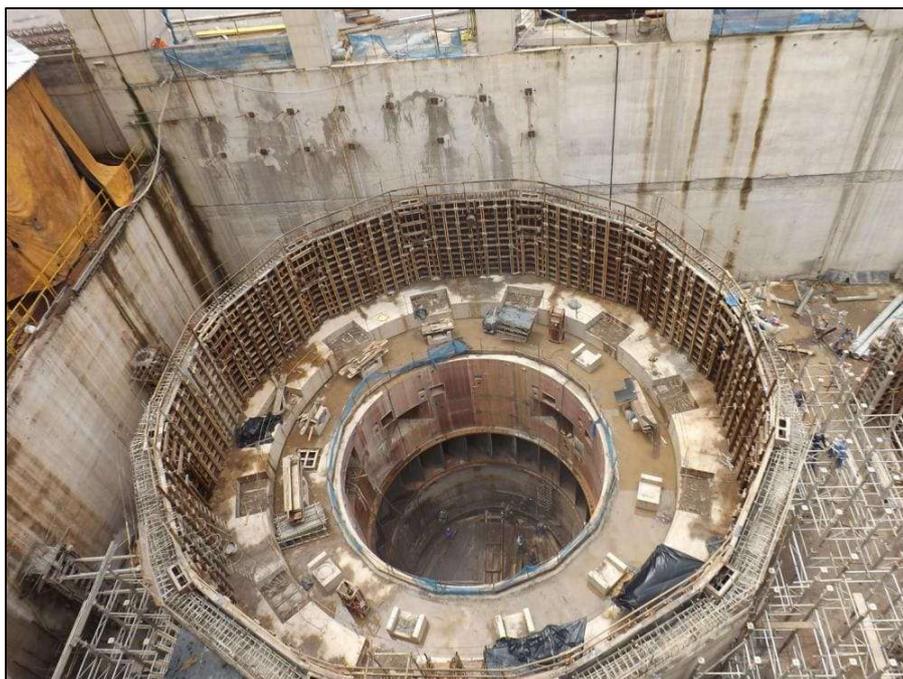


Figura 5-80: Visão do barril do gerador, após concretagem da caixa espiral.

- **Lançamento do anel inferior e lançamento das pás diretrizes do distribuidor**

O anel inferior e as pás diretrizes fazem parte do distribuidor (Figura 5-82).



Figura 5-81: Anel Inferior



O distribuidor tem a função de controlar ou fechar a vazão de água para a turbina. É composto por palhetas móveis (ou pás diretrizes) ligadas por alavancas e bielas ao aro de regulação e acionadas por servomotores (cilindros hidráulicos), conforme pode ser visualizado na Figura 5-83 e Figura 5-84.



Figura 5-82: Pás diretrizes do distribuidor.

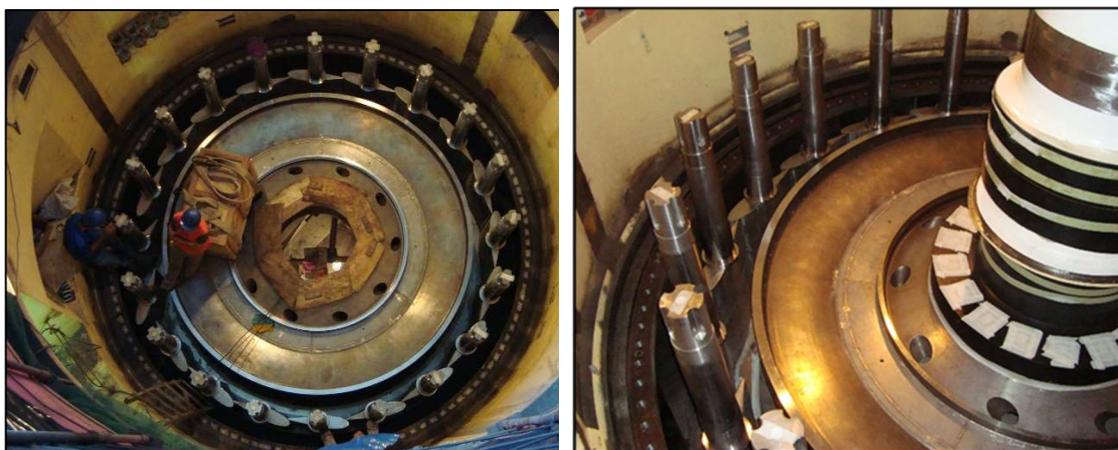


Figura 5-83: Montagem das pás diretrizes.

- Lançamento do rotor Francis (turbina)



O rotor da turbina é a peça responsável por transformar a energia hídrica (potencial gravitacional e cinética) em energia mecânica (movimento de rotação e torque) e transmiti-la para o eixo da turbina e para o rotor do gerador (Figura 5-85).



Figura 5-84: Exemplo de lançamento do rotor de uma turbina tipo Francis.

- **Lançamento da tampa superior**

A tampa superior é o componente que é montado acima do rotor da turbina. É onde ficam apoiados o aro de regulação (do distribuidor) e o cone suporte. A tampa também isola a água que passa pelo rotor da turbina. Acima da tampa não há água (Figura 5-86 e Figura 5-87).



Figura 5-85: Lançamento da tampa da turbina.



Figura 5-86: Tampa da turbina no poço.

- Eixo



O eixo da turbina tem a função de interligar a turbina ao gerador, transmitindo o torque e o movimento de rotação do rotor da turbina para o rotor do gerador (Figura 5-88 e Figura 5-89).



Figura 5-87: Eixo da Turbina na área de montagem.



Figura 5-88: Eixo da Turbina no poço

- **Lançamento do cone suporte**

O cone suporte é montado apoiado na tampa superior da turbina, e em sua parte superior é instalado o mancal de escora. O conjunto, tampa superior, cone



suporte e mancal de escora suporta todo o peso do conjunto girante rotor do gerador/eixo/rotor da turbina (Figura 5-90, Figura 5-91 e Figura 5-92).



Figura 5-89: Cone suporte na área de montagem.



Figura 5-90: Lançamento do Cone Suporte.

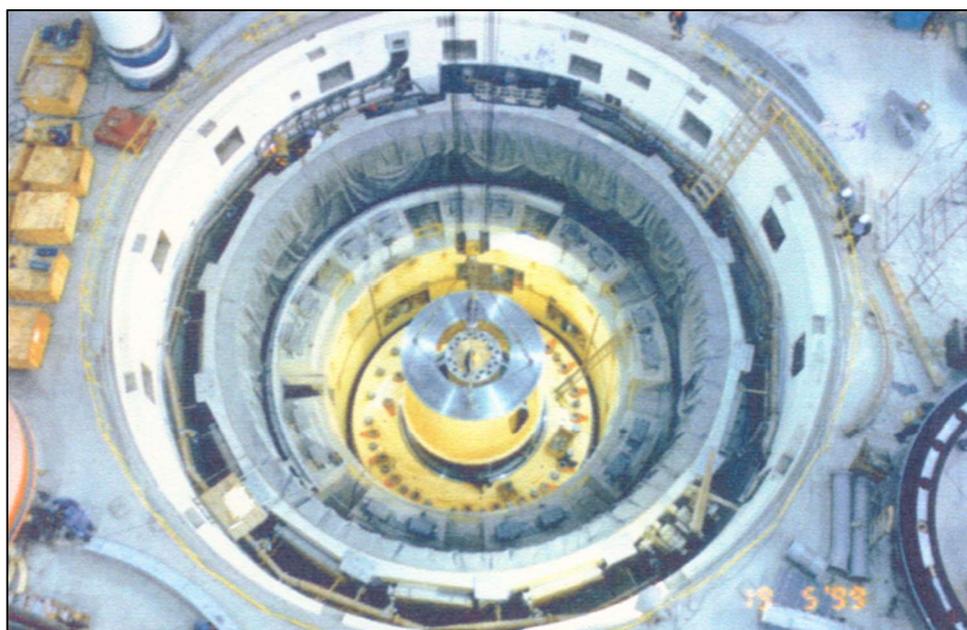


Figura 5-91: Cone suporte no poço da turbina.

- **Montagem do mancal de escora**

O mancal escora é o componente onde é apoiado o conjunto girante da unidade geradora composta por rotor do gerador/eixo/rotor da turbina. Possui patins imersos em óleo lubrificante que permitem o giro deste conjunto (Figura 5-9).



Figura 5-92: Montagem do mancal escora.

- **Lançamento do estator do gerador**



O estator do gerador é a parte estacionária do gerador e é onde a corrente elétrica é efetivamente gerada e transmitida para os transformadores através dos barramentos blindados. Tem como função essencial a conversão de energia: O estator é responsável por converter a energia mecânica proveniente da água em energia elétrica. Quando a água flui através da turbina e faz com que o conjunto rotor da turbina/eixo/rotor do gerador girem, suas bobinas de fio de cobre interagem com o campo magnético do rotor do gerador para gerar corrente elétrica (Figura 5-94 e Figura 5-95).

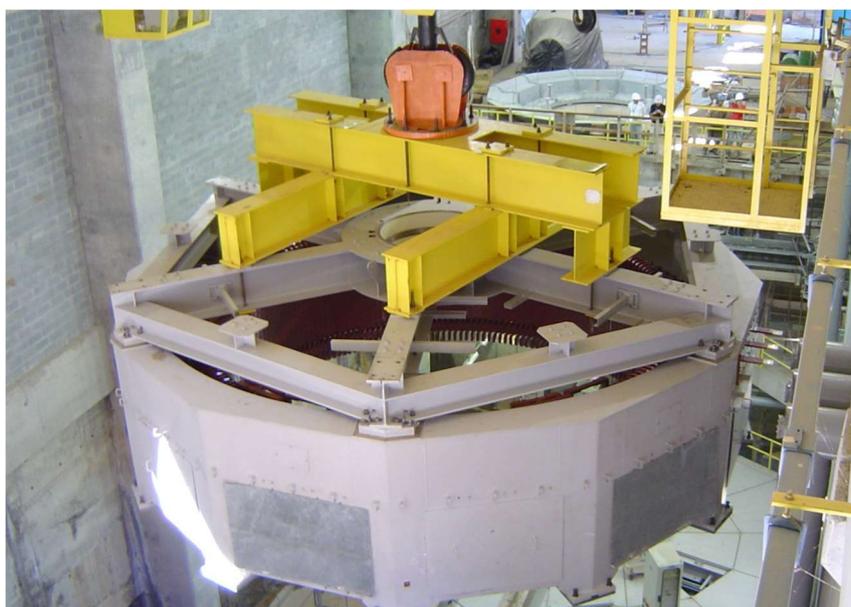


Figura 5-93: Lançamento do estator do gerador.



Figura 5-94: Montagem cruzeta superior.

- **Lançamento do rotor do gerador**

O rotor do gerador é a parte móvel do gerador e está ligado à turbina por meio do eixo. O movimento do rotor é o que induz o fluxo magnético no estator. Quando a água flui, a turbina gira, o que, por sua vez, faz girar o rotor do gerador. Essa ação converte a energia hídrica (potencial gravitacional e cinética) em energia mecânica e, finalmente, em energia elétrica através do gerador síncrono (Figura 5-96).

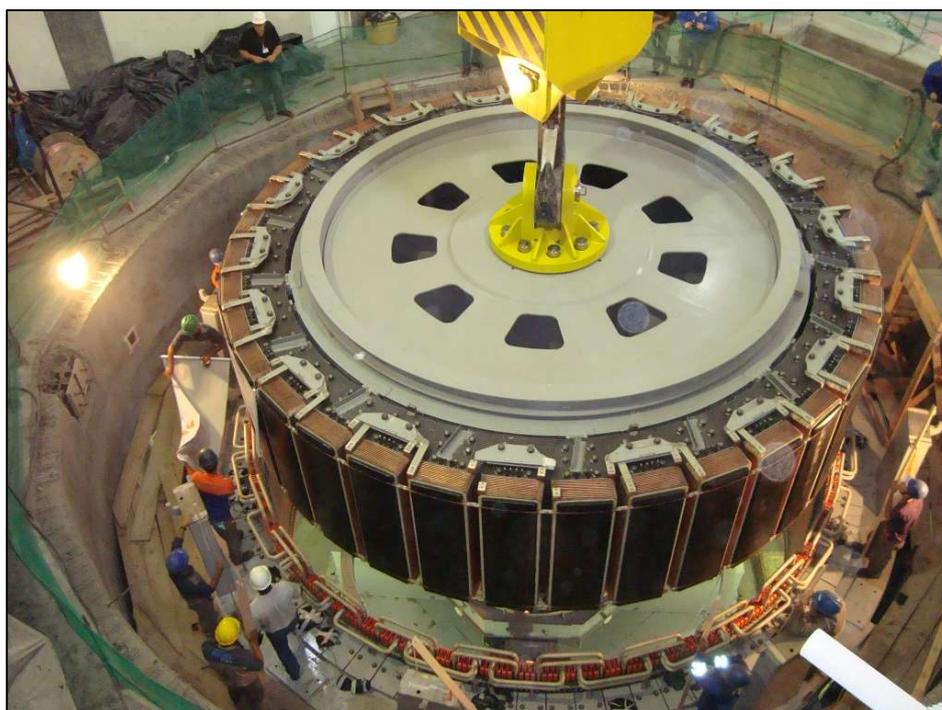


Figura 5-95: Exemplo de lançamento do rotor do gerador de uma máquina vertical.

- **Fechamento da máquina**

Após a montagem de todos os componentes da unidade geradora é realizado o fechamento da máquina, indicando o final da montagem das unidades geradoras (Figura 5-97).



Figura 5-96: Exemplo de fechamento de uma máquina.

Montagem dos demais equipamentos e sistemas – *BOP (Balance of Plant)*

Paralelamente às montagens descritas no item anterior, ocorrerão também os serviços de montagem de todos os demais equipamentos que não são turbina e gerador, chamados de *BOP (Balance of Plant)*.

- **Grades da Tomada d'água**

Possuem o objetivo de evitar a entrada de elementos flutuantes no circuito hidráulico de geração e que possam causar danos às turbinas. A montagem das suas peças fixas ocorre concomitantemente à concretagem da estrutura da tomada d'água. Já os painéis das grades são lançados em seus respectivos vãos após a conclusão dos serviços civis e deve anteceder a remoção da ensecadeira do canal de adução (Figura 5-98).



Figura 5-97: Exemplo de grades instaladas em uma tomada d'água

- **Comportas da Tomada d'água**

São previstas duas comportas por unidade geradora, denominadas comporta de serviço e de manutenção. As comportas de serviço são responsáveis por interromper ou liberar o fluxo de água para as unidades geradoras. Estas comportas são acionadas por dispositivos hidráulicos, presentes na própria estrutura da tomada d'água. Já as comportas de manutenção são inseridas ou removidas com o auxílio de equipamentos de movimentação de carga, e são instaladas apenas em casos que exigem a manutenção do circuito hidráulico. Como ocorre com as grades, as peças fixas destas comportas serão instaladas concomitantemente à concretagem da estrutura da tomada d'água. Já os painéis das comportas e seus dispositivos de acionamento são lançados em seus respectivos vãos após a conclusão dos serviços civis e deve anteceder a remoção da ensecadeira do canal de adução (Figura 5-99).

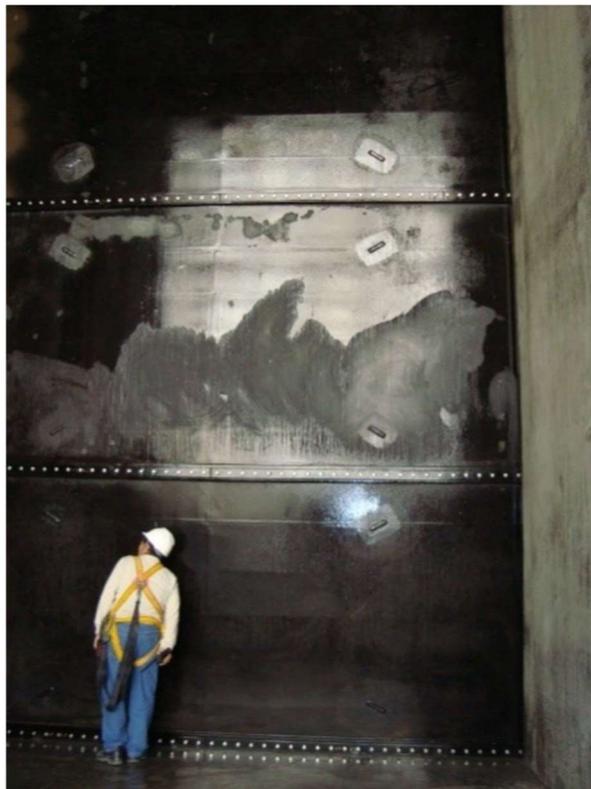


Figura 5-98: Teste de vedação em uma comporta aplicada a uma usina hidrelétrica

- **Comportas do Tubo de Sucção**

É prevista uma comporta de manutenção por unidade geradora, sendo esta responsável por isolar a unidade geradora do canal de fuga da usina. Estas comportas serão utilizadas quando for necessário o esgotamento do circuito hidráulico para inspeção ou manutenção de algum componente que faça parte do circuito hidráulico, e serão inseridas ou removidas com o auxílio de equipamentos de movimentação de carga. As peças fixas destas comportas serão instaladas concomitantemente à concretagem da estrutura da casa de força. Já os painéis das comportas são lançados em seus respectivos vãos após a conclusão dos serviços civis no pátio de jusante da Casa de Força e deve anteceder a remoção da ensecadeira do canal de fuga.

- **Ponte rolante da Casa de Força**



Na Casa de Força será instalada uma ponte rolante que terá a função de levantar e transportar os equipamentos principais ali instalados, seja durante a montagem eletromecânica da usina, seja em períodos de manutenção (Figura 5-100). A montagem dos trilhos da ponte rolante ocorrerá junto com os serviços de concretagem das vigas superiores da Casa de Força. Posteriormente, os componentes principais da ponte rolante serão montados sobre os seus respectivos trilhos com o auxílio de guindastes.



Figura 5-99: Exemplo de ponte rolante

- **Pórtico rolante da Tomada d'Água**

A tomada d'água será equipada com um pórtico rolante provido de uma máquina limpa-grades que possibilitará a instalação e a manutenção das comportas de serviço e de manutenção (Figura 5-101). A montagem dos trilhos do pórtico ocorrerá junto com os serviços de concretagem da estrutura da tomada d'água. Posteriormente, os componentes principais do pórtico rolante serão montados sobre os seus respectivos trilhos com o auxílio de guindastes.



Figura 5-100: Pórtico rolante utilizado em uma usina hidrelétrica

- **Semi-pórtico do Tubo de Sucção**

Para movimentação das comportas ensecadeiras do tubo de sucção, está prevista a instalação de um semi-pórtico que se deslocará sobre as ranhuras destas comportas (Figura 5-102). A montagem dos trilhos do semi-pórtico ocorrerá junto com os serviços de concretagem da Casa de Força. Posteriormente, os componentes principais do pórtico rolante serão montados sobre os seus respectivos trilhos com o auxílio de guindastes (Figura 5-102).



Figura 5-101: Semi-pórtico utilizado no tubo de sucção da UHE GJR

- **Sistemas Auxiliares Mecânicos**

São sistemas que exercem funções diversas na usina, como por exemplo:

- Circulação e resfriamento de óleo lubrificante;
- Drenagem da Casa de Força;
- Esgotamento dos circuitos hidráulicos de geração;
- Geração, armazenamento e distribuição de ar comprimido;
- Captação de efluentes e separação água / óleo;
- Captação e tratamento de efluentes sanitários;
- Prevenção e combate a incêndio;
- Captação, tratamento e distribuição de água potável e de serviço;
- Climatização de ambientes e renovação de ar.

Estes sistemas são compostos por tubulações, dutos, válvulas, instrumentos e equipamentos de processo (bombas, compressores, ventiladores etc.), os quais serão montados por processos de solda ou união por roscas e flanges. Os sistemas



auxiliares mecânicos serão montados paralelamente à montagem das unidades geradoras e a partir da liberação das galerias da Casa de Força pela empreiteira civil (Figura 5-103).



Figura 5-102: Sistema de resfriamento de uma usina hidrelétrica, que compõe os sistemas auxiliares mecânicos

- **Sistemas Auxiliares Elétricos**

São sistemas responsáveis pelas funções descritas abaixo:

- Distribuição de cargas em níveis de tensão adequados aos diversos equipamentos da usina;
- Proteção das cargas da usina;
- Garantir a confiabilidade das cargas essenciais e prioritárias.

Estes sistemas são compostos por painéis elétricos, transformadores, cubículos, baterias, carregadores de baterias e toda a infraestrutura necessária, como por exemplo eletrocalhas, eletrodutos e condutores elétricos, os quais serão montados paralelamente à montagem das unidades geradoras e a partir da liberação das galerias da Casa de Força pela empreiteira civil (Figura 5-104).



Figura 5-103: Sistemas auxiliares elétricos instalados em uma galeria da Casa de Força

- **Transformadores elevadores**

Os transformadores serão responsáveis por elevar a tensão proveniente dos geradores ao nível exigido pela subestação, e serão instalados no deck de montante da Casa de Força. Os trilhos dos transformadores serão montados em conjunto com os serviços civis no deck de montante. Os transformadores serão instalados quando a região estiver liberada pela construtora civil. Abaixo de cada transformador serão instaladas bacias de contenção, as quais direcionarão a um tanque de separação eventuais vazamentos provenientes destes transformadores (Figura 5-105).



Figura 5-104: Transformador elevador de uma usina hidrelétrica

- **Subestações**

Na ampliação de capacidade da UHE GNB, será prevista a instalação de uma subestação compacta isolada a gás SF₆, instalada próxima aos transformadores elevados, assim como a ampliação da subestação já existente e que atende as unidades 01 a 04 da UHE GNB (Figura 5-106). As subestações possuem a função de realizar a conexão com as linhas de transmissão, realizar a proteção e o controle das cargas, isolamento e seccionamento, e a medição e o monitoramento da energia produzida. A montagem consistirá na instalação de pórticos metálicos e em concreto, chaves seccionadoras e disjuntores, isoladores, transformadores de potencial e de corrente, painéis e condutores elétricos. Estes serviços serão executados assim que as atividades civis na Casa de Força e na região de ampliação da subestação forem concluídas.

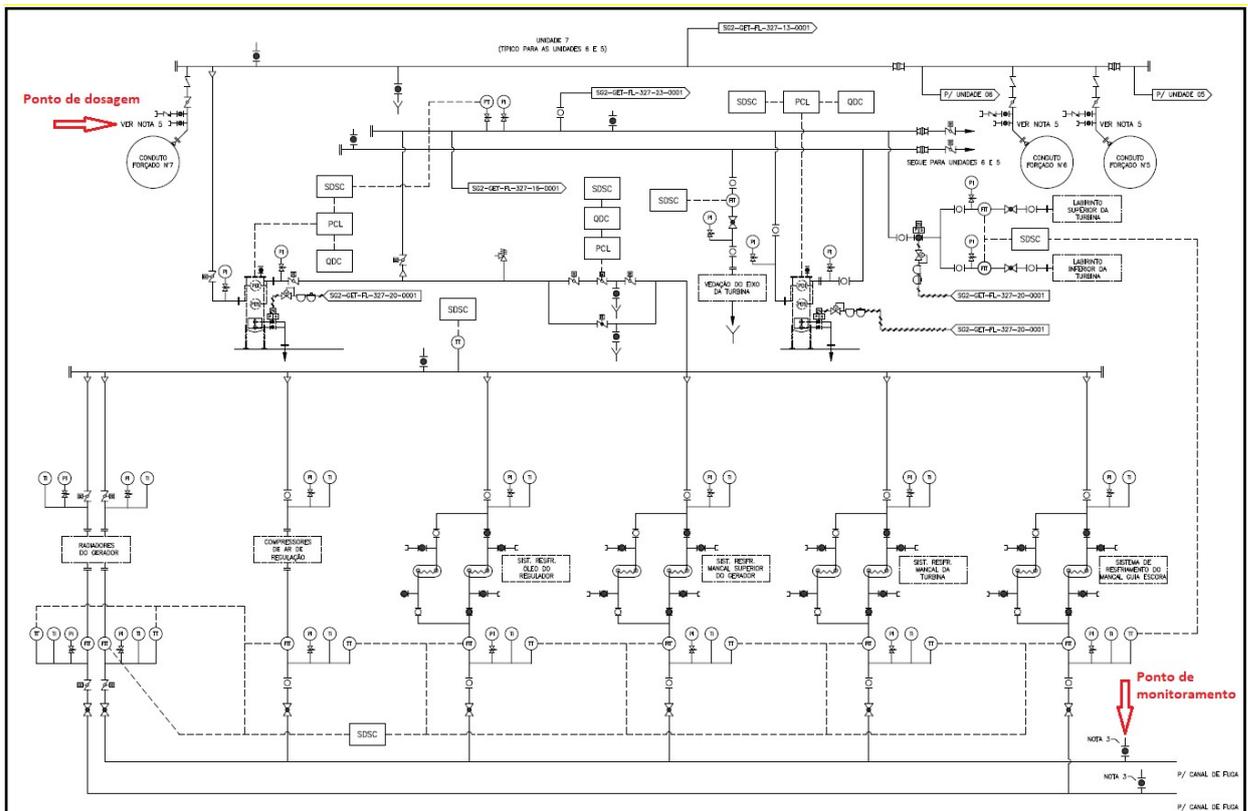


Figura 5-105: À esquerda da imagem, exemplo de subestação compacta instalada junto aos transformadores

- **Sistema de combate ao mexilhão dourado**

Na UHE GNB, já foram detectados alguns exemplares de mexilhão dourado nos filtros do sistema de resfriamento da usina. Para a nova Casa de Força a ser construída para ampliação de capacidade da UHE GNB, serão previstos pontos para injeção de produtos químicos em cada tomada de água bruta (apenas um engate rápido e uma válvula esfera normalmente fechada), assim como pontos de coleta de amostras nos ramais de saída de água de resfriamento (apenas uma válvula esfera normalmente fechada) para as unidades 5, 6 e 7. Estes pontos são indicados no fluxograma apresentado na Figura 5-107.

O produto a ser dosado será definido durante o desenvolvimento do projeto executivo, o qual deverá ser aprovado e autorizado pelos órgãos ambientais competentes.



Nota 3 – Ponto para monitoramento da qualidade da água;
 Nota 5 – Ponto para futura injeção de produtos químicos.

Figura 5-106: Recorte Fluxograma SG2-GET-FL-327-12-0001

Comissionamento

Após a montagem de todos os equipamento e execução de todos os serviços citados neste documento, será realizada a etapa de comissionamento a seco e com água para atestar a conformidade das instalações com os requisitos técnicos e de segurança exigidos (Figura 5-108 e Figura 5-109). O comissionamento com água seguirá as etapas descritas a seguir:

- **Enchimento do circuito hidráulico de geração**



- Abertura das válvulas by-pass da comporta ensecadeira de jusante e do distribuidor para enchimento do circuito hidráulico de geração até o equilíbrio de nível entre o circuito hidráulico e o canal de fuga;
- Remoção da comporta ensecadeira de jusante;
- Cracking (abertura pequena e controlada) da comporta de serviço da tomada d'água para conclusão do enchimento do circuito hidráulico de geração;
- Abertura total das comportas de serviço da tomada d'água.

O enchimento do circuito hidráulico ocorre de forma controlada, e tem-se expectativa de que o processo ocorra em algumas horas.

- **Início do comissionamento com água**

- Após o término do enchimento, procede-se com a inspeção do circuito hidráulico para identificação de vazamentos externos. Caso seja identificada a necessidade de reparo do circuito hidráulico para correções de vazamentos, as comportas da tomada d'água e de jusante deverão ser fechadas e o circuito hidráulico deverá ser esvaziado a partir da manobra do sistema de esgotamento da usina. Este procedimento consiste em fechar a comporta vagão da tomada d'água, abertura da válvula *by-pass* do distribuidor, aguardar o equilíbrio de nível entre o circuito hidráulico e o canal de fuga, fechamento da comporta ensecadeira de jusante, abertura da válvula de esgotamento total e término de esgotamento a partir do bombeamento para jusante;
- Caso não sejam identificados vazamentos, iniciam-se os ensaios dinâmicos da unidade geradora, os quais demandam fluxo de água pelo circuito hidráulico (entre montante e jusante). Há expectativa de que os ensaios dinâmicos sejam realizados em 30 dias. Neste período, a vazão turbinada poderá variar de zero a 485 m³/s em decorrência da programação de ensaios de comissionamento.



Ao término dos ensaios com água, as unidades geradoras poderão ser liberadas para a operação comercial.



Figura 5-107: Comissionamento dos painéis de proteção.



Figura 5-108: Comissionamento dos painéis da sala de controle.



Figura 5-109: Comissionamento do Cubículo de Excitação.

Serviços na Construção da Linha de Transmissão 525 kV

Após a emissão das licenças e autorizações, haverá a mobilização para a construção da linha de transmissão, contemplando a instalação do canteiro de obra e estocagem dos materiais eletromecânicos necessários para a implantação do ativo. Na sequência, será efetuada a abertura de acessos, com uma largura de aproximadamente 5 metros, para a movimentação de máquinas e equipamentos até o local de implantação das torres. Posteriormente, serão efetuados os serviços topográficos para a locação das estruturas. Paralelamente, serão executados os serviços de supressão vegetal para a limpeza da faixa de servidão, das áreas das torres e praças de montagem, caso necessário. Demarcados os locais das torres, serão iniciados os serviços de escavação e construção das fundações das torres. O tipo de fundação a ser utilizado para cada torre será definido em projeto específico, conforme as condições de cada local e da sondagem do solo.

Em seguida, será iniciada a montagem das estruturas metálicas (torres), incluindo a o sistema de aterramento (contrapeso). Posteriormente, será efetuado o lançamento dos cabos condutores e cabos para-raios e por fim, será realizado o ajuste e grampeamento dos cabos condutores nas cadeias de isoladores e dos



cabos para-raios nos conjuntos de fixação e implementação dos demais materiais eletromecânicos necessários, como amortecedores, elementos de sinalização etc. Finalizadas todas as etapas construtivas, será realizado o comissionamento (teste) da linha de transmissão, para posterior liberação para entrada em operação definitiva.

- **Etapas da Obra**

Após a concepção dos projetos técnicos, são realizados em campo os serviços prévios para definição do traçado, serviços de topografia para locação dos vértices da LT, e os levantamentos de obstáculos/travessias e divisas de propriedades interceptadas. Em seguida, deverão ser realizadas as sondagens SPT em todas as estruturas. Após a emissão das licenças e autorizações, haverá a contratação da mão de obra e fornecimento de materiais, mobilização para preparação da logística, instalação do canteiro de obra e estocagem de estruturas metálicas e demais providências necessárias. Na sequência, serão realizados os serviços de locação das estruturas, implantação de acessos e praças de montagem de torres, bem como os serviços de supressão vegetal, onde necessário. Demarcados os locais das torres, serão iniciados os serviços de escavação e construção das fundações das torres.

O tipo de fundação a ser utilizado para cada torre será definido em projeto específico, conforme as condições de cada local e da sondagem do solo. Nos pontos onde as torres serão instaladas deverá ser realizada uma inspeção visual com a finalidade de avaliar a superfície da linha, definindo as formações geológicas atravessadas e condições de fundação. Em seguida, será iniciada a montagem das estruturas metálicas (torres) (Figura 5-111). Paralelamente, será realizado o aterramento das estruturas e, posteriormente, o lançamento dos cabos condutores e cabos para-raios. Por fim, será realizado o ajuste e grampeamento dos condutores nas cadeias de isoladores ancoradas nas estruturas. Finalizadas todas as etapas construtivas, será realizado o comissionamento (teste) das linhas



de transmissão, para posterior entrada em operação comercial do empreendimento.

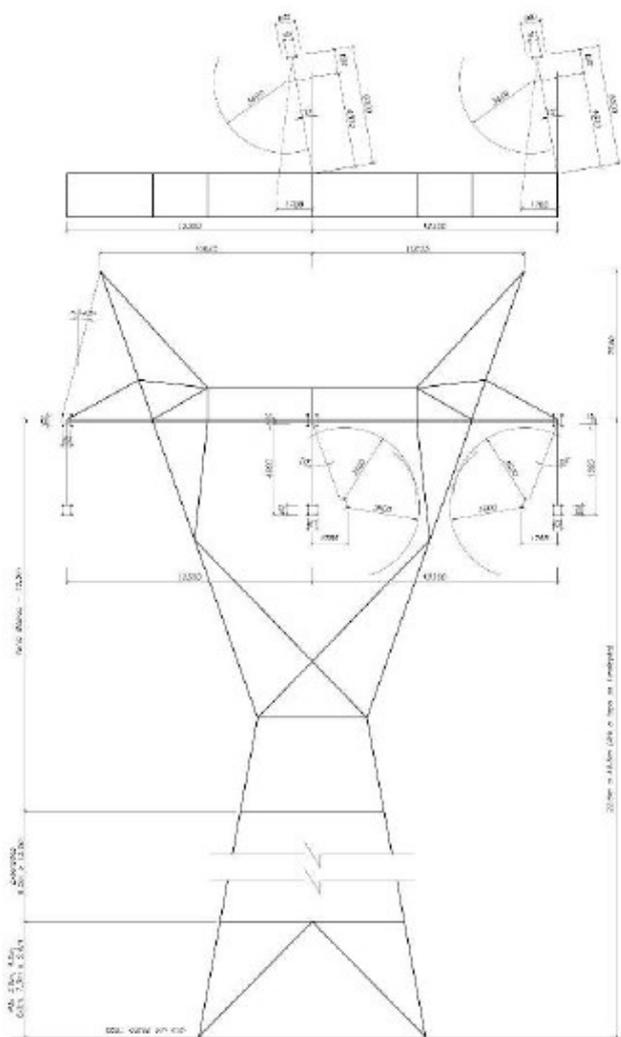


Figura 5-110: Modelo de torre a ser instalada

- **Canteiro de Obras**

A definição do local do canteiro de obras em empreendimentos lineares depende de uma série de fatores que diretamente envolvem a logística, ou seja, a procedência da mão de obra especializada, a forma de habitação a ser utilizada



(alojamentos e/ou hotéis/pensões/repúblicas existentes nas cidades vizinhas ao empreendimento) e a forma estratégica de execução da empreiteira a ser contratada. Para a implantação da Linha de Transmissão será utilizado o mesmo canteiro de obras da obra de ampliação da UHE GNB.

- **Estruturas Previstas**

A LT terá um total de 4 estruturas, todas metálicas e para circuito simples, sendo 3 estruturas de ancoragem e uma estrutura de suspensão, distribuídas da seguinte forma:

- 1 estrutura do tipo BCLA1/M – Ancoragem meio de linha até 20°;
- 2 estruturas do tipo BCLAT – Ancoragem meio e fim de linha até 65°;
- 1 estrutura do tipo BCLSP/M – Suspensão autoportante pesada.

Para a montagem destas estruturas são consideradas as seguintes condições:

- Acessos de serviço - Para acessar a faixa de servidão serão utilizadas preferencialmente rodovias existentes, que, em sua maioria, já se encontram em utilização e não demandam melhorias. Alguns acessos internos ou rodovias municipais que demandarem melhorias serão analisados pontualmente. Sempre que possível, o trânsito se dará pela faixa de servidão administrativa da LT, até os locais das estruturas e das praças de lançamento de cabos. Havendo necessidade de acessar alguma estrutura por fora da faixa de servidão administrativa, o deslocamento será realizado preferencialmente por áreas de lavoura e pasto existentes.
- Praças de lançamento de cabos - Devido à curta extensão da LT, está prevista uma praça de bobinas dentro dos limites da servidão administrativa, com área estimada de 800 m²(40 m x 20 m).



- Jazidas e/ou áreas de empréstimo - O material resultante das escavações para fundação das estruturas será utilizado para reaterro das mesmas. Eventualmente, nos casos em que for necessário material de empréstimo para reaterro das fundações e/ou consolidação de algum acesso de serviço, o material será obtido de jazidas licenciadas localizadas nas proximidades do empreendimento.
- Áreas de bota-fora - Não estão previstas áreas de bota-fora. O material escavado que não for utilizado será espalhado nas áreas das fundações de cada torre, dentro dos limites da faixa de servidão administrativa da LT.
- **Mão de obra**

Em relação ao quantitativo de trabalhadores, estima-se:

- Fundação das torres - equipe de 10 até 20 pessoas por dia, durante 4 a 5 dias (escavação, nivelamento, armadura, concreto etc.), por estrutura.
- Montagem das torres - equipe 12 a 20 pessoas por dia, durante 5 a 10 dias (pré-montagem, montagem, revisão).
- Praças de lançamento dos cabos e torres - equipe de 30 a 50 pessoas, durante 10 a 20 dias.

O número de trabalhadores durante toda a implantação do empreendimento será de aproximadamente 90 trabalhadores no pico das obras (média de 50), sendo a duração média das obras de 6 meses. Destes postos de trabalho, havendo disponibilidade, 20% da mão de obra a ser contratada será de origem local. Os encarregados e os montadores serão de origem de outras regiões do país. Durante toda a implantação do empreendimento está previsto o uso de 15 (média 5/mês) veículos, equipamentos e maquinários.

- **Abertura de Acesso**



A construção de acessos provisórios e a melhoria e manutenção de estradas existentes deverão possibilitar acesso fácil e contínuo a todas as torres. Sempre que possível, o trânsito dos veículos da obra até os locais das estruturas e das praças de lançamento de cabos se dará pela faixa de servidão administrativa da LT. Não sendo possível, deverão ser utilizados os acessos já existentes na região. Quando for necessária a abertura de novos caminhos, os traçados devem atender, na medida do possível, as indicações dos proprietários ou ocupantes dos terrenos atravessados e ter largura máxima de 5 metros. A circulação de máquinas, veículos e equipamentos ao longo da faixa de servidão deverá ser realizada unicamente pelos caminhos de serviços pré-determinados. As estradas de acesso deverão ser escolhidas de modo a limitar ao mínimo possível o impacto sobre o meio ambiente, sendo evitados desmatamentos e cortes no terreno capazes de desencadear ou acelerar processos de erosão. Além disso, as estradas de acesso devem ser drenadas, não devendo as águas pluviais serem canalizadas em direção às torres. Após o término dos trabalhos de construção, as cercas, porteiras, colchetes, mata-burros, estradas e pontes utilizadas durante estes serviços devem ser inspecionadas e reparadas, de modo a deixá-los, em todos os casos, em seu estado original e em condições satisfatórias de uso pelos proprietários ou usuários.

- **Limpeza da Faixa de Servidão, Áreas das Torres e Praças de Montagem**

A supressão não se limitará apenas à faixa de lançamento e construção das torres, e será definida após a elaboração do projeto, com base no perfilamento a laser.

Cabe destacar que o desmatamento será realizado de forma seletiva, de acordo com a Norma ABNT NBR 5.422, de modo a cumprir com o limite licenciado pelo órgão ambiental, constante na Autorização Florestal. Outros aspectos importantes que deverão ser considerados para esta atividade são:

- Sempre que possível a vegetação rasteira deverá ser preservada, com o objetivo de evitar erosão;



- Deverão ser cortadas as árvores situadas fora da faixa que, ao caírem, possam situar-se a menos de 7,0 m dos condutores ou 4,0 m que, em qualquer situação, colocarem em risco a segurança do empreendimento;
- É proibido o processo de queimada para fazer a limpeza da faixa, bem como o uso de desfolhantes e produto químicos;
- As áreas das torres deverão ser preparadas para sua instalação, preservando as condições naturais do terreno, especialmente no que diz respeito a sua drenagem, evitando o acúmulo de água nas proximidades das torres. O local deverá ser recomposto com vegetação rasteira; e
- A limpeza da praça de montagem das torres deverá ser restrita ao mínimo possível, compatível com os métodos de construção e equipamentos a serem utilizados
- **Sinalização de Placas de Sinalização e Advertência**

Esta atividade compreende a instalação de placas de sinalização e advertência, tendo em vista a identificação do empreendimento, a segurança e orientação dos executores dos serviços de inspeção e manutenção, bem como para segurança de terceiros. Esta sinalização compreende:

- Sinalização com vistas à segurança e orientação para inspeção aérea;
- Sinalização diurna (esferas e pinturas);
- Sinalização para identificação das LTs e numeração sequencial de torres;
- Sinalização de advertência.



As torres situadas próximas a áreas povoadas ou onde circule grande quantidade de pessoas serão sinalizadas de acordo com a Norma ABNT NBR 7276.

- **Lançamento de Cabos**

Após o término da montagem das estruturas é dado o início às atividades de lançamento de cabos. Esta atividade inclui a instalação das cadeias de isoladores, instalação dos cabos condutores e para-raios, ancoragens, montagem de estruturas provisórias de proteção sobre travessias, amarrações provisórias no solo, aterramentos e demais serviços pertinentes. As praças de lançamento ficam localizadas próximas do vão entre os suportes escolhidos. Quando necessário são instalados cavaletes, estruturas ou apoios provisórios para o lançamento dos cabos nos vãos de travessia sobre: rodovias, cursos d'água, linhas elétricas e de telecomunicação e cercas de arame, a fim de serem mantidas as distâncias adequadas sobre o obstáculo a ser atravessado. O lançamento dos cabos é feito de forma cuidadosa, em regime lento e regular, de modo a evitar solicitações anormais que possam danificar o cabo e gerar esforços que sobrecarreguem as estruturas.

- **Recuperação de Áreas Degradadas**

Finalizados os serviços, as áreas no entorno das estruturas e praças de lançamento de cabos deverão receber elementos para drenagem superficial e ter a conformação da superfície do terreno o mais próximo possível da situação anterior à implantação da LT, com aplicação do “top soil” para promover a revegetação rasteira com espécies nativas da área de modo a evitar processos erosivos.

- **Comissionamento**

A etapa de comissionamento é a atividade técnica que consiste em conferir, testar e avaliar o funcionamento de equipamentos ou instalações, nos seus



componentes ou no conjunto, de forma a permitir ou autorizar o seu uso em condições normais de operação.

Serviços na Ampliação da Subestação Segredo 525 kV

A obra prevê a ampliação da SE Segredo 500 kV com a implantação de uma entrada de linha.

Para atender a esta ampliação faz-se necessário o prolongamento dos barramentos da subestação bem como de toda a infraestrutura (canaletas, malha de aterramento, vias de acesso, cercas, iluminação de pátio e demais).

A Ampliação na subestação Segredo 500 kV, será constituída de:

- Implantação de um módulo de manobra de entrada de linha 500 kV;
- Implantação de um módulo de interligação de barras 500 kV arranjo DJM;
- Implantação de um módulo de infraestrutura geral.
 - **Etapas da obra**
 - Elaboração do projeto executivo;
 - Mobilização e instalação do canteiro de serviços;
 - Demolições e remoções das partes interferentes necessárias à ampliação, como cercas, meio-fio de transição, camada superficial de solo, etc., conforme projeto executivo elaborado e aprovado;
 - Execução de terraplenagem;
 - Execução de fundações e obras complementares na área ampliada, malha de terra, canaletas, drenagem, via de acesso, etc.;
 - Instalação de suportes para equipamentos de pátio;



- Instalação de equipamentos de pátio, bem como dos cabos necessários ao funcionamento dos mesmos;
- Instalação de novos painéis e demais componentes necessários nos painéis existentes na casa de comando;
- Comissionamento e energização dos equipamentos instalados;
- Desmobilização do canteiro de serviço.
- **Movimentação de terra**

Na ampliação da Subestação Segredo haverá movimentação de terra para ampliação de platô de 500 kV, incluindo prolongamento da via de acesso para que a mesma permita acesso à região da ampliação.

Para esta ampliação (incluindo via de acesso) a previsão inicial é de 17.500 m² de área de raspagem (30 cm), 20.000 m³ de aterro com material de empréstimo e 5.000 m³ de bota-fora.

Na região de aterro deverá ser realizado o controle de compactação, conforme especificação técnica.

Para a execução de aterro com material de empréstimo deverá ser realizada a qualificação da jazida a ser utilizada, com a realização de ensaios de laboratório para classificação e aceite do material.

Durante a etapa de terraplenagem deverão ser tomadas providências com previsão de contenções para evitar que o solo ainda sem cobertura seja carreado por eventuais chuvas.

- **Sistema de Drenagem**

Para a ampliação em questão deverá ser ampliado o platô de 525 kV, implicando em ampliação do sistema de drenagem, abrangendo novas caixas de drenagem e drenos com tubos perfurados que direcionarão a água pluvial para dissipadores a serem construídos.



Com o prolongamento da via de acesso deverão ser implantadas novas bocas de lobo, intercomunicadas por tubos de concreto, interligadas ao sistema de drenagem a ser ampliado.

- **Dispositivos de Segurança Contra Incêndios e Vazamento de Óleo dos Transformadores**

No pátio da subestação e nas edificações encontram-se instalados extintores de incêndio adequados à classe de fogo conforme legislação do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná.

A subestação Segredo 500 kV não possui equipamentos com grande volume óleo, portanto, não possui sistema de coleta e separação do mesmo. Esta situação não será alterada com a ampliação.

- **Sistemas de Coleta e Tratamento de Efluentes**

Os efluentes da casa de comando e da guarita são encaminhados ao sistema composto de fossa séptica e filtro anaeróbio, com posterior direcionamento à rede de drenagem local.

Ressalta-se que os efluentes são mínimos, oriundos do uso de uma ou no máximo duas pessoas que trabalham na subestação em horário comercial (após o período de obras de implantação). O sistema existente, que se encontra em operação normal, não será alterado em função da ampliação.

- **Informações Socioambientais**

Durante o período de obras cerca de 50 pessoas serão empregadas, normalmente contratando-se mão de obra não especializada na própria região.

Havendo disponibilidade local e sendo economicamente viável, os materiais de construção, serviços e equipamentos poderão ser adquiridos na região.

- **Canteiro de Serviços**



O canteiro de serviços para a obra de ampliação na subestação será definido no momento do início da mobilização para realização da obra. O mesmo será instalado na própria subestação, em local adjacente ao platô existente e próximo ao local da terraplenagem.

- **Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**

Todos os materiais provenientes de demolições ou sobra serão armazenados e destinados seguindo o plano de gerenciamento de resíduos da construção civil a ser elaborado pela contratada, conforme exigências da Copel.

- **Desmobilização e Limpeza Final**

Após a conclusão das obras será realizada a desmobilização da empreiteira com a limpeza e desmontagem das edificações nas áreas de canteiro de obras, incluindo remoção dos equipamentos e instalações, execução de reparos em instalações e equipamentos utilizados pela empreiteira que tenham sido danificados durante a execução de seus serviços, limpeza final e recomposição ambiental das áreas do canteiro, incluindo remoção de todas as instalações de infraestrutura que não serão necessárias para a operação e manutenção do empreendimento.

Etapas de Construção da Estação Experimental de Estudo Ictiológicos - EEEI

- **Elaboração do projeto executivo**

A primeira etapa da construção envolve a elaboração do projeto executivo, que inclui os detalhes técnicos e arquitetônicos das novas estruturas. Este projeto serve como guia para todas as fases subsequentes, garantindo que todos os requisitos sejam atendidos de forma precisa.

- **Mobilização e instalação do canteiro de serviços**

Antes do início das obras, é necessário mobilizar e instalar o canteiro de serviços. Esta etapa inclui a preparação do terreno, a instalação de instalações



provisórias (energia, água, comunicação, etc.) e a organização do local para suportar as atividades de construção.

- **Instalações provisórias (energia, água, comunicação etc.)**

Durante a construção, várias instalações provisórias serão montadas para garantir o andamento das obras. Isso inclui a instalação de rede de energia, sistemas de comunicação e fornecimento de água.

- **Execução de topografia e terraplenagem – 1ª fase**

A primeira fase da terraplenagem envolve a preparação do terreno, que inclui a remoção de vegetação, nivelamento do solo e outras atividades para preparar e delimitar a área para a construção das estruturas principais.

- **Construção dos Tanques e Reservatório de concreto;**

Uma das principais estruturas da nova EEEI é o reservatório elevado de concreto. Este reservatório é essencial para o armazenamento e gestão da água necessária para os tanques e outras operações.

- **Instalações hidráulicas e elétricas e mecânicas**

Serão instalados os sistemas hidráulicos, elétricos e mecânicos. Isso inclui a instalação de tubulações, sistemas de bombeamento, circuitos elétricos e outros componentes necessários para o funcionamento da EEEI.

- **Execução do platô (terraplenagem – 2ª fase)**

A segunda fase da terraplenagem envolve a criação de um platô principal, que nivelará o terreno para as construções. Esta etapa é especialmente crítica em áreas sem muito espaço de trabalho, pois o tipo do aterro influenciará no comprimento das “saídas” dos aterros ou na necessidade de se criar estruturas de contenção de aterros.

- **Construção das edificações necessárias**

As edificações necessárias incluem escritórios, laboratórios, dormitórios, casas de bombas, entre outras. Cada edificação será construída de acordo com as



especificações do projeto executivo, garantindo que atendam às necessidades operacionais e de segurança.

- **Construção dos acessos internos;**

A construção dos acessos internos é essencial para facilitar a movimentação dentro da EEEI. Isso inclui a pavimentação de vias, construção de calçadas e outras infraestruturas de acesso.

- **Comissionamento das instalações**

Antes da inauguração, todas as instalações serão comissionadas para garantir que estão funcionando corretamente. Esta etapa inclui testes de desempenho, ajustes finais e treinamento de pessoal para operação e manutenção das novas estruturas.

- **Relocação dos Espécimes para Nova EEEI**

A estrutura original da EEEI será mantida ativa até que a nova estrutura esteja apta à manutenção das matrizes e das atividades da EEEI. A relocação compreenderá as matrizes, eventuais alevinos presentes na EEEI, como parte do repovoamento já praticado, serão liberados conforme previsto no repovoamento. Para transferência das matrizes serão executados os seguintes procedimentos:

- Obtenção de autorização junto ao órgão ambiental para transporte das matrizes, caso o órgão ambiental entenda pela necessidade da mesma;
- Despesca dos tanques contendo as matrizes;
- Condicionamento das matrizes em caixas “transfish”, que apresentam controle e manutenção de oxigênio dissolvido; e
- Liberação dos animais nos tanques da nova EEEI, já preparados para recepção e manutenção desses peixes.

A despesca e transporte ocorrerá conforme a capacidade de transporte seguro dos espécimes pelas caixas “transfish” e será executado com especializada. A nova EEEI está consideravelmente próxima à estrutura atual, a



12 km de distância pelo trajeto em estrada. Logo, cada transporte das matrizes será rápido, podendo se dar em menos meia hora de duração, o que é condição segura para os indivíduos.

As matrizes da EEEI já estão cada uma identificada com microchip. Isso facilitará a distribuição das matrizes nos tanques conforme as melhores práticas.

- **Desmobilização do canteiro de serviço**

A última etapa da construção envolve a desmobilização do canteiro de serviço. Todos os equipamentos temporários serão removidos, e o local será preparado para o início das operações regulares da nova EEEI.

5.2.11 Mobilização

A CONTRATADA deverá tomar todas as providências necessárias à mobilização, imediatamente após a aprovação do projeto executivo de instalação do canteiro, de modo que fique claramente demonstrado o cumprimento de início efetivo dos serviços, em conformidade com o Cronograma de implantação do empreendimento. O projeto executivo deverá apresentar as características das instalações, bem como o detalhamento da ligação de água, energia elétrica, rede de esgoto e estruturas de contenção necessárias. A mobilização consiste na realização das seguintes atividades:

- Ligação de energia e água;
- SPDA (Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas);
- Instalação das Placas da obra;
- Contrato registrado no CREA;
- Apresentação do Quadro técnico definido e presente na obra;
- Disponibilização de equipamentos na obra.



O consumo de água bruta para a produção de concreto, estimando uma concretagem média de 350 m³/dia, implica na necessidade de captação de aproximadamente 3 m³/h do rio. O processo de outorga de captação deverá ser tramitado de forma simplificada ou completa, considerando as vazões de captação, seguindo normativas e termos de referência da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), vigentes para cada caso.

5.2.12 Manutenção do Canteiro

A empreiteira contratada será responsável por manter as instalações do canteiro de obras de modo a propiciar condições sanitárias, de segurança e de conforto adequadas aos trabalhadores, minimizar os impactos ambientais da obra em relação aos resíduos e efluentes gerados e executar os serviços da obra dentro dos prazos estabelecidos em contrato e previstos no cronograma de acordo com o projeto executivo. Para isto, deverá:

- Implantar e manter no Canteiro de Obras todas as instalações que se tornarem necessárias para a completa execução dos serviços;
- Dotar o canteiro de vigilância e segurança necessárias à manutenção da integridade física de seus bens e os da CONTRATANTE;
- Fornecer todos os equipamentos e sistemas de proteção individual e coletiva em seu canteiro de obras e em todas as frentes de trabalho;
- Disponibilizar e manter veículos adequados para permitir a locomoção de seu pessoal, e transporte de materiais e equipamentos;
- Disponibilizar e manter as condições de uso dos equipamentos de apoio de sua propriedade;
- Implementar e manter procedimentos e métodos de trabalho em conformidade com as normas de segurança e da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes).



Deverão ser realizadas manutenções nas vias de acesso, vias de circulação, áreas de circulação em pátios de armazenamento descobertos para manter as condições de trafegabilidade e de segurança. Para minimizar a suspensão de partículas de poeira, será realizada a umectação dos acessos não pavimentados.

Espera-se que sejam gerados resíduos sólidos nas frentes de serviço e nas áreas dos canteiros industriais e administrativo, bem como nas áreas de vivência.

Nas frentes de serviço deverão ser previstos banheiros químicos, equipados com vaso sanitário, mictório, pia, saboneteira e papeleira, em conformidade com as exigências da NR 24, e bebedouros industriais com reservatório de capacidade de pelo menos 200 L, podendo ser abastecidos por água potável por meio de veículos leves equipados com reservatório tipo IBC (*Intermediate Bulk Container*). O descarte dos efluentes dos banheiros químicos deverá ser feito em estações de tratamento de esgoto devidamente licenciadas. A Figura 5-112 apresenta exemplos de banheiros químicos.





Figura 5-111 – Exemplos de banheiro químico (Fonte: <https://dedambiental.com.br/>), bebedouro industrial (Fonte: <https://casadosbebedouros.com.br/>) e reservatório IBC (Fonte: <https://www.iglesembalagens.com.br/>)

Efluentes da Central de Concreto

A central de concreto deverá dispor de área para lavagem dos balões de mistura dos caminhões betoneira. Esta área apresentará um sistema para coleta e tratamento dos efluentes desta lavagem, composto de canaletas de captação da água, decantadores, sistema separador de água e óleo (SAO), unidade de controle e tratamento de pH e tanques de armazenamento.

Este sistema e seu dimensionamento preliminar está detalhado nos itens seguintes.

- **Sistema de Retenção de Sólidos da Central Dosadora**

Próximo ao local de parada do caminhão betoneira, será instalada caixa de retenção de sólidos provenientes tanto do processo de dosagem do concreto como da limpeza dos caminhões betoneira. Os sólidos serão acomodados em caçambas, e coletados por empresas licenciadas.



- **Lavagem de caminhões betoneiras**

São previstos dois dispositivos (acessos em rampa dotados de canaletas) para lavagem do balão do caminhão betoneira. A lavagem é realizada por meio de mangueiras, para evitar que o concreto se acumule, fique sedimentado e se concentre em um único ponto do tambor.

Estima-se que seja necessário um volume médio de 1 m³/balão para a lavagem. Deste modo, estimando-se que o consumo médio de concreto pela obra seja de 350 m³/dia e que a capacidade de transporte de concreto do balão de um caminhão betoneira seja de 8 m³/balão, seria necessário lavar 44 balões/dia com respectivo consumo de 44 m³/dia ou 5,093e-4 m³/s. Esse consumo deverá ser menor, pois a lavagem do caminhão betoneira deverá ocorrer somente após o uso do veículo, ao final da concretagem prevista, porém, como são consumos médios de concreto, manteve-se esta estimativa.

- **Decantadores**

Este sistema de tratamento tem a função principal de decantar os sólidos em suspensão e sedimentáveis presentes nas águas residuais, geradas pela limpeza dos balões de mistura dos caminhões betoneira.

As partículas granulares suspensas no meio líquido obedecem às Leis de Stokes, de Hazen e de Schulz: a profundidade do tanque não tem influência na sedimentação, mas sim a relação entre a superfície livre e a vazão. Logo, a superfície livre, calculada pela razão entre a vazão de 5,093e-4 m³/s e a velocidade de sedimentação 2,00e-3 m/s (valor máximo para decantação de lodo fino), resulta em 0,26 m².

Considerando a pequena área requerida, serão adotados os seguintes parâmetros para o decantador: volume total de 160 m³, tendo 20 m de comprimento, largura de 3,2 m e 2,5 m de profundidade, instalados na configuração de chicanas, aumentando assim o comprimento do decantador; a distância do percurso é um fator importante para aumentar a eficiência na



decantação. Considerando o exposto o tempo de decantação (TDH) será dado pela razão entre o volume de 160 m^3 pela vazão de $5,093\text{e-}4 \text{ m}^3/\text{s}$, que resulta em 3,6 dias. Cada decantador poderá ter um arranjo semelhante ao ilustrado na Figura 5-113.

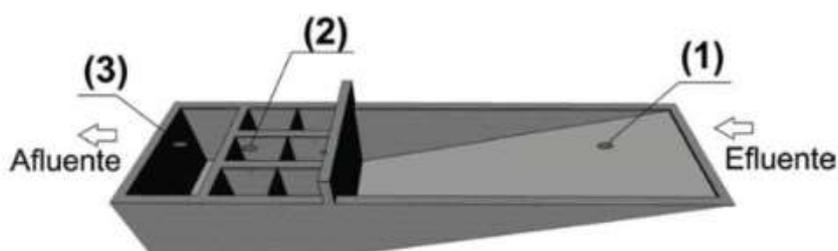


Figura 5-112 - Sistema de tratamento de água residuária. (1) Câmara de entrada do efluente da lavagem dos caminhões e do pátio, (2) câmara de decantação intermediária e (3) câmara de saída. Fonte: <https://revistas.ufg.br/reec/article/download/32759/18767/>.

Os resíduos provenientes do processo de decantação deverão ser acomodados em leitos de secagem para posterior destinação final em aterro industrial, via empresas especializadas.

- **Sistema de Separação de Água e Óleo**

Após a etapa de decantação, a água do processo de limpeza passará para a etapa de separação de água e óleo. O sistema separador de água e óleo (SAO) a ser utilizado deverá ser do tipo industrial, composto por placas coalescentes para aumentar a eficiência na remoção do óleo emulsionado. Como o volume médio diário de água de lavagem estimado é de $44 \text{ m}^3/\text{dia}$, ou 1.833 L/hora , a vazão de operação do SAO sugerida é de 8.000 L/hora . Entende-se que esta folga de capacidade de vazão de operação seja necessária para atender demandas de pico, em dias em que a concretagem diária possa atingir volumes de até 1.500 m^3 .

- **Estação de tratamento de pH**

Após a caixa de separação água / óleo, será prevista uma estação de tratamento de correção do pH, dimensionada mediante análise preliminar do efluente gerado. Neste momento, será determinado o tipo e quantidade do



produto que será utilizado para seu tratamento. A verificação deverá ser periódica, conforme determinado na fase executiva.

O pH de um efluente gerado por uma unidade produção de concreto é básico ou alcalino, com valores aproximados entre 10 a 12, o qual precisará ser aferido de forma sistemática depois da instalação e operação da unidade de tratamento. A bomba dosadora deve ser calibrada para aplicar a quantidade correta de produto para a estabilização do pH do efluente, antes de que este seja encaminhado à cisterna ou reservatório de água para reuso.

Os ácidos mais comuns para a regulação do pH são o ácido sulfúrico e o ácido clorídrico cujas dosagens deverão ser aferida em bancada.

Já o parâmetro “turbidez” tem importante decaimento no decorrer do processo de tratamento, chegando ao final do circuito com parâmetros relativamente baixos em função dos dispositivos de decantação e separação física, não sendo esperado que seja necessário adotar outro tipo de tratamento ao processo.

- **Reservatórios de Armazenamento**

O efluente tratado deverá ser armazenado em reservatório, podendo este ser um tanque de alvenaria impermeabilizado, com capacidade de 170 m³. Esta água possui alto teor de materiais sólidos solúveis, sedimentáveis e turbidez. Não se espera este efluente apresente carga orgânica.

Prevê-se, também, um reservatório em fibra para reserva adicional de água.

A água do tratamento poderá ser reutilizada para fins terciários no canteiro de obras, por exemplo: limpeza do piso, equipamentos e máquinas e umectação de acessos. O reservatório em fibra adicional deverá ser dimensionado para armazenar volume excedente proveniente de chuvas.



Efluentes Sanitários

Os efluentes sanitários das instalações do canteiro administrativo e da área de vivência deverão ser coletados e tratados por meio de tanque séptico e disposição final.

- **Tanque Séptico**

Previu-se a construção de dois tanques sépticos. O tanque séptico 1, para atender as contribuições do refeitório, cozinha e vestiário e o tanque séptico 2 para atender as contribuições dos escritórios e do almoxarifado.

O dimensionamento foi realizado em conformidade com a ABNT NBR 7229:1993 que indica contribuições de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) diárias em litros conforme indicado no quadro da Figura 5-114.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
		Unid.: L	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Figura 5-113 – Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.

Fonte: Tabela 1 da ABNT NBR 7229:1993

No caso do tanque séptico 1, o refeitório/cozinha apresenta característica de ambiente de *restaurantes e similares* e o vestiário foi considerado similar a um ambiente de *fábrica em geral*.



No caso do tanque séptico 2, as contribuições dos escritórios estão claramente indicadas e o almoxarifado foi considerado similar a um ambiente de *fábrica em geral*.

Considerando uma limpeza anual e que a temperatura do mês mais frio seja inferior a 10°C, a taxa de acumulação total de lodo (K) e o tempo de detenção (T) podem ser obtidos pelas tabelas 3 e 2 da ABNT NBR 7229:1993, respectivamente, vide Figura 5-115.

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Figura 5-114 - Taxa de acumulação total de lodo por faixa de temperatura ambiente (K), em dias, e período de detenção dos despejos por faixa de contribuição diária (T).
 Fonte: Tabelas 3 e 2 da ABNT NBR 7229:1993

A partir destas informações, procedeu-se o dimensionamento do volume útil dos tanques sépticos, apresentado na Tabela 5-5, conforme item 5.7 da ABNT NBR 7229:1993.



Tabela 5-5 - Dimensionamento do volume útil dos tanques sépticos

Tanque Séptico	Áreas Atendidas	Unidade	Qtde.	C (L/dia)	Lf (L/dia)	K (dias)	T (dias)	Volume útil (L)
1	Refeitório/cozinha	Refeição	1500	25	0,10	-	-	-
	Vestiário	Pessoa	500	70	0,30	-	-	-
	TOTAL:			72500	300	94	0,50	65450
2	Escritório da Construtora	Pessoa	15	50	0,20	-	-	-
	Escritório da Montadora	Pessoa	15	50	0,20	-	-	-
	Escritório da EP	Pessoa	12	50	0,20	-	-	-
	Ambulatório	Pessoa	2	50	0,20	-	-	-
	Almoxarifado Civil	Pessoa	2	70	0,30	-	-	-
	Almoxarifado Eletromecânica	Pessoa	2	70	0,30	-	-	-
	TOTAL:			2980	11,8	94	0,92	4851

Adotando-se para o tanque séptico 1 e para o tanque séptico 2 profundidades úteis de 180 cm e 120 cm respectivamente, as dimensões internas necessárias para estes tanques resultaram nas indicadas na Tabela 5-6.

Tabela 5-6 - Dimensões internas dos tanques sépticos do canteiro de obras

	Tanque Séptico 1	Tanque Séptico 2
V (m³)	65,45	4,85
A (cm)	5	5
B (cm)	5	5
H (cm)	180	180
C (cm)	60	60
H (cm)	210	210
Relação L/W	4	4
L (cm)	1210	330
W (cm)	310	90

• **Disposição Final**

Os efluentes oriundos dos tanques sépticos poderão ter sua disposição final em sumidouros ou valas de infiltração. Considerando a adoção de sumidouros e



um coeficiente de infiltração de 40 L/m²/dia, para a contribuição diária do tanque séptico 2 ter-se-iam dois sumidouros de Ø2,00 m por 5,50 m de profundidade útil.

Para a contribuição diária do tanque 1, que é muito maior, se optado por um sistema de valas de infiltração o comprimento total das valas resultaria em aproximadamente 380 m, admitindo uma largura do fundo da vala de 2,00 m, altura útil de 1,00 m e taludes da vala inclinados em 1V:1H. Neste caso, acredita-se ser mais adequado estudar a possibilidade de destiná-la a ETE Monjolo, localizada a aproximadamente 180 m das áreas das instalações do canteiro administrativo e das áreas de vivência, vide Figura 5-116, ou adotar uma ou mais ETE(s) compacta(s) comercial(is).



Figura 5-115 - Localização da ETE Monjolo em relação a área disponibilizada para o canteiro administrativo e áreas de vivência

Efluentes do Posto de Combustíveis e Oficina Mecânica

As áreas do posto de combustíveis e da oficina mecânica deverão apresentar piso de concreto impermeabilizado e revestido por pintura epóxi e



canaletas perimetrais de coleta das águas com potencial contaminação de resíduos de combustíveis e/ou lubrificantes.

Estas águas coletadas deverão ser destinadas a um sistema de separação de água e óleo (SAO) dotado de dispositivo de pré-filtro com caixa de areia, caixa de separação com placa coalescente, e dispositivo para coleta do óleo com capacidade de ao menos 2.000 L/hora, em conformidade com a resolução CONAMA 430/2011. Regiões específicas da central de jato e pintura e da área de oficina e solda também poderão contar com estrutura de contenção e destinação de resíduos.

Gestão dos Resíduos Sólidos

A empresa construtora, em conjunto com a montadora, elaborará o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para esta implantação, contemplando os resíduos da construção civil, os urbanos, os hospitalares/ambulatório e os demais de classe I (resíduos perigosos conforme classificação da ABNT NBR 10004:2004) e de classe II, e seguirá os procedimentos neles estabelecidos para a adequada gestão dos resíduos sólidos da obra, em conformidade com as resoluções CONAMA 005/1993 e 307/2002.

É prevista a geração dos seguintes tipos de resíduos sólidos nesta obra:

- **Resíduos Classe I:** resíduos contaminados por tintas, solventes, lubrificantes e combustíveis, latas, resíduos abrasivos (discos, lixas), arames e eletrodos para solda, resíduos de limpeza geral (toalhas e estopas de limpeza), resíduo hospitalar/ambulatório;
- **Resíduos Classe II-A:** papéis de escritório, papelão de embalagens, plásticos em geral, sobras de corte de armadura e tubos, rejeitos orgânicos provenientes do refeitório (folhagens, vegetais, restos de comida, legumes, guardanapos sujos, palitos de madeira), resíduos dos banheiros (papéis higiênicos, papéis toalha utilizados e absorventes);
- **Resíduos Classe II-B (inertes):** *pallets* e caixas de madeira, sobras de recorte de madeira, escombros provenientes de demolição (vidros, concretos, cerâmicas, madeira, exceto metais e telhas de fibrocimento com amianto).

As áreas do canteiro administrativo, de vivência, do canteiro industrial deverão possuir baias devidamente identificadas para o descarte adequado de resíduos sólidos, organizados de acordo com suas categorias específicas,



quantidades de geração e frequência de remoção. Toda esta caracterização será detalhada no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e no Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que serão elaborados.

As frentes de serviço deverão possuir áreas para descarte igualmente identificadas.

No que se refere à destinação final, todos os resíduos sólidos gerados na obra, e que necessitem de destinação, serão encaminhados às empresas especializadas mediante análise documental e de licenças ambientais, considerando as suas respectivas classes.

5.2.13 Logística de Abastecimento à Obra

Mobilização de Pessoal e Equipamentos

A mobilização de pessoal e equipamentos para a implantação do empreendimento ocorrerá por vias terrestres existentes na região.

O sistema viário é bastante favorável com estradas asfaltadas e em boas condições de tráfego. A seguir são apresentadas as distâncias entre a obra e algumas cidades da região.

- Reserva do Iguaçu: 16,0 km;
- Foz do Jordão: 8,0 km;
- Mangueirinha: 32,0 km;
- Guarapuava: 107,00 km;
- Curitiba: 358,00 km.

Para o transporte de insumos e equipamentos eletromecânicos não deverá haver dificuldades até a obra. Os acessos internos possuem revestimento asfáltico e executados com largura, curvas e inclinações adequadas para essa finalidade.



Mão de Obra

A estimativa de quantidade de mão de obra no pico das obras do empreendimento deverá mobilizar algo no entorno de 1.000 funcionários (empregos diretos e indiretos) durante o período de pico.

Desse montante, pretende-se que cerca de 50% sejam oriundas da região do entorno do empreendimento (mão de obra local) e as 50% restantes sejam mobilizadas de outras regiões do estado ou do país (mão de obra especializada).

A figura a seguir apresenta o histograma preliminar da alocação de mão de obra.

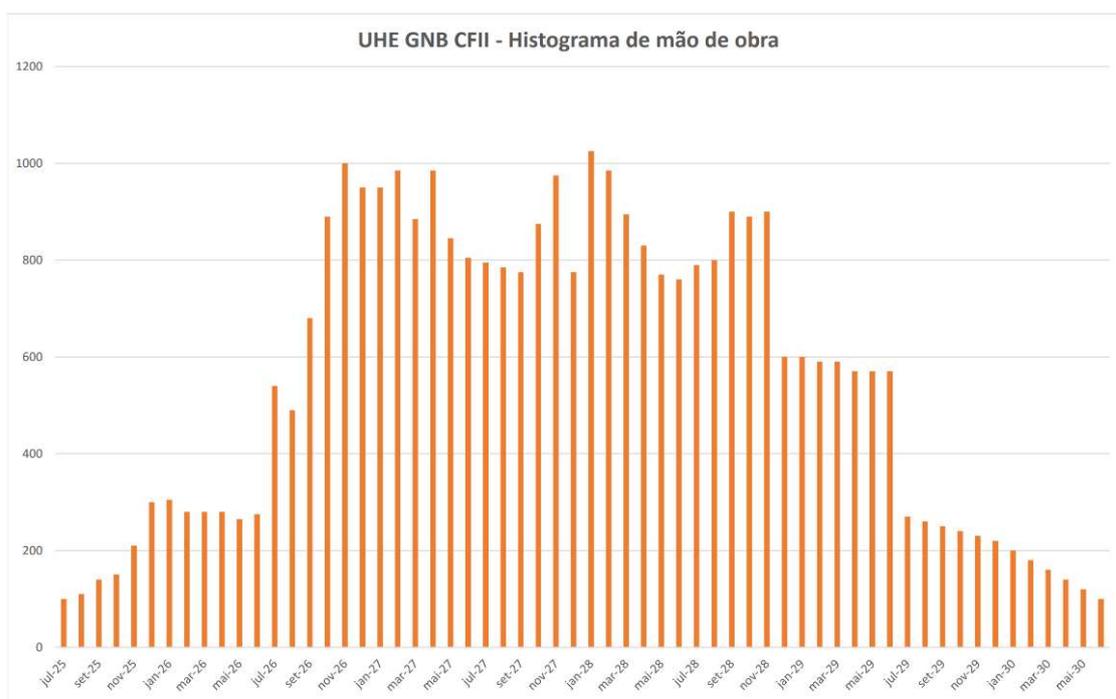


Figura 5-116: Histograma preliminar de mão-de-obra

Áreas de vivência

Nas áreas de vivência está prevista a construção de alojamentos. Caso a capacidade dos alojamentos, a depender do arranjo do canteiro de obras, seja insuficiente, deverão ser providenciadas acomodações fora da área do empreendimento, podendo ser na área urbana do município de Foz do Jordão-PR,



propiciadas por meio de alojamentos, repúblicas, pousadas e/ou hotéis, com transporte diário dos trabalhadores para o canteiro de obras.

O refeitório e a cozinha estão previstos para atender até 250 pessoas por escala com refeições de café-da-manhã, almoço e janta (turnos matutino, vespertino e noturno). Sendo assim, ele atenderá até 3000 refeições/dia e estima-se uma área necessária de aproximadamente 1000 m².

Está sendo previsto um vestiário para atender a mão-de-obra de campo que possa estar alojada fora do canteiro-de-obras com uma área de aproximadamente 100 m². O vestiário deverá apresentar armários guarda-volumes individuais de compartimentos duplos, assentos de material lavável e impermeável e chuveiros.

Energia Elétrica e Abastecimento de Água

As necessidades de energia do canteiro deverão ser estimadas conforme o planejamento da construção. O construtor do empreendimento será responsável pelo dimensionamento e construção das instalações provisórias para suprimento de energia elétrica e água durante a implantação das obras. Para tanto, a água deverá ser captada do rio Iguazu através de sistema de bombeamento e tratada em estação a ser construída para atendimento as obras. Para o fornecimento de energia elétrica para as obras deverão ser construídas redes de energia provisórias derivadas da rede existente no local.

Insumos

O suprimento de cimento, aço e demais recursos necessários à obra deverá ser a partir de cidades próximas que possuem boa infraestrutura, porém, estas não deverão atender à toda necessidade do empreendimento. As cidades de Guarapuava e Curitiba têm condições de infraestrutura para suprir a demanda necessária para os principais insumos a serem aplicados nas obras.



Balço de Materiais

A origem e destinao dos materiais produzidos durante as escavaes obrigatrias do empreendimento esto apresentadas nas Tabelas 5-7 a 5-10.

Tabela 5-7: Origem dos materiais de construo

ORIGEM DOS MATERIAIS DE CONSTRUO (ESCAVAOES)				
LOCAL	ESCAVAO OBRIGATORIA (m ³)		AREAS DE EMPRESTIMO (m ³)	
	SOLO	ROCHA	SOLO	ROCHA
CANAL DE ADUO	75.657,00	232.866,00		
CANAL DE FUGA		128.939,00		
CASA DE FORA	6.305,00	176.001,00		
TUNEL ADUTORES		110.858,00		
CONDUTOS FORCADOS		22.480,00		
TOMADA D'AGUA	38.366,00	230.893,00		
SHAFTS		56.990,00		
TUNEL DE SERVIO		19.441,00		
ACESSOS		22.207,00		
MUROS DE CONTENAO		335,00		
TOTAL	120.328,00	1.001.010,00	0,00	0,00

Tabela 5-8: Destino dos Materiais Provenientes das Escavaes Obrigatrias

DESTINO DOS MATERIAIS DE CONSTRUO (PROVENIENTE DE ESCAVAOES)			
LOCAL	VOLUME FINAL DAS ESTRUTURAS (m ³)		
	ATERRO LANOADO/ COMPACTADO		CONCRETO S/ CIMENTO
	SOLO	ROCHA	CCV/ CCR
ENSECADEIRAS	73.058,00	225.417,00	
TAMPES			27.100,00
TOMADA D'AGUA			48.930,00
TUNEL FORCADOS			5.291,00
CONDUTOS FORCADOS			5.536,00
SHAFTS			38.119,00
CASA DE FORA	64,00	163,00	161.799,00
ESTOQUES/REJEITO			71.693,75
MUROS DE CONTENAO			1.850,00
MURO CANAL DE FUGA			13.310,00
TUNEL DE SERVIO			960,00
ACESSOS	3.710,00		
PONTE		240,00	417,00
TOTAL	76.832,00	225.820,00	375.005,75

Tabela 5-9: Resumo de Utilizao dos Materiais Escavados

RESUMO DE UTILIZAO DOS MATERIAIS ESCAVADOS - VOLUMES TOTAIS (m ³)			
MATERIAL	VOL. FINAL (ESTRUTURAS)	EMPOL.	MAT. ESCAV NECESSARIO
SOLO COMPACTADO/ LANOADO	76.832,00	1,15	88.356,80
ENROC. COMPACTADO/ LANOADO	225.820,00	1,30	293.566,00
CONCRETO CCV / CCR	375.005,75	1,00	375.005,75
TOTAL SOLO NECESSARIO			88.356,80
TOTAL ROCHA NECESSARIO			668.571,75

Tabela 5-10 – Balço de Materiais

BALANÇO DE MATERIAIS - VOLUME (m ³)					
MATERIAL	MATERIAL ESCAVADO	MATERIAL UTILIZADO	SALDO	BOTA-FORA	JAZIDAS/ PEDREIRAS
SOLO	120.328,00	88.356,80	31.971,20	31.971,20	0,00
ROCHA	1.001.010,00	668.571,75	332.438,25	332.438,25	0,00



TOTAL	1.121.338,00	756.928,55	364.409,45	364.409,45	0,00
-------	--------------	------------	------------	------------	------

5.2.14 Estimativa de Custos

A estimativa de custos para a implantação do empreendimento está discriminada na planilha denominada OPE GNB – CF II, contida no Anexo 4 (OPE - Orçamento Padrão Eletrobrás) deste relatório.

Segue abaixo quadro resumo extraído da planilha OPE – Orçamento Padrão Eletrobrás com oscustos estimados por serviços e estruturas necessárias para implantação das obras:

ESTIMATIVA DE CUSTO - OBRA: CASA DE FORÇA II - UHE GNB		
ITEM	OBRA/SERVIÇO	VALOR (R\$)
1	Meio Ambiente/Fundiário	16.200.419,00
1.1	Benfeitorias	30.000,00
1.2	Relocações (Estação Experimental de Estudos Ictiológicos)	6.000.000,00
1.3	Ações Socioambientais	9.965.232,00
1.4	Eventuais Meio Ambiente/Fundiário	205.187,00
2	Obras Cíveis	845.588.898,00
2.1	Casa de Força	385.018.386,00
2.2	Ensecadeiras	28.698.819,00
2.3	Tomada d'Água	156.512.004,00
2.4	Canal de Adução	31.361.074,00
2.5	Shafts	91.376.039,00
2.6	Túnel de Serviço	4.587.926,00
2.7	Conduitos Forçados	94.002.515,00
2.8	Canal de Fuga	16.854.446,00
2.9	Muros de Contenção e Acessos	9.668.366,00
2.10	Benfeitorias Área da Usina	1.646.800,00
2.11	Ponte	13.798.607,00
2.12	Eventuais Obras Cíveis	12.063.916,00
3	Eletromecânica (Fornecimento e Montagem)	2.109.191.276,00
3.1	Equipamentos - Tomada d'Água	70.165.279,00
3.2	Equipamentos - Conduto Forçado	81.879.800,00
3.3	Eventuais Equipamentos	1.520.451,00
3.4	Turbinas e Geradores	1.305.358.435,00
3.5	Equipamentos Elétricos Acessórios	480.733.021,00
3.6	Diversos Equipamentos (ponte rolante, sistemas auxiliares mecânicos, pórticos, montagem e comissionamento)	169.534.290,00
4	Linha de Transmissão	11.290.806,00
4.1	Linha de Transmissão 525 kV	11.290.806,00



5	Subestação	130.035.746,00
5.1	Subestação Elevadora Segredo 525 kV	130.035.746,00
6	Custos Indiretos	180.041.424
6.1	Canteiro e Acampamento	59.419.612
6.2	Engenharia e Administração do Proprietário	118.839.224
6.3	Eventuais	1.782.588
7	Juros Durante a Construção	31.510.220
TOTAL (R\$)		3.323.858.789,00

5.2.15 Cronograma de Construção

O cronograma de construção da ampliação de capacidade instalada da UHE GNB foi elaborado considerando todas as características do arranjo geral proposto para as instalações da usina e as premissas dos projetos concebidos nesta etapa de estudo, visando o prazo de entrada em operação das três novas unidades geradoras.

O prazo previsto para a construção da ampliação de capacidade da UHE GNB é de 60 meses, contados a partir da assinatura do contrato de construção. A geração da quinta unidade será em 53 meses, a sexta unidade geradora será em 56 meses, e a sétima unidade geradora será em 60 meses.

A seguir é apresentada uma breve descrição da sequência construtiva da ampliação da capacidade instalada da UHE GNB, conforme detalhado no cronograma a seguir:

- Mês 01 a 03 - Consolidação do Projeto Básico
- Mês 08 - Mobilização de Equipamento e pessoal
- Mês 16 - Término da Ponte de Serviço
- Mês 21 - Início da Escavação dos túneis de geração.
- Mês 22 - Início do concreto na casa de força
- Mês 24 - Início da Montagem Eletromecânica
- Mês 36 - Descida do Pré-distribuidor no poço da Unidade 1



- Mês 44 – Início da Montagem da LT
- Mês 48 – Início da Montagem da SE Segredo
- Mês 50 – Início do comissionamento da Unidade 1
- Mês 50 – Conclusão da Montagem da LT
- Mês 52 – Conclusão da Montagem da SE Segredo
- Mês 53 – Geração da Unidade Geradora 5
- Mês 56 – Geração da Unidade Geradora 6
- Mês 60 – Geração da Unidade Geradora 7.



6. ANÁLISE DE ALTERNATIVAS

Os estudos de arranjo para ampliação da UHE GNB analisaram duas alternativas de projeto. A primeira foi baseada em arranjo desenvolvido pela Copel em 1987 e tem as estruturas posicionadas na margem direita (MD). A segunda foi desenvolvida pela Copel a partir de 2023 e tem as estruturas posicionadas na margem esquerda (ME).

Ambas foram analisadas visando definir a alternativa a ser selecionado para o estudo, visando atender a dois requisitos fundamentais: aspectos socioambientais e aspectos técnicos. Quanto aos aspectos socioambientais, foram preponderantes os seguintes fatores: remanescentes florestais, movimentação de terra para implantação do empreendimento e interferências sociais. Com relação à viabilidade técnica, foram verificados fatores tais como interferência nas operações hidráulicas, logística e aspectos construtivos.

A comparação entre alternativas considerou para ambas, três unidades geradoras com 422 MW de potência unitária (1266 MW total) e conexão em 500 kV com a subestação localizada à margem da rodovia PR-459.

6.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA UHE GNB

6.1.1 Alternativas Estudadas

6.1.1.1 Alternativas Margem Direita (MD)

Esta alternativa consiste em um canal de adução em curva com 320 m de extensão e 73,4 m de largura, contornando a ombreira da barragem para atingir a tomada de água de onde partem três túneis inclinados medindo aproximadamente 340 m de extensão, tendo seção arco-retângulo com 12,00 m de diâmetro interno, e revestimento de concreto somente no piso.

Estes túneis conduzem a vazão turbinada até a casa de força abrigada equipada com três turbinas Francis, com pátio na El. 516,00 m, localizada a



aproximadamente 50 m do pé da barragem. A partir desta estrutura a vazão é restituída ao leito do rio por meio de um canal de fuga medindo aproximadamente 280 m de extensão por 98 m de largura, cujo desemboque é aproximadamente frontal à casa de força da usina atual.

O canteiro para esta alternativa está localizado na mesma margem, facilitando a logística construtiva.

A linha de transmissão para esta alternativa acessa a subestação pelo lado sul.

A Figura 6-1 apresenta o arranjo da Alternativa Margem Direita.

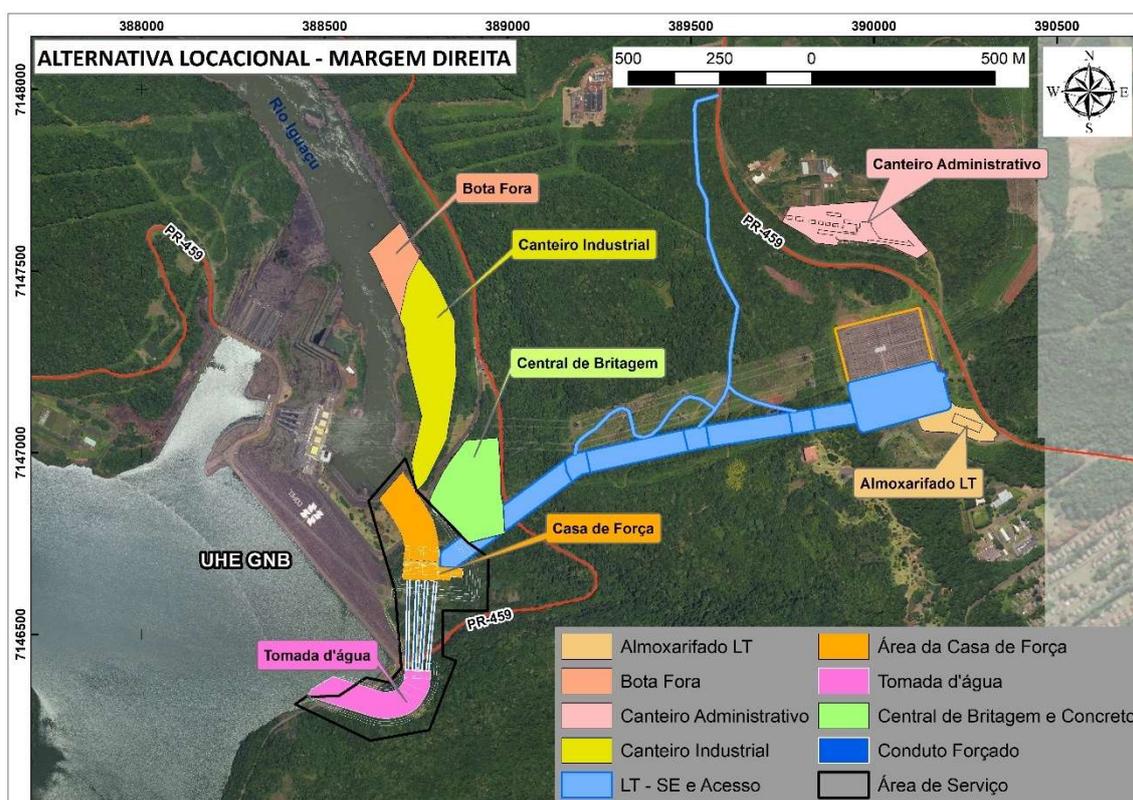


Figura 6-1: Alternativa Margem Direita (MD)

6.1.1.2 Alternativa Margem Esquerda-1 (ME-1)

O arranjo desenvolvido para a margem esquerda da usina aproveita os três túneis de desvio existentes como parte do novo circuito de geração. Para esta



finalidade foi prevista a construção de um canal de adução, aproximadamente paralelo e à esquerda do canal de aproximação do vertedouro. Este canal tem 160 m de extensão e 73,4 m de largura. Na sua extremidade será construída uma tomada de água.

A partir da tomada de água está prevista a construção de três shafts (túneis verticais) com 90 m de extensão, incluindo curvas, e 14,00 m de diâmetro interno escavado (12,00 m considerando revestimento em concreto armado). Este shafts transicionam para três túneis horizontais com seção em arco-retângulo de 12,00 m e revestimento somente no piso, os quais farão a interligação com os túneis de desvio existentes que possuem seção arco-retângulo com 13,50 m.

A casa de força está posicionada na região de desemboque dos túneis de desvio e será abrigada equipada com três turbinas Francis, com pátio na El. 516,00 m. Nesta alternativa o canteiro será construído na margem oposta, tendo sido prevista a construção de uma ponte de aproximadamente 140 m para travessia.

Os canais de adução e de fuga foram parcialmente escavados durante a construção da usina nas extensões de aproximadamente 90 m e 60 m, respectivamente. A linha de transmissão para esta alternativa acessa a subestação pelo lado norte.

A Figura 6-2 apresenta o arranjo da Alternativa Margem Esquerda.

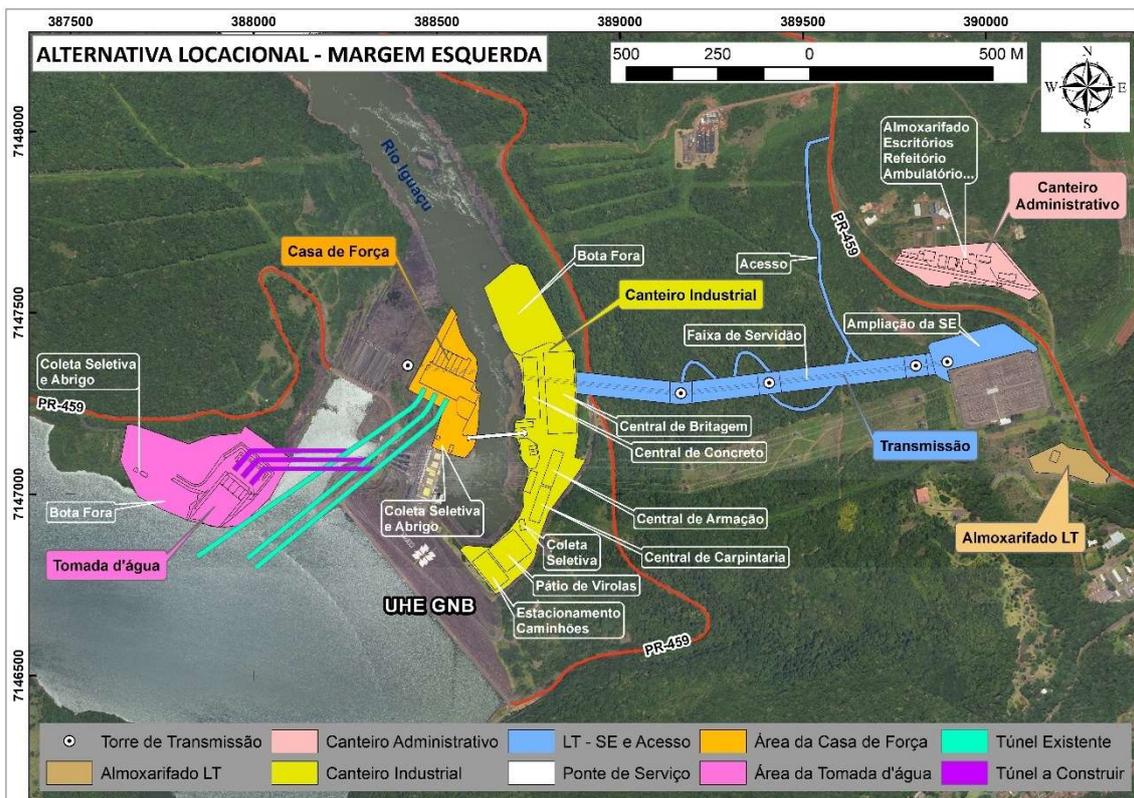


Figura 6-2: Alternativa Margem Esquerda (ME-1)

6.1.1.3 Alternativa Margem Esquerda-2 (ME-2)

A Alternativa Margem Esquerda apresenta duas variações em relação ao traçado da Linha de Transmissão, ainda que o arranjo desenvolvido aproveite também os três túneis de desvio existentes como parte do novo circuito de geração, contemplando a construção do mesmo canal de adução, aproximadamente paralelo e à esquerda do canal de aproximação do vertedouro, com 160 m de extensão e 73,4 m de largura. Na sua extremidade será construída uma tomada de água.

A principal diferença será em relação ao traçado planejado da LT, com a mesma sendo essa desenvolvida em grande parte paralela as linhas existentes que conectam as máquinas já em operação.



Por tratar-se da implantação de uma Linha de Transmissão de extensão muito reduzida, aproximadamente 1,5 km entre a Subestação Segredo e a nova casa de força da UHE GNB, as alternativas locais ficaram limitadas em função das características do relevo, das interferências com as outras linhas existentes e dos aspectos socioambientais da região.

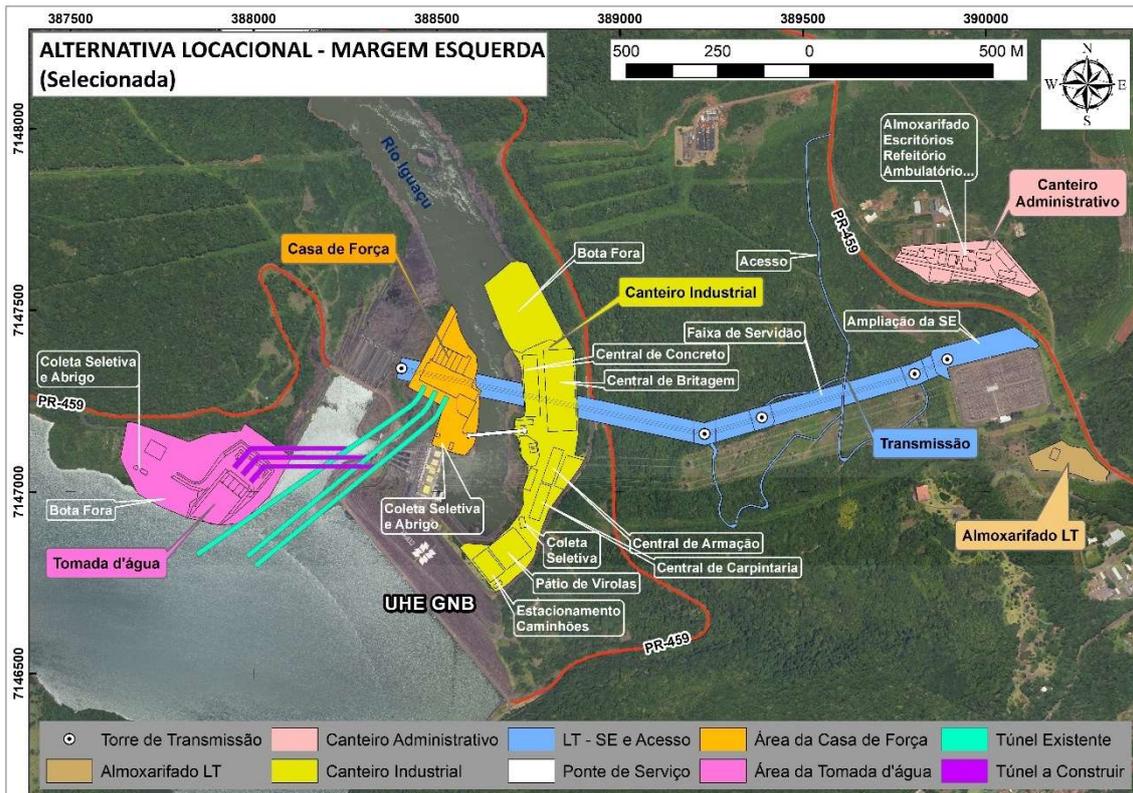


Figura 6-3: Alternativa Margem Esquerda (ME-2)

6.1.2 Comparação de Alternativas

6.1.2.1 Operação Hidráulica

Em termos de operação hidráulica, a Alternativa MD restituiria a vazão turbinada frontalmente a casa de força atual. Esta condição, caracterizada por quantidades de movimento concorrentes, teria o potencial de produzir perturbações à operação caracterizadas por correntes de retorno e oscilações de nível.



A Alternativa ME restituiria o fluxo a jusante e distante da casa de força atual, porém logo a montante do vertedouro. Poderia haver interferências durante os períodos de operação simultânea dessas estruturas.

A análise deste aspecto indica que a Alternativa MD teria maior potencial de interferências entre as duas casas de força, que operarão simultaneamente. A Alternativa ME, por sua vez, poderia ser afetada pelo vertedouro apenas quando este estiver operando.

Além disso, na Alternativa MD, a configuração do canal de fuga estaria posicionado frontalmente ao canal de fuga da casa de força atual, o que poderia resultar em risco à ictiofauna devido ao maior revolvimento de água nas partidas e desligamentos diários de máquina, com risco à integridade física dos peixes no local devido à alterações bruscas de ambiente.

6.1.2.2 Logística

A Alternativa MD apresentaria curtas distâncias de transporte até o canteiro industrial e bota-fora (aprox. 600 m), os quais estariam posicionados na mesma margem. Além disso, os acessos provisórios a serem construídos seriam mais simples que aqueles da Alternativa ME.

A necessidade de área de canteiro de obras para ambas as alternativas é similar, no entanto, o volume de escavações na MD é significativamente maior o que resultaria na necessidade de definição de outro bota fora de porte similar ou maior ao previsto.

As ensecadeiras da Alternativa MD seriam mais simples de serem construídas uma vez que seus canais de adução e de fuga já foram parcialmente escavados durante a construção da usina.

Na Alternativa MD precisaria ser prevista obra de acesso a fim de permitir a substituição de grandes equipamentos na usina atual, já que esta interferiria no acesso atual.



As Alternativas da ME terão áreas bastante restritas na região da casa de força, exigindo acessos mais complexos, lançamento de ensecadeira avançando sobre o leito do rio e, principalmente, exigindo a construção de uma ponte de aproximadamente 160 m para acesso ao canteiro industrial e bota-fora na margem oposta. Até que ocorra a construção desta ponte, será necessário o trânsito sobre o deck da casa de força atual.

6.1.2.3 Interferência com Infraestrutura e Benfeitorias Existentes

A Alternativa MD implicaria em interferência com a PR-459 na região do canal de adução e tomada de água e provavelmente exigiria obras para sua relocação definitiva. Esta interferência não ocorre nas Alternativas ME-1 e MW-2.

Em contrapartida as Alternativas ME-1 e a ME-2 exigem a relocação completa das estruturas da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos – EEEL, a qual será atingida pelas obras do canal de adução e tomada de água. Além disso, as obras de acesso à casa de força desta alternativa exigirão a relocação do Depósito de Inflamáveis.

As escavações na região de canal de adução e tomada de água da Alternativa MD deveriam ser feitas de maneira cautelosa a fim de que as detonações não venham provocar danos na estrutura do barramento existente (face de concreto de montante). Da mesma forma, nas Alternativas ME-1 e ME-2, as escavações dos túneis forçados exigirão cuidados de maneira a não comprometer a integridade dos tampões dos túneis de desvio.

6.1.2.4 Interferência Ambiental

A Alternativa MD resultaria em quantitativo de supressão de vegetação maior que as Alternativas MEs, além disso exigiria a relocação da PR-459 que resultaria em incômodos a população e riscos ao empreendimento.

As Alternativas ME-1 e ME-2 causam menor impacto que a Alternativa MD, a qual suprimiria cerca de 10 hectares a mais de vegetação do que a ME-1 e 13 ha



a mais do que a ME-2, além de suprimir maior quantitativo de vegetação em estágio avançado, como pode ser verificado na Tabela 6-1.

Tabela 6-1 – Quantitativos de supressão de vegetação nas duas alternativas

Estágios Sucessionais	Alternativa MD	Alternativa ME-1	Alternativa ME-2
Inicial	6,60	5,96	5,86
Médio	4,20	6,14	6,15
Avançado	17,92	6,51	3,57
Total	28,72	18,61	15,58

Além disso, nas Alternativa ME-1 e ME2 ocorrerão apenas intervenções pontuais do tipo “PARE – SIGA” durante atividades de detonações de rocha a céu aberto, sem necessidade de relocação da PR-459, prevista na Alternativa MD. Por outro lado, as Alternativas da ME resultarão na relocação da Estação Experimental de Estudos Ictiológicos, impacto plenamente mitigável, pois manterá a EEEI em funcionamento, porém em outra localidade.

Todas as alternativas não resultam em alteração nos níveis de água do reservatório e na área do reservatório evitando desapropriações e os impactos socioambientais decorrentes da formação de um reservatório, sendo, portanto, ambas consideradas de baixo impacto se comparados a instalação de uma nova usina do porte deste projeto.

6.1.3 Alternativa Selecionada

Considerando os aspectos técnicos e socioambientais apresentados, os seguintes fatores foram considerados relevantes com relação à alternativa escolhida:

- Menor potencial de interferência nas operações hidráulicas;
- Menor impacto à ictiofauna;
- Menor interferência na Rodovia PR-459;
- Menor incômodo à população;
- Menor quantitativo de supressão de vegetação;



- Menor quantitativo de supressão de vegetação em estágio avançado.

Sendo assim, diante dos fatores considerados, e com o objetivo de compatibilizar os custos e a viabilidade técnica e socioambiental no melhor arranjo, a análise indica a Alternativa Margem Esquerda-2 como a alternativa selecionada, já que essa apresenta quase metade da área de supressão de estágio avançado em relação a outra alternativa na mesma margem.

6.2 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DA LT E SE

Por tratar-se da implantação de uma Linha de Transmissão de extensão muito reduzida, aproximadamente 1,5 km entre a Subestação Segredo e a nova casa de força da UHE GNB, as alternativas locais ficam limitadas em função das características do relevo, das interferências com as outras linhas existentes e dos aspectos socioambientais da região.

O traçado da LT foi condicionado à localização da casa de força no arranjo das três alternativas estudadas (MD e ME-1 e ME-2) e a localização da Subestação Segredo já existente na margem direita.

A Figura 6-3 apresenta a comparação entre os traçados da LT e área de expansão da SE Segredo.

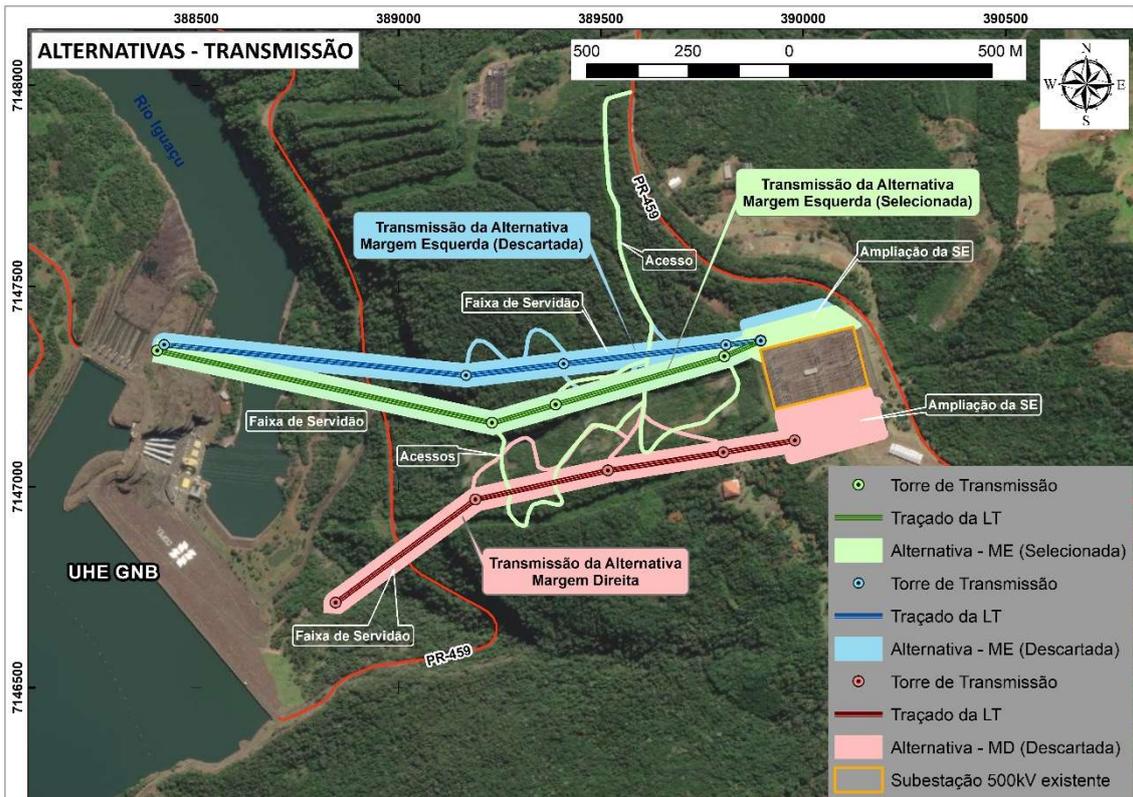


Figura 6-4: Comparação do traçado da LT e na ampliação da SE nas alternativas.

Na Alternativa MD, a extensão da LT seria de 1,2 km com uma faixa de servidão de 7,35 ha e a expansão da Subestação Segredo abrangeria uma área de 3,63 ha. Já para a Alternativa ME-1, a extensão da LT será de 1,49 km com uma faixa de servidão de 8,96 ha e a área de ampliação da SE, 2,28 ha enquanto na Alternativa ME-2, a extensão da LT será de 1,54 km, com 9,25 ha de faixa de servidão, e ampliação da SE.

A extensão do traçado das LTs, área da faixa de servidão e a área de expansão da SE nas duas alternativas são bastante similares, bem como os impactos socioambientais associados.

Assim, a definição da localização destas estruturas foi uma consequência do arranjo selecionado (Alternativa ME-2) para o projeto de ampliação da UHE GNB.



6.3 ALTERNATIVAS DA EEEI

No processo decisório para escolha da área para construção da nova EEEI, foram consideradas três alternativas: A) aproveitamento parcial das estruturas da EEEI atual; B) relocação para área da margem direita a jusante da barragem na qual está prevista a instalação do canteiro de obras; C) área de bota fora da construção da UHE GNB próxima ao desemboque do túnel de desvio da água do reservatório da PCH DJR para UHE GNB. A Figura 6-5 ilustra as alternativas consideradas, as quais são analisadas na sequência.



Figura 6-5: Alternativas locais estudadas para nova EEEI



6.3.1 Aproveitamento parcial das estruturas da EEEI atual

A proximidade com a área atual poderia permitir o aproveitamento parcial dos tanques atuais da EEEI e reservatório elevado, no entanto, a necessidade de área de serviço para a construção da tomada d'água do projeto de ampliação da UHE GNB inviabilizou a manutenção das estruturas devido a insuficiência de área para a nova EEEI. Ainda, a grande movimentação de veículos pesados próximos da estrutura da EEEI causaria perturbações (ruídos e poeira), bem como detonações em rocha próximas (ruídos, vibrações e poeira) que poderiam prejudicar ou inviabilizar as matrizes de ictiofauna que são a base das operações da EEEI. A supressão de vegetação seria necessária.

Em função dos motivos acima a alternativa A restou inviabilizada.

6.3.2 Área do Canteiro de Obras (Margem Direita a Jusante da Barragem)

A relocação da EEEI para área próxima das instalações administrativas da UHE GNB teria como pontos positivos as vantagens logísticas com eventual aproveitamento de estruturas da UHE evitando parcialmente a necessidade de novas edificações, bem como minimização da supressão de vegetação, pois seria necessária apenas para vegetação isolada.

Por outro lado, não haveria espaço suficiente para a instalação do canteiro de obras necessário para execução do projeto de ampliação da UHE GNB, o que exigiria supressão de vegetação para sua instalação. Ademais, a grande movimentação de veículos pesados próximos da estrutura da EEEI causaria perturbações (ruídos e poeira), bem como detonações em rocha próximas (ruídos, vibrações e poeira) que poderiam prejudicar ou inviabilizar as matrizes de ictiofauna que são a base das operações da EEEI.

Em função dos motivos acima a alternativa B restou inviabilizada



6.3.3 Bota-Fora próximo ao Desemboque do Túnel de Desvio da PCH DJR

A relocação da EEEl para a área de bota-fora próxima ao Desemboque do Túnel de Desvio da PCH DJR no reservatório da UHE GNB teria uma situação similar a condição da atual EEEl, no entanto, a declividade do terreno que exigiria detonações para escavações em rocha e supressão de vegetação resultou na inviabilidade de se obter área suficiente para instalação da nova EEEl.

6.3.4 Alternativa selecionada

A alternativa selecionada da nova EEI está prevista para ser implantada na margem esquerda hidráulica da UHE Derivação do Rio Jordão (UHE DRJ), acerca de 5 km em linha reta da estação atual, ou 12 km pelo trajeto em estrada. O local foi escolhido por ser área da Copel, já afetada na época da construção da usina, com menor impacto de vegetação, próximo do reservatório e topograficamente favorável.

A região tem base predominantemente rochosa, aflorante e visível, dispensando a execução de sondagens. A solução não prevê tanques escavados, mas a execução de um aterro geral para nivelamento da área de modo que as bordas dos tanques fiquem próximas ao nível do solo no topo do aterro.



Figura 6-6: Local definido para nova EEEI

A nova EEEI deverá permitir a plena manutenção das atividades atuais, passando por melhorias e atualizações em suas estruturas e equipamentos, conforme melhores práticas recentes.

A nova EEEI também contemplará o escritório da Divisão de Biodiversidade da Copel GeT na região. Atualmente, a EEEI apresenta contaminação com mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) e a nova instalação deverá possuir estruturas que evitem tal contaminação e permitam seu tratamento, caso ocorra.

A nova EEEI será dimensionada e projetada para atender o Plano de Trabalho apresentado para a atual EEEI, conforme estabelece condicionante da Licença de Operação da UHE GNB.



7 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

A área de influência de um empreendimento é definida como o espaço suscetível de sofrer alterações como consequência da sua implantação, manutenção e operação ao longo de sua vida útil.

Cada um desses subespaços recebe impactos nas fases de planejamento, construção e operação do empreendimento, algumas vezes com relações causais diretas, outras indiretas. A delimitação destas áreas ocorre a partir das características e abrangência do empreendimento, e pode variar de acordo com a diversidade e especificidade dos ambientes afetados, sendo que a AII circunscreve a AID e está, da mesma forma, engloba a ADA (Figura 7-1).

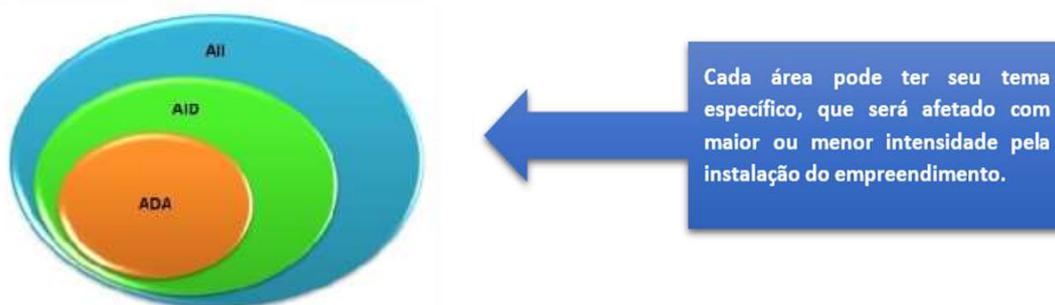


Figura 7-1: Configuração das áreas de influência

7.1 ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII

A Área de Influência Indireta – AII abrange um território que é afetado pelo empreendimento, mas no qual os impactos e efeitos decorrentes deste são considerados menos significativos do que na AID e ADA. Deste modo, a AII corresponde ao território onde a implantação do empreendimento impactará de forma indireta os meios físico, biótico e socioeconômico.



Para os meios físico e biótico a AII compreendeu a área das ottobacias de nível dois dos tributários do reservatório da UHE GNB, incluindo a bacia do rio Jordão a jusante da UHE GNB, abrangendo uma área de 899.305,58 hectares.

Para o meio socioeconômico, a AII foi definida como sendo os municípios de Mangueirinha e Reserva do Iguaçu, nas duas margens da barragem da UHE GNB onde serão desenvolvidas as obras de ampliação da UHE GNB, abrangendo uma área de 211.156,12 hectares.

7.2 ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID

A Área de Influência Direta – AID corresponde à área cujos impactos incidam ou venham a incidir de forma direta sobre os recursos ambientais.

Para os meios Físico e Biótico foram consideradas as microbacias de drenagem na área do Projeto de Ampliação da usina, incluindo áreas de vegetação nativa contíguas à área da obra, abrangendo uma área de 6.060,68 hectares.

Para o Meio Socioeconômico, a AID abrange a totalidade dos imóveis/propriedades em que estão locadas todas as estruturas do empreendimento Usina Hidrelétrica Governador Ney Braga, abrangendo uma área de 786,78 hectares.

7.3 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

A ADA compreende a área do Projeto de Ampliação representa pelo local destinado à instalação das estruturas civis do empreendimento nas margens direita e esquerda do rio Iguaçu que sofrerão intervenções para instalação do empreendimento.

Na margem esquerda contempla os locais das estruturas civis: nova tomada d'água, os túneis de desvio, os túneis complementares e a nova casa de força, além de áreas de empréstimo e bota fora.

Na margem direita a ADA abrange áreas para instalação do canteiro industrial, canteiro administrativo, a faixa de servidão da Linha de transmissão em



500kV com 1,5 km de extensão, área de ampliação da Subestação 500kV Segredo e acessos.

A ADA inclui ainda uma área de 4,81 hectares localizada na margem esquerda do rio Jordão onde será realocada a Estação Experimental de Estudos Ictiológicos da UHE GNB, atualmente localizada na margem esquerda do reservatório da UHE GNB.

Assim, a ADA, abrangendo uma área de 181,41 hectares, compreenderá os locais onde ocorrerão impactos diretos sobre o meio físico, biótico e socioeconômico.

A Figura 7-2 apresenta as Áreas de Influência para os Meios Físico e Biótico e a Figura 7-3 as Áreas de Influência para o Meio Socioeconômico, também apresentados em melhor detalhamento no Mapa RAS-03-GNB Áreas de Influência dos Meios Físico e Biótico e Mapa RAS-04-GNB Áreas de Influência do Meio Socioeconômico.

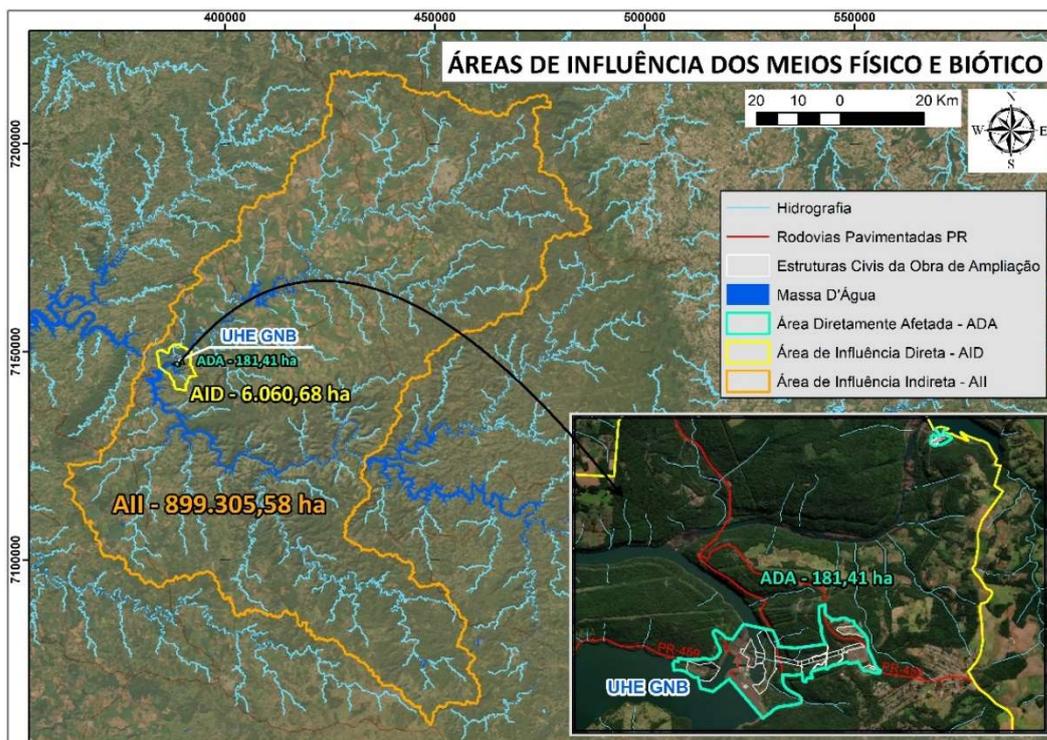


Figura 7-2: Áreas de Influência dos Meios Físico e Biótico



Figura 7-3: Áreas de Influência do Meio Socioeconômico