

**CLIENTE:**



# RODEIO ENERGÉTICA S.A.

**TÍTULO:**

**RDPA – RELATÓRIO DE DETALHAMENTO DOS  
PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH RODEIO**

**OBJETO:**

**RELATÓRIO TÉCNICO**  
**Agosto/2022**

**NÚMERO:**

3709-RDO-6H-RTEA-001-01-19

01	09/08/2022	Revisão por alterações do Projeto Executivo	PBP	RKN	RDO
00	25/05/2019	Emissão inicial	RKN	RKN	RDO
<b>Revisão</b>	<b>Data</b>	<b>Objeto da revisão</b>	<b>Redação</b>	<b>Verificado</b>	<b>Aprovado</b>

## APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta a revisão do Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais - RDPA relativo às **alterações realizadas no arranjo do empreendimento durante a elaboração do Projeto Executivo** da Pequena Central Hidrelétrica Rodeio, empreendimento localizado no rio Benedito, municípios de Benedito Novo e Rodeio, estado de Santa Catarina.

O potencial hidrelétrico do rio Benedito, no local selecionado, será aproveitado para geração de energia elétrica, utilizando-se a vazão natural média disponível de 20,88 m<sup>3</sup>/s e do desnível bruto de 57,16 m entre as estruturas de barramento e de geração. A casa de força no Projeto Executivo **foi alterada para o tipo subterrânea**, localizada a aproximadamente 600 m a jusante do eixo da barragem, conectada à tomada d'água por um túnel de adução, conta com três unidades geradoras do tipo Francis Horizontal Simples, com potência total instalada de 9,75MW. Após a casa de força, a vazão turbinada segue por um túnel de fuga de 1.627,25 m, restituindo a vazão no canal de fuga no mesmo local previsto no Projeto Básico.

A revisão deste RDPA tem por objetivo reavaliar os impactos ambientais com base nas alterações realizadas no Projeto Executivo, adaptar e atualizar os programas ambientais propostos na LAI nº 7529/2021, emitida pelo IMA no dia 21 de janeiro de 2022.

Cabe salientar que as alterações realizadas no arranjo da PCH Rodeio durante a elaboração do Projeto Executivo tiveram como objetivo a redução substancial dos impactos ambientais anteriormente previstos, especialmente no que se refere às interferências de supressão da vegetação, uso e ocupação da área superficial, alteração da paisagem e área alagada formada pelo reservatório.

- Devido a alteração do Arranjo inicial proposto para a PCH RODEIO, no processo de licenciamento ambiental nº DIV/21824/CVI e parecer técnico nº 8377/2021, LICENÇA AMBIENTAL DE INSTALAÇÃO Nº 7529/2021 - DOCUMENTOS (FCEI Nº 525319).
- Revisão de Inventário Florestal das áreas de supressão direta, vinculados ao FCEI Nº 509737 - Processo IMA Nº VEG/79973/CVI - AUTORIZAÇÃO DE CORTE Nº 970/2021.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS RESPONSÁVEIS.....</b>	<b>13</b>
1.1	Empreendedor.....	13
1.2	Empresa Responsável pela elaboração do RDPA - Equipe Técnica.....	13
<b>2</b>	<b>PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>15</b>
2.1	Histórico do Processo.....	15
2.2	Programas Ambientais Elencados na LAI.....	15
2.3	Demais Condicionantes da LAI.....	16
<b>3</b>	<b>ALTERAÇÕES DO PROJETO EXECUTIVO .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E PROJETO ARQUITETÔNICO COM MEMORIAIS DESCRITIVOS DO PROJETO EXECUTIVO.....</b>	<b>20</b>
4.1	Introdução.....	20
4.1.1	Localização e acessos.....	20
4.2	Divisão de Quedas e Situação dos Aproveitamentos.....	21
4.3	Aspectos Técnicos.....	21
4.3.1	Estudos Hidrológicos.....	22
4.3.2	Estudos Hidráulicos.....	29
4.3.3	Desvio do Rio e Ensecadeiras.....	29
4.3.4	Vertedores.....	31
4.3.5	Tubulação da Vazão Remascente.....	31
4.3.6	Circuito Hidráulico de Geração.....	32
4.3.7	Perdas de Carga.....	35
4.3.8	Estudos energéticos.....	38
4.3.9	Características energéticas e econômicas da PCH Rodeio.....	40
4.3.10	Descrição do Arranjo geral.....	41
4.3.11	Organização espacial.....	43
4.4	Linha de Distribuição de Média Tensão – 13,8 kV.....	44
4.5	Características dos Canteiros de Obras.....	44
4.5.1	Acessos.....	45
4.5.2	Destino dos Resíduos Sólidos.....	45
4.5.3	Tratamento dos Efluentes.....	45
4.6	Implantação do canteiro de obras e acessos.....	45
4.7	Obras na região do barramento.....	45
4.8	Obras na região dos túneis.....	46
4.9	Obras na região da casa de força.....	46
4.10	Previsão de bota-fora.....	47
4.11	Histograma de serviços de mão de obra.....	47
4.12	Cronograma do empreendimento.....	49
<b>5</b>	<b>USOS DO SOLO E PROPRIEDADES ATINGIDAS .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>MAPA DE INUNDAÇÃO PARA TR DE 100 E 1000 ANOS.....</b>	<b>51</b>

<b>7</b>	<b>DEFINIÇÃO DA APP.....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DOS BOTA-FORA E BOTA-ESPERA.....</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL E PROJETO EXECUTIVO DAS UNIDADES DE CONTROLE AMBIENTAL – IMPLANTAÇÃO .....</b>	<b>54</b>
9.1	Canteiro de Obras .....	54
9.1.1	Considerações Iniciais .....	54
9.1.2	Considerações Específicas.....	54
9.1.3	Construção do Canteiro de Obras .....	56
9.1.4	Execução e Especificações .....	58
9.1.5	Abastecimento de Energia Elétrica .....	60
9.1.6	Abastecimento de Água .....	60
9.1.7	Sistema de Tratamento de Efluentes Canteiro de Obras Geral .....	60
9.1.8	Sistema de Tratamento de Efluentes Canteiro de Obras de Apoio Industrial .....	64
<b>10</b>	<b>PROGRAMAS AMBIENTAIS .....</b>	<b>67</b>
10.1	Programa Ambiental de Construção – PAC .....	67
10.1.1	Introdução .....	67
10.1.2	Justificativa .....	67
10.1.3	Objetivo .....	67
10.1.4	Materiais e Métodos .....	68
10.1.5	Indicadores .....	69
10.1.6	Emissão de Relatórios e Materiais .....	70
10.1.7	Equipe Técnica envolvida no Programa .....	70
10.1.8	Correlação com Demais Programas .....	70
10.1.9	Base Legal e Normativa .....	70
10.1.10	Cronograma .....	72
10.2	Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental.....	74
10.2.1	Introdução .....	74
10.2.2	Justificativa .....	74
10.2.3	Objetivos .....	74
10.2.4	Materiais e Métodos .....	75
10.2.5	Correlação com Demais Programas .....	78
10.2.6	Base Legal e Normativa .....	79
10.2.7	Cronograma .....	79
10.3	Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental .....	81
10.3.1	Introdução .....	81
10.3.2	Justificativa .....	81
10.3.3	Objetivo .....	81
10.3.4	Materiais e Métodos .....	82
10.3.5	Atividades Realizadas até o Presente .....	85
10.3.6	Indicadores .....	93
10.3.7	Emissão de Relatórios e Materiais .....	94
10.3.8	Equipe Técnica Envolvida.....	94
10.3.9	Correlação com Demais Programas .....	94
10.3.10	Base Legal e Normativa .....	95
10.3.11	Cronograma .....	95
10.4	Programa de Desmobilização de Mão de Obra Migrante .....	97
10.4.1	Introdução .....	97
10.4.2	Justificativa .....	97
10.4.3	Objetivos .....	97
10.4.4	Área de abrangência .....	97
10.4.5	Metodologia .....	97

10.4.6	Desligamento de colaboradores .....	97
10.4.7	Detalhamento do Plano de Acompanhamento e Monitoramento .....	99
10.4.8	Subprograma de monitoramento socioeconômico de trabalhadores migrantes na All do empreendimento .....	99
10.4.9	Instituições Envolvidas .....	101
10.4.10	Equipe técnica .....	101
10.4.11	Cronograma .....	101
10.5	Programa de Supressão da Vegetação .....	103
10.5.1	Introdução .....	103
10.5.2	Justificativa .....	104
10.5.3	Objetivo .....	104
10.5.4	Materiais e Métodos .....	105
10.5.5	Subprograma de Resgate de Flora .....	108
10.5.6	Subprograma de Resgate de Fauna .....	111
10.5.7	Indicadores .....	116
10.5.8	Emissão de Relatórios .....	117
10.5.9	Equipe Técnica Envolvida .....	117
10.5.10	Correlação com Demais Programas .....	117
10.5.11	Base Legal e Normativa .....	117
10.5.12	Cronograma .....	118
10.6	Programa de Implantação da Faixa Ciliar .....	120
10.6.1	Introdução .....	120
10.6.2	Justificativa .....	120
10.6.3	Objetivo .....	121
10.6.4	Materiais e Métodos .....	121
10.6.5	Indicadores .....	123
10.6.6	Emissão de Relatórios e Materiais .....	124
10.6.7	Equipe Técnica Envolvida .....	124
10.6.8	Correlação com Demais Programas .....	124
10.6.9	Base Legal e Normativa .....	124
10.6.10	Cronograma .....	124
10.7	Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática .....	126
10.7.1	Justificativa .....	127
10.7.2	Objetivo .....	127
10.7.3	Materiais e Métodos .....	128
10.7.4	Subprograma de Monitoramento e Manejo do <i>Leopardus wiedii</i> , <i>Lontra longicaudis</i> e <i>Micronycteris megalotis</i> .....	134
10.7.5	Indicadores .....	134
10.7.6	Emissão de Relatórios e Materiais .....	134
10.7.7	Equipe Técnica Envolvida .....	135
10.7.8	Correlação com Demais Programas .....	135
10.7.9	Base Legal e Normativa .....	135
10.7.10	Cronograma .....	135
10.8	Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna .....	137
10.8.1	Introdução .....	137
10.8.2	Justificativa .....	138
10.8.3	Objetivo .....	139
10.8.4	Materiais e Métodos .....	139
10.8.5	Indicadores .....	142
10.8.6	Emissão de Relatórios e Materiais .....	142
10.8.7	Equipe Técnica Envolvida .....	143
10.8.8	Correlação com Demais Programas .....	143
10.8.9	Base Legal e Normativa .....	143
10.8.10	Cronograma .....	143

10.9 Programa de Recuperação das Áreas Degradadas .....	145
10.9.1 Introdução .....	145
10.9.2 Justificativa .....	145
10.9.3 Objetivo .....	145
10.9.4 Materiais e Métodos .....	146
10.9.5 Indicadores .....	151
10.9.6 Emissão de Relatórios e Materiais .....	152
10.9.7 Equipe Técnica Envolvida .....	152
10.9.8 Correlação com Demais Programas .....	152
10.9.9 Base Legal e Normativa .....	152
10.9.10 Cronograma .....	153
10.10 Programa de Gerenciamento de Resíduos e Efluentes .....	155
10.10.1 Introdução .....	155
10.10.2 Justificativa .....	155
10.10.3 Objetivo .....	156
10.10.4 Materiais e Métodos .....	156
10.10.5 Indicadores .....	163
10.10.6 Emissão de Relatórios e Materiais .....	164
10.10.7 Equipe Técnica Envolvida .....	164
10.10.8 Correlação com Demais Programas .....	164
10.10.9 Base Legal e Normativa .....	164
10.10.10 Cronograma .....	165
10.11 Programa de Monitoramento dos Ruídos .....	167
10.11.1 Introdução .....	167
10.11.2 Justificativa .....	168
10.11.3 Objetivo .....	169
10.11.4 Materiais e Métodos .....	169
10.11.5 Indicadores .....	175
10.11.6 Emissão de Relatórios e Materiais .....	175
10.11.7 Equipe Técnica Envolvida .....	175
10.11.8 Correlação com Demais Programas .....	175
10.11.9 Base Legal e Normativa .....	175
10.11.10 Cronograma .....	175
10.12 Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água Superficial .....	177
10.12.1 Introdução .....	177
10.12.2 Justificativa .....	177
10.12.3 Objetivo .....	178
10.12.4 Materiais e Métodos .....	178
10.12.5 Indicadores .....	182
10.12.6 Emissão de Relatórios e Materiais .....	182
10.12.7 Equipe Técnica Envolvida .....	182
10.12.8 Correlação com Demais Programas .....	183
10.12.9 Base Legal e Normativa .....	183
10.12.10 Cronograma .....	184
10.13 Programa de Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas	
186	
10.13.1 Introdução .....	186
10.13.2 Justificativa .....	186
10.13.3 Objetivo .....	186
10.13.4 Materiais e Métodos .....	186
10.13.5 Indicadores .....	188
10.13.6 Emissão de Relatórios .....	188
10.13.7 Equipe Técnica Envolvida .....	189
10.13.8 Correlação com Demais Programas .....	189

10.13.9	Base Legal Normativa.....	189
10.13.10	Cronograma.....	189
10.14	Plano Ambiental de Conservação e Uso no Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA).....	191
10.15	Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico.....	192
10.15.1	Introdução .....	192
10.15.2	Justificativa.....	192
10.15.3	Objetivo .....	193
10.15.4	Materiais e Métodos.....	193
10.15.5	Indicadores.....	195
10.15.6	Emissão de relatórios.....	195
10.15.7	Equipe Técnica Envolvida.....	196
10.15.8	Correlação com Demais Programas.....	196
10.15.9	Base legal e Normativa .....	196
10.15.10	Cronograma .....	196
10.16	Programa de Monitoramento da Estabilidade dos Taludes e Processos Erosivos ..	198
10.16.1	Introdução .....	198
10.16.2	Justificativa.....	198
10.16.3	Objetivo .....	198
10.16.4	Materiais e Métodos.....	199
10.16.5	Indicadores.....	201
10.16.6	Emissão de Relatórios e Materiais .....	201
10.16.7	Equipe Técnica Envolvida.....	202
10.16.8	Correlação com Demais Programas.....	202
10.16.9	Base Legal e Normativa.....	202
10.16.10	Cronograma .....	202

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de Permanência Mensal – PCH Rodeio.....	25
Figura 2 - Curva de Descarga Natural no Canal de Fuga .....	35
Figura 3 - Curva de Rendimento da Turbina Francis Horizontal Simples.....	40
Figura 4 – Histograma de mão de obra geral .....	49
Figura 5 – Placa com LAI e AuC da PCH Rodeio .....	55
Figura 6 – Realização de visita aos moradores da comunidade para apresentação do empreendimento .....	86
Figura 7 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre ameaçada .....	87
Figura 8 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre ameaçada .....	87
Figura 9 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre ameaçada .....	88
Figura 10 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre .....	88
Figura 11 – Publicações mídias sociais – Reunião pública - PCH Rodeio.....	89
Figura 12 – Publicações mídias sociais – Reunião pública - PCH Rodeio.....	89
Figura 13 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 1/5 .....	90
Figura 14 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 2/5 .....	90
Figura 15 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 3/5 .....	91
Figura 16 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 4/5 .....	91
Figura 17 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 5/5 .....	91
Figura 18 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 1/4.....	92
Figura 19 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 2/4.....	92
Figura 20 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 3/4.....	93
Figura 21 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 4/4.....	93
Figura 22 – Áreas de supressão e estágios sucessoriais da PCH Rodeio, Rodeio e Benedito Novo, SC. ....	104
Figura 23 - Coleta de epífitas em árvore derrubada. ....	110
Figura 24 - Coleta de epífitas antes da supressão. ....	110
Figura 25 - Contagem e identificação das epífitas.....	110
Figura 26 - Transporte de epífitas. ....	110
Figura 27 - Realocação de epífitas. ....	110
Figura 28 - Realocação de epífitas. ....	110



---

Figura 29 - Equipamento (gancho herpetológico) disponível para as atividades de manejo e resgate de fauna. ....	114
Figura 30 - Materiais disponíveis para as atividades de manejo e resgate de fauna.....	115
Figura 31 - Modelo de ficha de acompanhamento diário.....	115
Figura 32 - Exemplo de disposição do plantio de mudas .....	148
Figura 33 - Exemplo de estaca utilizada. ....	149
Figura 34 - Exemplo de coroamento em mudas plantadas. ....	150

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Equipe Técnica.....	13
Quadro 2 – Comparação PB 2016 x PE 2022 .....	18
Quadro 3 – Vazões Médias Mensais – PCH Rodeio .....	23
Quadro 4 – Curva de Permanência Mensal – PCH Rodeio.....	24
Quadro 5 – Curva de Frequência de Cheias – E. F. Benedito Novo – Período Úmido ou Anual .....	26
Quadro 6 – Curva de Frequência de Cheias – E. F. Benedito Novo – Período Seco .....	26
Quadro 7 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Barramento – Período Úmido ou Anual.....	27
Quadro 8 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Barramento – Período Seco .....	27
Quadro 9 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Casa de Força – Período Úmido ou Anual .....	27
Quadro 10 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Casa de Força – Período Seco.....	28
Quadro 11 – Q <sub>7,10</sub> PCH Rodeio .....	28
Quadro 12 - Curva de Descarga Natural na seção do barramento .....	30
Quadro 13 - Memorial de Cálculo da Tubulação de Vazão Sanitária.....	32
Quadro 14 - Curva de Descarga Natural no Canal de Fuga.....	34
Quadro 15 - Perdas de Carga no Circuito de Geração.....	35
Quadro 16 - Curva de Rendimento da Turbina Francis Horizontal Simples.....	40
Quadro 17 – Padrões de lançamento de Efluentes .....	61
Quadro 18 – Dimensões dos Sumidouros .....	64
Quadro 19 – Dimensões dos Sumidouros .....	66
Quadro 20 – Cronograma do Programa Ambiental de Construção.....	73
Quadro 21 – Cronograma do Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental .....	80
Quadro 22 – Cronograma do Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental.....	96
Quadro 23 – Cronograma do Programa de Desmobilização de Mão de Obra Migrante.....	102
Quadro 24 - Quadro-resumo das áreas de supressão. ....	103
Quadro 25 – Cronograma do Programa de Supressão da Vegetação.....	119
Quadro 26 – Cronograma do Programa de Implantação da Faixa Ciliar.....	125
Quadro 27 – Cronograma do Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática .....	136
Quadro 28 – Pontos de Monitoramento da Ictiofauna .....	140

Quadro 29 – Cronograma do Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna.....	144
Quadro 30 – Cronograma do Programa de Recuperação das Áreas Degradadas .....	154
Quadro 31 – Cronograma do Programa de Gerenciamento dos Resíduos e Efluentes .....	166
Quadro 32 – Cronograma do Programa de Monitoramento dos Ruídos .....	176
Quadro 33 – Cronograma do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água Superficial.....	185
Quadro 34 – Parâmetros de Qualidade de Água Subterrânea.....	187
Quadro 35 – Cronograma do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade de Água Subterrânea.....	190
Quadro 36 – Cronograma do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico.....	197
Quadro 37 – Processos de Instabilidade .....	199
Quadro 38 – Cronograma do Programa de Monitoramento da Estabilidade de Taludes e Processos Erosivos.....	203

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – AHE's Operando na Bacia do Rio Benedito.....	21
Tabela 2 – AHE's Previstos na Bacia do Rio Benedito.....	21
Tabela 3 – Dimensionamento da grade, comporta e submergência .....	33
Tabela 4 – Distribuição geral de serviços .....	48
Tabela 5 - Materiais e equipamentos utilizados durante as atividades de manejo e resgate de fauna. .....	113
Tabela 6 – Tipos de Resíduos e suas Cores .....	160
Tabela 7 – Níveis Máximos de Ruído Externo Permitidos (ruídos constantes) – NBR 10.151/2000167	
Tabela 8 – Parâmetros Limnológicos e de Qualidade de Água.....	179

## 1 DESCRIÇÃO DOS RESPONSÁVEIS

### 1.1 Empreendedor



Rodeio Energética S.A.

**CNPJ:** 22.416.656/0001-22

**Endereço:** Rod. José Carlos Daux, 500, sala 403, parte Torre 1, bairro João Paulo, Florianópolis – SC.

**CEP:** 88030-300

**Contato:** Eduardo de Melo Watzko

**Fone:** (48) 3203-7650

**e-mail:** [eduardo@estelarengenharia.com.br](mailto:eduardo@estelarengenharia.com.br)

### 1.2 Empresa Responsável pela elaboração do RDPA - Equipe Técnica



ESTELAR Engenheiros Associados

**CNPJ:** 08.995.267/0001-76

**Endereço:** Rod. José Carlos Daux, 500, sala 403, parte Torre 1, bairro João Paulo, Florianópolis – SC.

**CEP:** 88030-300

**Contato:** Rodolfo Dornelas

**Fone:** (48) 3203-7650

**e-mail:** [rodolfo@estelarengenharia.com.br](mailto:rodolfo@estelarengenharia.com.br)

#### Quadro 1 – Equipe Técnica

Profissional	Formação	Empresa	Função no RDPA e EAS	Conselho de Classe	Cadastro Técnico no IBAMA
Rodrigo Kern	Engenheiro Sanitarista e Ambiental, M.Sc.	Estelar Engenheiros Associados	Responsável Técnico e Coordenação Detalhamento dos Programas Ambientais	CREA/SC 079175-9	1296319
Priscila Bogo Pessini	Engenheira Sanitarista e Ambiental	Estelar Engenheiros Associados	Detalhamento dos Programas Ambientais	CREAS/SC 154721-7	5708685
Mauren Marques Domit	Geóloga	Estelar Engenheiros Associados	Geologia	CREA/SC 091815-3	5683078
Heverson Thrún	Engenheiro Florestal	Thrún Engenharia Ambiental	Meio Biótico	CREA/SC 065297-4	

## **2 PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

### **2.1 Histórico do Processo**

A PCH Rodeio teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do Despacho Nº 551 de 15 de março de 2016 (DRS-PCH) e LAP emitida em 18/12/2018 pelo IMA/SC, sob número 10968/2018, tendo esta, como adendo, o parecer técnico Nº 11904/2018.

Em 10 de junho de 2019, a RODEIO ENERGÉTICA S.A. protocolou junto ao IMA o Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais (RDPA).

Em 04 de novembro de 2020, o IMA emitiu a Informação Técnica nº 1694/2020 solicitando esclarecimentos e complementações referentes ao processo de solicitação da LAI da PCH Rodeio.

Após a apresentação dos esclarecimentos, o IMA emitiu a Licença Ambiental de Instalação, LAI Nº 7529/2021, em 25 de janeiro de 2022, juntamente com a Autorização de Corte, AuC nº 970/2021.

As condicionantes apresentadas na LAI foram respondidas e protocoladas em 25 de março de 2022, sob o Processo IMA nº 13678/2022.

### **2.2 Programas Ambientais Elencados na LAI**

Segundo Parecer Técnico Nº 8377/2021 e LAI Nº 7529/2021, a implantação da PCH Rodeio deve ser acompanhada dos seguintes programas ambientais:

- Plano Ambiental de Construção (PAC)
- Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental
- Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental
- Programa de Desmobilização de Mão de Obra Migrante
- Programa de Supressão da Vegetação
- Programa de Implantação da Faixa Ciliar
- Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática
- Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna
- Programa de Recuperação das Áreas Degradadas
- Programa de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos e Efluentes
- Programa de Monitoramento de Ruídos
- Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água Superficial
- Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas
- Plano Ambiental de Conservação e Uso no Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA)
- Plano de Monitoramento Ambiental Integrado

- Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico
- Programa de Estabilidade de Taludes e Processos Erosivos

## 2.3 Demais Condicionantes da LAI

- Manter durante todo o período de obras e enchimento do circuito de geração, no mínimo, a vazão ecológica de 1,69 m³/s no TVR, valor que corresponde a 100% da Q<sub>7,10</sub>.
- Execução dos Planos, Programas, Projetos e Medidas Mitigadoras propostos no Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais, e estabelecidos nas condicionantes da Licença, cumprindo os respectivos cronogramas de implantação.
- No âmbito do Programa de Supervisão Ambiental deverão ser encaminhados ao IMA, relatórios semestrais, mostrando os resultados e andamento de todos os programas ambientais. Os resultados dos monitoramentos e demais programas devem ser apresentados de forma cumulativa para avaliar a progressão das variáveis ambientais ao longo do tempo.
- Fica proibida a intervenção em áreas que não sejam de propriedade do empreendedor e que não tenham sido devidamente indenizadas.
- Apresentar os relatórios de monitoramento da pressão acústica a ser realizado em cada evento de detonação a céu aberto, antes do início das detonações no trecho subterrâneo.
- Com base no disposto no Decreto 3.754/2010, serão aceitos somente relatórios de ensaios, laudos e outros documentos provenientes de laboratórios que sejam reconhecidos por este Instituto conforme as normas e critérios estabelecidos na Instrução Normativa IN - 64 (Reconhecimento de Laboratórios) do IMA.
- Apresentar o projeto atualizado e corrigido do sistema de tratamento de efluentes sanitários a ser instalado no canteiro de obras, e indicar claramente a destinação final dos efluentes tratados informando o nível do lençol freático do local onde haverá instalação dos sumidouros. Esclarecer, também, se o pico de trabalhadores será 65 ou 95 funcionários. O projeto e as informações devem ser apresentados em até 60 dias após emissão desta licença.

Similarmente, apresentar projeto e dimensionamento das unidades separadoras de água e óleo (SAO) e caixas de sedimentação a serem implantadas no canteiro de obras e informar a destinação dos efluentes.



- Apresentar o detalhamento das atividades de controle de qualidade do ar a serem realizadas, no prazo de 90 (noventa) dias contados a partir da data de emissão da LAI.
- Apresentar o detalhamento do programa de prevenção e de monitoramento da ocorrência das espécies exóticas invasoras *Limnoperna fortunei* e *Corbicula* sp., na área de influência do empreendimento. Prazo: 90 (noventa) dias, contados a partir da data de emissão da LAI.
- Reapresentar mapa das áreas de APP a serem utilizadas para as instalações permanentes do empreendimento, distinguindo aquelas onde haverá supressão de vegetação das que não serão alvo de supressão de vegetação. Prazo: 90 (noventa) dias, contados a partir da data de emissão da LAI.

### 3 ALTERAÇÕES DO PROJETO EXECUTIVO

Com o término do Projeto Básico e a emissão da Licença Prévia Ambiental, e posteriormente da Licença Ambiental de Instalação, avançou-se com os estudos para definição do arranjo geral da PCH Rodeio, além das negociações das terras e a execução de topografia extra.

Com o avanço dos estudos percebeu-se a possibilidade da execução de uma casa de força subterrânea, que eliminaria efeitos sob a população residente próximo ao local previsto para a casa de força do projeto básico.

Após levantada a possibilidade de se fazer uma casa de força subterrânea deu-se início a investigações geológicas para avaliar o melhor local para a implantação da casa de força, chegando-se no arranjo apresentado no presente projeto executivo.

O Quadro 2 apresenta as principais alterações propostas entre o Projeto Básico (PB - 2016) e o Projeto Executivo (PE - 2022). O desenho RDO-3C-DEGE-001 apresenta os dois arranjos sobrepostos. Também é possível avaliar os dois arranjos no arquivo em formato .kmz enviado.

O memorial descritivo do Projeto Executivo é apresentado no Anexo A – Relatório Geral do Projeto Executivo.

Quadro 2 – Comparação PB 2016 x PE 2022

Evolução do Projeto		2016	2022
		Projeto Básico	Projeto Executivo
Cor Arranjo KMZ		Verde	Roxo
Hidrologia		Período da série histórica de vazões: janeiro de 1931 a julho 2014 Vazão milenar de pico instantâneo (TR 1.000) – 936,61 m³/s	Período da série histórica de vazões: janeiro de 1931 a junho de 2021 Vazão milenar de pico instantâneo (TR 1.000) – 1.129,64 m³/s
Níveis de água		NA máximo normal de montante: 126,50 m NA máximo maximorum de montante: 129,54 m NA normal de jusante: 69,45 m NA máximo de jusante: 74,64 m	NA máximo normal de montante 126,50 m NA máximo maximorum de montante 129,50 m NA normal de jusante 69,34 m NA máximo de jusante 75,46 m
Barramento	Geral	Barramento localizado no km 24,24.	Barramento localizado no km 24,36, portanto, houve o deslocamento para montante em 122 m.
	Área do reservatório (ha)	Área inundada: 0,59 ha Área da calha do rio: 0,34 ha	Área inundada: 0,19 ha Área da calha do rio: 0,11 ha
	Vertedouro Soleira Livre	Geometria linear e perfil Creager Largura = 65,00 m Altura máxima = 11,85 m Altura média = 9,00 m	Geometria labirinto Largura efetiva = 84,55 m Largura linear: 38,00 m Altura máxima = 3,50 m Altura média = 3,00 m
	Vertedouro com acionamento por Comportas	1 un Comporta Basculante Largura = 5,00 m El. Crista = 124,00 m	1 un Comporta Basculante Largura = 5,00 m El. Crista = 121,00 m

Evolução do Projeto		2016	2022
		Projeto Básico	Projeto Executivo
Circuito de Adução	Geral	Concepção do circuito de geração: canal de adução, tomada de água, túnel de adução, chaminé de equilíbrio, conduto forçado com derivações ao final para as unidades geradoras na chegada a casa de força e canal de fuga. Todo o circuito de geração estava localizado na margem esquerda do rio Benedito	Concepção do circuito de geração: canal de adução, tomada de água, shaft, túnel de adução, condutos forçados, casa de força subterrânea, túnel de fuga e canal de fuga. O circuito de geração inicia-se pela margem direita do rio Benedito, porém o túnel de fuga atravessa o rio Benedito do km 23,61 e sai com o canal de fuga pela margem esquerda.
	Tomada de Água	Localizada na margem esquerda do reservatório, aproximadamente 15,00 m a montante do barramento.	Localizada junto ao barramento na margem direita.
	Túneis e Conduto	Túnel de adução com comprimento total de 2.000,00 m	Túnel de adução com comprimento total de 693,50 m, e túnel de fuga com comprimento de 1.625,00 m.
		O conduto forçado possui inicialmente 3,00 m de diâmetro e atravessa a SC-477 perpendicularmente. A implantação do conduto por baixo da SC-477 necessitará de um desvio da rodovia durante a fase de obras. Próximo a chegada a casa de força os condutos ramificam para cada uma das unidades geradoras.	No local de implantação do conduto sob a SC-477 agora será um túnel subterrâneo, retirando a necessidade de desvio da SC-477 durante as obras.
		O desemboque do túnel está localizado a montante da SC-477 e a casa de força a jusante da SC-477.	O desemboque do túnel de fuga foi deslocado para jusante da SC-477, de forma que se encontra previsto no local da casa de força do PB 2016. Portanto a supressão do antigo desemboque é anulada em decorrência do deslocamento do desemboque do túnel.
Casa de Força		Do tipo Abrigada, está localizada próximo ao km 181,80 da SC-477, na margem esquerda do rio.	Do tipo Subterrânea, está localizada na margem direita. O acesso a casa de força será feito através de túnel subterrâneo, próximo a Rua Rodeio, no km 23,97 do rio.
		3 unidades geradoras iguais (3.250 kW de potência cada)	UG1 com 4,80 MW e as UGs 2 e 3 com 2,475 MW cada
Subestação		Localizada junto a casa de força da usina	Não haverá subestação
Linha de Transmissão		LT em 138 kV que interligaria a Rodeio com a LT da PCH Alto Benedito Novo I (existente), com extensão de aproximadamente 2,7 km	LDMT em 13,8 kV de 6 km da PCH que interligará a Rodeio com a SE da PCH Águas da Serra

## **4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E PROJETO ARQUITETÔNICO COM MEMORIAIS DESCRITIVOS DO PROJETO EXECUTIVO**

### **4.1 Introdução**

O Projeto Executivo da Pequena Central Hidrelétrica Rodeio foi desenvolvido pela empresa Estelar Engenheiros Associados Ltda. O aproveitamento do potencial hidráulico existente neste local para a geração de energia elétrica será realizado através da instalação da potência de 9,75 MW e garantia física de energia de 6,230 MW, com fator de capacidade igual a 0,639.

Para minimizar novas alterações do meio, o estudo procurou estabelecer uma proposição tal que proporcione uma redução significativa dos impactos no trecho ocupado pelo empreendimento.

#### **4.1.1 Localização e acessos**

A bacia do rio Benedito integra o médio vale do rio Itajaí, na região de Blumenau e está inserida na sua totalidade no estado de Santa Catarina. Faz parte da bacia do rio Itajaí-Açu (código 83) e está localizada entre os paralelos 26° 28' e 27° 00' de latitude sul e meridianos 49° 13' e 49° 42' de longitude oeste.

O trecho em estudo situa-se na porção nordeste do estado e está localizada entre o litoral e o planalto (Serras do Leste Catarinense), com aproximadamente 34 km de extensão e desnível de cerca de 233 m.

Até o desemboque no rio Itajaí-Açu, junto à cidade de Indaial, a bacia do rio Benedito drena áreas dos municípios de Doutor Pedrinho, Benedito Novo, Rodeio, Rio dos Cedros e Timbó, totalizando cerca de 1.502 km<sup>2</sup>.

A cidade de Blumenau, localizada junto a margem do rio Itajaí-Açu, é a de maior porte e situa-se 36 km a jusante da cidade de Timbó.

O acesso por via aérea pode ser feito até o Aeroporto de Navegantes, localizado a cerca de 61 km de distância da cidade de Blumenau.

Deste local, o acesso rodoviário ao trecho a PCH Rodeio, faz-se pela rodovia BR-470, partindo de Navegantes e passando pela cidade de Ilhota, Gaspar, Blumenau até Indaial. Em seguida, seguindo a SC-416 chega-se à cidade de Timbó e pela BR-477, percorre de Timbó a Benedito Novo, passando por Rodeio, que compreende o trecho de interesse de estudo. Estas rodovias são totalmente asfaltadas.

O Des. RDO-3C-DEAC-001, presente no Anexo B – Caderno de Desenhos do Projeto Executivo, apresenta a localização da bacia do rio Benedito, os acessos possíveis para as áreas de influência do aproveitamento estudado e a Divisão Político Administrativa Regional.

## 4.2 Divisão de Quedas e Situação dos Aproveitamentos

Atualmente existem 8 aproveitamentos hidrelétricos em operação na bacia do Rio Benedito, totalizando 33,450 MW de potência já instalada, o que representa 0,86% da capacidade instalada em Santa Catarina. Há outros 2 empreendimentos previstos na bacia: a PCH Águas da Serra em construção, a PCH Rodeio com outorga e projeto básico aprovado.

Tabela 1 – AHE's Operando na Bacia do Rio Benedito

N	AHE	Potência (MW)
1	PCH Salto Donner I	1,907
2	PCH Salto Donner II	2,890
3	PCH Alto Benedito Novo I	15,000
4	PCH Alto Benedito Novo II	5,600
5	CGH Alto Benedito Novo	2,192
6	PCH Santa Maria	3,200
7	CGH Ilha	1,620
8	CGH Liberdade	1,041
TOTAL		33,450

Fonte: Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA (ANEEL, 2022).

Tabela 2 – AHE's Previstos na Bacia do Rio Benedito

N	AHE	Potência (MW)
1	PCH Águas da Serra	22,500
2	PCH Rodeio	9,750

Fonte: Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA (ANEEL, 2022).

## 4.3 Aspectos Técnicos

A PCH Rodeio é uma pequena central hidrelétrica que aproveita o desnível do rio Benedito, possuindo uma potência total instalada de 9,75 MW, contando com três turbinas do tipo Francis Horizontal Simples, com garantia física de energia de 6,230 MW.

O barramento é composto por vertedouro tipo labirinto, de soleira livre, fechando na margem esquerda diretamente em rocha. O vertedouro tem 38 m de largura linear, e 84,55 m de largura efetiva. O fechamento na ombreira direita é realizado pela tomada de água, na El. 133,00 m.

Também está previsto um vertedouro controlado por comporta basculante, de com 05 metros de largura e crista na El. 121,00 m.

A área de drenagem no local da barragem é de 760,00 km<sup>2</sup>.

A adução é composta por canal, tomada de água, shaft, túnel de adução, condutos forçados que levam até as unidades geradoras na casa de força subterrânea, túnel de fuga e canal de fuga.

O túnel de adução possui 689,50 m de comprimento com seção de 4,00 m de base e 4,50 m de altura até a transição para cada conduto forçado, que passa a ter 3,00 m de diâmetro. Os túneis ramificados dão origem a cada conduto forçado que seguem até as unidades geradoras. A restituição da água ao rio é realizada através de um túnel de fuga de 1.625,00 m de comprimento mais 55,50 m de canal de fuga, com seção arco retângulo de 5,00 m de diâmetro.

A PCH Rodeio irá se conectar na Subestação da PCH Águas da Serra com tensão nominal de 13,8 kV e aproximadamente 6 km de extensão.

O nível máximo normal do reservatório foi definido na El. 126,50 m, proporcionando, juntamente com uma barragem/vertedor com altura máxima de 3,50 m (no NA máx. normal), uma queda bruta total de 57,16 m. A altura máxima da barragem, na seção da tomada d'água, local de fechamento da barragem na margem direita é 14,00 m. Os detalhes do reservatório são apresentados no Des. RDO-3C-DERE-001. A perda hidráulica máxima total calculada para o circuito de geração foi de 2,627 m (4,60 % da queda bruta total).

O orçamento total previsto para a implantação da planta, excluindo a sua interligação ao Sistema Interligado Nacional, é de R\$ 72.012.427,20.

O planejamento construtivo do empreendimento prevê um prazo total de implantação até a operação comercial de 24 meses. No Anexo A – Relatório Geral do Projeto Executivo, é apresentada a Ficha-Resumo completa no padrão ANEEL, a qual caracteriza melhor a PCH Rodeio e as alterações realizadas para o Projeto Executivo.

#### 4.3.1 Estudos Hidrológicos

Em relação ao Projeto Básico, os estudos hidrológicos foram atualizados para o Projeto Executivo. O relatório detalhado dos dados atualizados nos estudos hidrológicos é apresentado no Anexo A – Relatório Geral do Projeto Executivo.

A seguir são apresentadas as principais vazões características que alteraram devido à atualização da hidrologia.

##### 4.3.1.1 Vazões Médias Mensais no Local da PCH Rodeio

O Quadro a seguir apresenta-se a série de vazões médias mensais no local da PCH Rodeio, obtida por relação direta de área de drenagem com a estação fluviométrica Benedito Novo. Adotou-se esta metodologia pela proximidade de áreas de drenagem entre a estação e a PCH.

Quadro 3 – Vazões Médias Mensais – PCH Rodeio

Vazões Médias Mensais - PCH Rodeio - Rio Benedito - AD = 760,00 km²															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1931	46,40	18,41	25,92	16,17	38,13	31,18	20,41	16,32	47,00	21,18	13,82	25,24	26,68	47,00	13,82
1932	23,34	36,91	23,98	24,55	19,46	10,16	8,22	12,02	16,97	27,41	24,45	28,45	21,32	36,91	8,22
1933	15,53	27,13	12,31	15,15	20,86	10,71	8,95	9,63	22,40	30,97	15,07	12,98	16,81	30,97	8,95
1934	30,54	42,27	16,01	25,63	20,99	8,99	10,73	8,18	12,09	17,33	6,88	11,32	17,58	42,27	6,88
1935	8,78	8,66	11,06	7,39	4,11	6,51	6,54	12,55	30,52	55,72	13,53	15,04	15,03	55,72	4,11
1936	45,99	11,65	9,96	9,01	9,42	20,32	8,15	42,95	35,10	22,00	14,02	11,89	20,04	45,99	8,15
1937	13,76	24,79	29,14	36,77	23,45	12,57	8,06	15,49	10,64	33,35	29,56	11,84	20,78	36,77	8,06
1938	34,14	18,97	13,79	22,34	21,02	27,69	17,95	8,67	9,81	9,50	7,88	10,74	16,88	34,14	7,88
1939	11,45	9,46	20,20	13,59	13,99	10,59	7,04	5,45	27,36	16,67	60,91	42,31	19,92	60,91	5,45
1940	26,52	14,05	11,32	17,84	9,42	6,11	6,70	16,85	6,59	13,53	10,67	13,57	12,76	26,52	6,11
1941	15,22	17,48	10,01	7,86	12,12	15,15	6,03	10,75	9,80	12,72	19,78	17,62	12,88	19,78	6,03
1942	11,48	51,96	24,30	26,84	17,50	22,99	16,64	15,99	12,14	9,04	11,82	14,15	19,57	51,96	9,04
1943	9,09	13,35	7,90	6,24	11,74	29,75	20,22	36,63	20,30	19,94	12,63	9,94	16,48	36,63	6,24
1944	17,58	17,09	25,20	9,80	6,60	5,86	4,98	9,73	10,71	9,51	19,77	13,51	12,53	25,20	4,98
1945	8,46	39,49	12,13	11,62	5,39	5,12	16,19	5,70	17,03	30,84	14,21	18,42	15,38	39,49	5,12
1946	36,71	84,54	54,80	18,13	10,82	29,36	21,46	18,63	10,15	20,36	8,91	15,13	27,42	84,54	8,91
1947	20,57	45,99	22,58	8,36	13,31	12,68	19,68	20,87	43,16	52,65	26,72	26,25	26,07	52,65	8,36
1948	38,81	46,50	35,72	20,78	31,88	9,01	8,75	26,88	11,80	9,89	13,41	5,41	21,57	46,50	5,41
1949	10,34	5,34	15,19	21,72	6,19	16,08	5,98	12,13	15,22	9,71	10,37	9,10	11,45	21,72	5,34
1950	20,68	18,31	41,91	13,46	11,36	11,67	6,88	6,08	7,95	24,32	7,03	15,23	15,41	41,91	6,08
1951	14,76	34,98	20,61	9,02	5,45	4,38	6,45	2,72	4,06	30,92	17,34	10,88	13,46	34,98	2,72
1952	9,97	10,88	8,66	3,95	2,66	10,38	7,18	4,10	15,95	21,87	25,28	12,91	11,15	25,28	2,66
1953	22,51	19,44	15,65	11,11	11,06	6,39	5,90	5,70	9,91	32,25	36,53	17,94	16,20	36,53	5,70
1954	17,35	23,60	31,86	30,18	42,78	21,59	20,47	10,65	17,73	43,50	10,49	7,52	23,14	43,50	7,52
1955	8,99	8,36	12,19	13,67	29,45	17,52	33,70	13,13	23,60	8,12	8,94	12,49	15,85	33,70	8,12
1956	25,26	19,08	10,43	18,46	29,20	13,56	11,62	13,67	19,99	20,05	10,27	6,21	16,48	29,20	6,21
1957	15,50	16,35	19,91	20,88	29,80	21,42	55,15	61,26	67,45	24,69	19,92	23,40	31,31	67,45	15,50
1958	13,52	46,52	61,89	20,31	16,53	24,05	8,59	15,36	25,04	17,87	24,68	27,34	25,14	61,89	8,59
1959	33,25	29,38	14,08	20,86	14,84	6,73	4,67	11,95	27,58	12,53	7,99	5,73	15,80	33,25	4,67
1960	17,93	29,67	23,73	17,50	9,98	6,73	4,48	38,44	14,32	20,89	40,21	21,33	20,43	40,21	4,48
1961	19,17	33,27	31,55	11,28	11,74	13,41	7,99	4,36	48,85	38,21	56,08	18,40	24,53	56,08	4,36
1962	10,98	14,26	20,75	9,00	10,10	7,70	9,16	6,05	23,43	20,70	15,29	11,33	13,23	23,43	6,05
1963	21,98	40,20	40,95	14,63	6,28	4,09	4,10	4,49	24,57	36,97	39,15	22,25	21,64	40,95	4,09
1964	8,04	14,75	13,89	12,94	17,28	11,47	12,29	11,06	20,81	18,53	10,12	12,35	13,63	20,81	8,04
1965	23,35	10,03	9,70	12,05	35,61	14,95	23,12	18,48	20,00	24,08	45,11	21,71	45,11	21,71	9,70
1966	34,69	60,73	32,16	40,74	17,19	23,50	14,35	8,69	25,53	34,36	22,09	18,97	27,75	60,73	8,69
1967	17,82	56,59	28,01	10,81	7,19	12,53	16,09	5,63	17,20	12,77	25,77	25,30	19,64	56,59	5,63
1968	15,72	10,51	9,18	9,93	3,82	4,74	3,19	3,52	14,38	22,15	10,67	8,03	9,65	22,15	3,19
1969	17,05	26,63	20,40	45,21	16,42	48,78	25,59	13,71	12,60	14,01	32,99	10,89	23,69	48,78	10,89
1970	16,86	20,39	19,49	15,01	10,11	21,01	28,01	14,19	14,14	18,39	12,27	31,27	18,43	31,27	10,11
1971	62,90	31,12	54,78	25,58	26,68	29,56	21,67	9,19	12,57	26,53	6,97	4,43	26,00	62,90	4,43
1972	9,50	27,84	26,77	16,32	4,96	11,52	9,34	35,79	33,17	33,80	23,62	29,21	21,82	35,79	4,96
1973	18,54	28,89	12,92	13,18	14,55	28,71	22,53	52,23	35,39	29,02	15,64	15,56	23,93	52,23	12,92
1974	35,90	30,08	77,19	15,96	2,26	3,42	19,34	3,39	16,38	4,55	2,59	4,20	17,94	77,19	2,26
1975	12,79	10,31	18,67	11,08	10,77	11,28	9,92	26,37	37,38	46,19	30,81	56,40	23,50	56,40	9,92
1976	23,16	19,17	35,57	11,25	28,26	36,06	15,23	20,54	15,15	12,91	13,54	15,19	20,50	36,06	11,25
1977	21,88	21,31	25,93	22,26	6,02	3,67	6,19	15,49	9,73	50,92	30,82	16,35	19,21	50,92	3,67
1978	13,02	14,75	31,19	3,19	1,99	2,74	7,42	10,36	18,97	12,64	12,56	31,46	13,36	31,46	1,99
1979	5,09	9,37	10,73	12,74	37,12	10,43	12,44	10,48	16,21	43,52	39,00	22,39	19,13	43,52	5,09
1980	19,16	26,74	24,32	12,72	9,58	9,83	30,38	31,43	28,22	25,04	28,44	55,57	25,12	55,57	9,58
1981	32,43	30,80	16,16	8,83	6,07	3,94	8,52	6,84	7,72	22,31	19,82	27,82	15,94	32,43	3,94
1982	10,75	34,96	23,06	14,20	15,88	19,69	21,72	13,98	9,67	30,19	51,06	26,18	22,61	51,06	9,67
1983	34,65	28,08	39,15	17,58	49,08	45,89	143,7	36,45	31,53	24,26	15,86	38,81	42,08	143,7	15,86
1984	16,67	12,52	26,62	17,84	19,91	23,44	19,60	89,85	25,41	23,81	37,14	14,86	27,31	89,85	12,52
1985	7,61	21,55	12,64	32,84	7,84	3,97	4,54	1,87	8,38	7,11	15,76	1,87	10,50	32,84	1,87
1986	4,64	17,84	7,43	12,35	3,91	3,62	3,90	5,02	17,97	17,75	15,74	32,17	11,86	32,17	3,62
1987	44,51	54,92	10,60	7,69	34,44	26,12	12,84	14,56	19,32	23,56	8,61	6,28	21,95	54,92	6,28
1988	20,52	22,04	12,53	10,17	53,16	20,02	8,03	3,69	19,49	22,41	8,96	5,59	17,22	53,16	3,69
1989	55,33	38,67	18,30	17,18	32,31	9,35	11,64	9,29	29,88	10,06	4,67	14,53	20,94	55,33	4,67
1990	70,99	20,13	18,01	24,96	20,59	44,81	40,86	39,29	41,33	59,88	32,24	20,79	36,16	70,99	18,01
1991	29,20	16,47	9,12	6,93	5,76	22,92	9,02	33,98	10,00	40,03	37,05	26,94	20,62	40,03	5,76
1992	18,29	44,26	23,37	11,87	73,85	47,90	58,42	37,96	30,42	17,55	14,34	8,36	32,22	73,85	8,36
1993	21,76	39,10	29,24	22,37	16,59	16,38	18,62	9,80	50,92	50,29	17,53	22,28	26,24	50,92	9,80
1994	12,74	64,52	60,10	22,26	43,22	38,31	55,66	18,37	9,62	28,95	40,91	20,83	34,62	64,52	9,62
1995	82,01	66,50	34,92	8,98	5,40	10,61	25,07	13,00	14,57	19,40	17,93	12,79	25,93	82,01	5,40
1996	20,31	21,88	38,25	30,14	6,51	25,14	28,75	12,13	35,59	27,04	19,53	13,87	23,26	38,25	6,51
1997	57,27	50,17	20,45	7,55	5,72	17,22	15,93	16,69	13,90	67,88	73,85	26,25	31,07	73,85	5,72
1998	37,48	42,21	57,11	52,76	16,80	9,34	25,70	67,90	68,45	48,79	14,89	11,24	37,72	68,45	9,34
1999	20,66	31,31	16,82	21,51	9,46	13,71	46,05	7,84	18,17	46,33	13,80	12,23	21,49	46,33	7,84
2000	25,83	28,77	15,30	6,00	2,24	4,13	4,60	4,47	29,04	25,95	13,59	12,24	14,35	29,04	2,24
2001	24,50	39,15	26,20	12,47	23,44	16,93	13,12	10,61	27,68	44,07	11,54	12,39	21,84	44,07	10,61



Vazões Médias Mensais - PCH Rodeio - Rio Benedito - AD = 760,00 km²															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
2002	10,62	11,06	10,40	9,41	6,28	4,65	4,20	14,38	17,52	18,82	35,40	27,84	14,21	35,40	4,20
2003	8,70	13,10	10,82	4,54	4,01	3,42	5,31	3,64	4,87	9,86	5,61	13,86	7,31	13,86	3,42
2004	11,22	11,12	7,88	8,80	12,11	10,93	21,49	9,71	18,87	53,15	19,21	32,27	18,06	53,15	7,88
2005	56,34	11,42	6,95	13,85	19,25	12,46	11,87	19,50	62,88	33,16	22,33	8,55	23,21	62,88	6,95
2006	12,02	6,41	9,53	4,86	3,09	2,69	3,43	3,60	4,36	13,43	17,53	16,17	8,09	17,53	2,69
2007	22,82	19,26	22,11	15,07	46,32	8,79	16,00	7,30	16,22	18,77	30,34	23,14	20,51	46,32	7,30
2008	24,36	34,24	18,04	27,42	12,92	10,63	6,09	8,29	11,35	54,96	113,2	28,77	29,18	113,2	6,09
2009	37,74	22,24	15,53	6,49	4,85	4,65	18,68	27,10	43,71	39,30	27,34	18,76	22,20	43,71	4,65
2010	67,68	35,05	40,19	60,69	55,52	40,96	38,44	28,78	9,38	25,43	14,36	49,94	38,87	67,68	9,38
2011	44,55	87,44	48,99	22,65	13,68	10,58	44,14	90,67	111,1	26,04	19,42	14,63	44,49	111,1	10,58
2012	38,17	16,99	7,91	11,04	14,93	34,58	38,24	21,18	7,26	14,13	8,18	9,93	18,55	38,24	7,26
2013	12,14	10,14	12,87	8,00	7,15	32,82	38,79	27,99	50,93	24,55	14,38	12,74	21,04	50,93	7,15
2014	28,16	16,25	39,58	13,53	13,82	91,92	18,03	11,68	19,93	17,39	10,64	18,46	24,95	91,92	10,64
2015	22,77	16,90	18,24	13,94	22,34	27,64	28,54	9,04	19,84	82,87	50,83	33,82	28,90	82,87	9,04
2016	24,14	14,73	29,20	17,89	13,64	13,93	10,81	25,47	12,42	29,31	11,58	16,72	18,32	29,31	10,81
2017	16,62	23,03	11,70	13,49	39,22	41,25	7,19	8,41	5,75	11,78	9,95	14,09	16,87	41,25	5,75
2018	26,29	14,80	25,96	17,93	11,42	9,98	5,40	5,90	18,44	34,33	13,12	15,28	16,57	34,33	5,40
2019	20,08	22,36	21,88	25,65	24,44	25,45	8,48	5,20	11,03	12,33	22,57	11,97	17,62	25,65	5,20
2020	11,99	29,77	10,80	7,94	3,11	7,63	5,98	19,81	6,96	4,78	13,80	28,87	12,62	29,77	3,11
2021	68,01	17,88	24,54	6,02	7,56	18,89							23,82	68,01	6,02
Méd	24,67	27,01	23,02	16,49	17,20	17,38	17,71	17,72	22,43	26,52	21,56	18,81	20,88	48,75	7,04
Máx	82,01	87,44	77,19	60,69	73,85	91,92	143,7	90,67	111,1	82,87	113,2	56,40	44,49	143,7	18,01
Mín	4,64	5,34	6,95	3,19	1,99	2,69	3,19	1,87	4,06	4,55	2,59	1,87	7,31	13,86	1,87

#### 4.3.1.2 Curva de Permanência no Local da PCH Rodeio

Com base na série de descargas médias mensais, determinou-se a curva de permanência de descargas para o local da barragem da PCH Rodeio, com o objetivo de subsidiar os estudos energéticos. Esta curva foi obtida considerando o critério de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das descargas médias mensais do período histórico, atribuindo-se a cada valor uma percentagem calculada pela relação entre o seu número de ordem e o número total de valores da série acrescido de 1. Desta forma, uma curva de permanência representa a percentagem do tempo em que uma determinada descarga é superada no histórico.

Os quadros a seguir apresentam os valores das curvas de permanência de descargas médias mensais e diárias para o local da barragem PCH Rodeio, para o período compreendido entre 1931 e 2021.

Quadro 4 – Curva de Permanência Mensal – PCH Rodeio

Curva de Permanência Média Mensal - PCH Rodeio	
% de Permanência	Vazão (m³/s)
1,0	77,82
2,0	65,04
5,0	51,65
10,0	40,08
15,0	34,44
20,0	29,63
25,0	26,64
30,0	24,08
35,0	21,88
40,0	20,00



Curva de Permanência Média Mensal - PCH Rodeio	
% de Permanência	Vazão (m³/s)
45,0	18,31
50,0	16,76
55,0	15,16
60,0	13,80
65,0	12,59
70,0	11,55
75,0	10,59
80,0	9,48
85,0	8,19
90,0	6,50
95,0	4,67
98,0	3,64
99,0	3,04

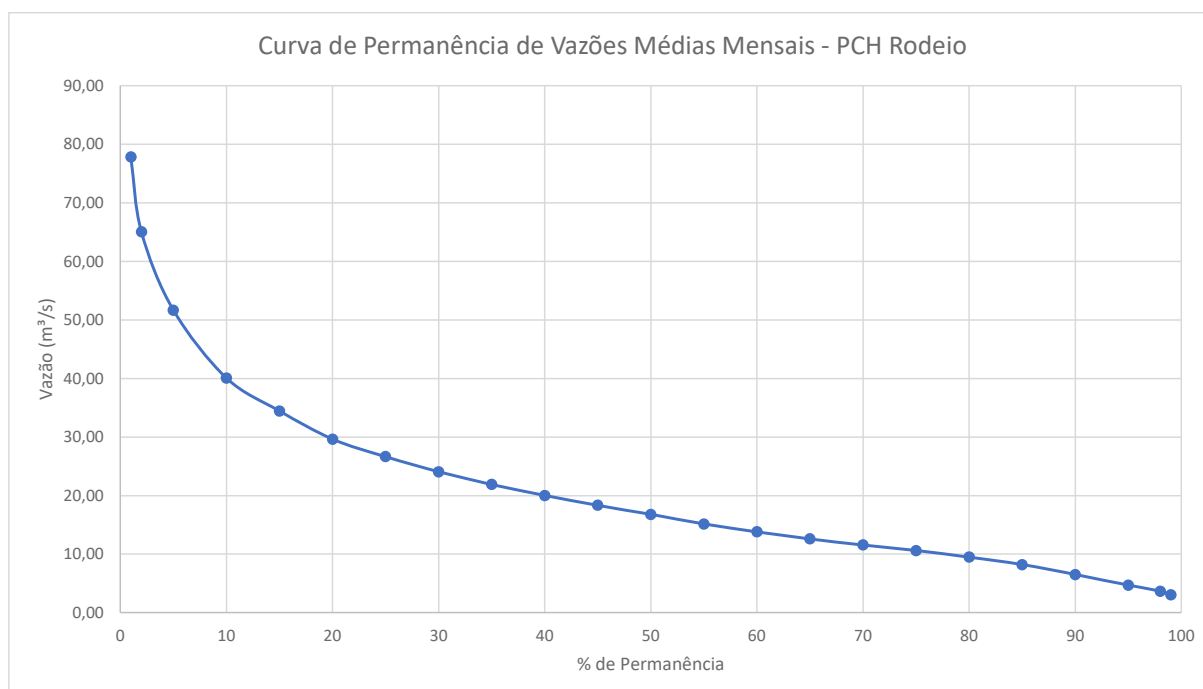


Figura 1 – Curva de Permanência Mensal – PCH Rodeio

#### 4.3.1.3 Vazões Máximas – Curva de Frequência de Cheias

Para a determinação da curva de frequência de cheias foram analisados os dados de vazões máximas médias diárias da Estação Bendito Novo, sendo esta estação escolhida pela proximidade ao local da PCH Rodeio. A curva de frequência de cheias no local da PCH foi determinada por transferência direta de relação de área de drenagem com o local da estação base.

Cabe salientar que, é usualmente considerado para região sul do Brasil como período úmido ou anual de maio a abril do ano seguinte (ano hidrológico), e período seco, de novembro a abril, sendo assim feito neste estudo.

A seleção da distribuição de probabilidade, para determinação da curva frequência de cheias foi realizada com base nos estudos elaborados pela Eletrobrás, que recomendam a utilização da Distribuição Gumbel ou Exponencial 2. Estas distribuições de probabilidade são consideradas mais “robustas”, ou seja, aquelas que produzem resultados mais confiáveis e fisicamente mais aceitáveis. Também se recomenda que seja utilizada a Distribuição Exponencial 2 sempre que a assimetria da amostra for superior a 1,5. Para assimetrias amostrais inferiores a 1,5, deve ser utilizada a Distribuição Gumbel. Sendo assim, para o período úmido e seco foi utilizada a distribuição de Gumbel.

Ressalta-se que para determinação da vazão de pico instantâneo foi utilizada a equação de Fuller.

$$Fuller = 1 + \left( \frac{2,66}{AD(km^2)^{0,3}} \right)$$

Quadro 5 – Curva de Frequência de Cheias – E. F. Benedito Novo – Período Úmido ou Anual

Curva de Frequência de Cheias - E. F. Benedito Novo		
TR (anos)	Cheia Período Úmido (m³/s)	
	Média Diária	Pico
2	200,13	274,18
2,33	218,98	300,01
5	300,88	412,22
10	367,59	503,61
25	451,87	619,08
50	514,40	704,74
100	576,47	789,77
250	658,18	901,73
500	719,89	986,26
1000	781,55	1070,74
2500	863,02	1182,36
5000	924,65	1266,79
10000	986,27	1351,21

Quadro 6 – Curva de Frequência de Cheias – E. F. Benedito Novo – Período Seco

Curva de Frequência de Cheias - E. F. Benedito Novo		
TR (anos)	Cheia Período Seco (m³/s)	
	Média Diária	Pico
2	146,39	200,56
2,33	161,58	221,36
5	227,54	311,73
10	281,27	385,34
25	349,15	478,34
50	399,51	547,33
100	449,50	615,82
250	515,31	705,99
500	565,01	774,07
1000	614,67	842,11
2500	680,29	932,02

5000	729,93	1000,01
10000	779,55	1068,01

Quadro 7 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Barramento – Período Úmido ou Anual

Curva de Frequência de Cheias - PCH Rodeio - Barramento		
TR (anos)	Cheia Período Úmido (m³/s)	
	Média Diária	Pico
2	212,13	289,27
2,33	232,12	316,52
5	318,93	434,89
10	389,64	531,31
25	478,97	653,13
50	545,25	743,51
100	611,04	833,22
250	697,66	951,33
500	763,06	1040,52
1000	828,42	1129,64
2500	914,78	1247,41
5000	980,10	1336,48
10000	1045,42	1425,54

Quadro 8 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Barramento – Período Seco

Curva de Frequência de Cheias - PCH Rodeio - Barramento		
TR (anos)	Cheia Período Seco (m³/s)	
	Média Diária	Pico
2	155,17	211,59
2,33	171,27	233,54
5	241,19	328,88
10	298,13	406,54
25	370,09	504,66
50	423,47	577,44
100	476,45	649,70
250	546,22	744,83
500	598,89	816,66
1000	651,53	888,44
2500	721,09	983,29
5000	773,70	1055,03
10000	826,31	1126,76

Quadro 9 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Casa de Força – Período Úmido ou Anual

Curva de Frequência de Cheias - PCH Rodeio – Casa de Força		
TR (anos)	Cheia Período Úmido (m³/s)	
	Média Diária	Pico
2	213,64	291,16
2,33	233,77	318,59
5	321,19	437,74
10	392,40	534,78
25	482,38	657,40
50	549,12	748,37
100	615,38	838,66

250	702,61	957,55
500	768,48	1047,32
1000	834,30	1137,02
2500	921,28	1255,56
5000	987,06	1345,21
10000	1052,84	1434,86

Quadro 10 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Rodeio Casa de Força – Período Seco

Curva de Frequência de Cheias - PCH Rodeio – Casa de Força		
TR (anos)	Cheia Período Úmido (m³/s)	
	Média Diária	Pico
2	156,27	212,98
2,33	172,48	235,07
5	242,90	331,03
10	300,25	409,19
25	372,72	507,95
50	426,48	581,22
100	479,84	653,94
250	550,10	749,70
500	603,15	822,00
1000	656,16	894,25
2500	726,22	989,71
5000	779,20	1061,92
10000	832,18	1134,12

#### 4.3.1.4 Vazões Mínimas

As características do escoamento de vazão mínima são dependentes da topografia, geologia, clima e usos do solo, sendo difícil apenas um desses fatores explicar a sua variabilidade. Para o órgão ambiental de Santa Catarina (IMA-SC) a vazão remanescente no trecho de vazão reduzida é a  $Q_{7,10}$ .

Para o cálculo das vazões mínimas foi determinada a vazão de referência  $Q_{7,10}$ , para a estação fluviométrica Benedito Novo, através de seus dados diários, calculando-se a série de vazões médias de 7 dias consecutivos de cada ano (quadro a seguir). Com a série de vazões mínimas médias de 7 dias consecutivos no local da est. Benedito Novo foi aplicada a distribuição de Weibull. O valor da  $Q_{7,10}$  foi determinado por relação de área de drenagem para o local da PCH Rodeio.

Quadro 11 –  $Q_{7,10}$  PCH Rodeio

Parâmetros de Q (m³/s)	Estação Fluviométrica Benedito Novo	PCH Rodeio
$Q_{7,10}$ Cunnane	1,88	1,99
$Q_{7,10}$ Gumbel	1,74	1,84
$Q_{7,10}$ Weibull	1,83	1,94

### 4.3.2 Estudos Hidráulicos

Os estudos hidráulicos desenvolvidos para a PCH Rodeio tiveram por objetivo fornecer as dimensões básicas das estruturas do vertedor e do circuito hidráulico de geração. Estes estudos compreenderam o dimensionamento das passagens hidráulicas, determinação de níveis de proteção contra as cheias de projeto e determinação de perdas de carga no circuito hidráulico de geração.

Salienta-se que para subsidiar os cálculos hidráulicos, através das definições das curvas de descarga nas seções de interesse, foi utilizado o modelo computacional hidrodinâmico unidimensional HEC-RAS.

### 4.3.3 Desvio do Rio e Ensecadeiras

O desvio do rio Benedito para execução da Barragem, vertedor soleira livre, vertedor controlado por comporta basculante, canal de entrada e saída do vertedor controlado, canal e tomada de água e emboque do túnel de adução será realizado em três fases conforme descrição a seguir.

Todas as fases e etapas aqui descritas podem ser acompanhadas ilustradamente a partir dos desenhos RDO-3C-DEDV-001 a 004. Para cada uma das fases de desvio levou-se em conta o tempo de exposição ao risco e o nível dos possíveis danos.

As vazões características do rio Benedito no local do barramento, utilizadas para os estudos de desvio do rio, são:

• Média longo termo	20,88 m³/s
• TR 2 anos, período seco, cheia instantânea	211,59 m³/s
• TR 2 anos, período anual, cheia instantânea	289,27 m³/s
• TR 10 anos, período seco, cheia instantânea	406,54 m³/s
• TR 10 anos período anual, cheia instantânea	531,31 m³/s

No local da Casa de Força:

• TR 5 anos, período seco, cheia instantânea	331,03 m³/s
• TR 5 anos período anual, cheia instantânea	534,78 m³/s

#### 4.3.3.1 1ª Fase

Para primeira fase de desvio optou-se por fazer a construção das estruturas no período seco. Foi estabelecido uma ensecadeira com El. 124,50 m para proteção das estruturas de primeira fase de desvio.

Quadro 12 - Curva de Descarga Natural na seção do barramento

Q (m³/s)	NA (m)		Q (m³/s)	NA (m)
0,00	123,99		34,44	125,07
1,94	124,24		40,08	125,15
3,04	124,31		51,65	125,32
3,64	124,34		65,04	125,48
4,67	124,39		77,82	125,63
6,50	124,47		148,30	126,30
8,19	124,52		218,79	126,83
9,48	124,56		289,27	127,29
10,59	124,59		316,52	127,45
11,55	124,62		434,89	128,11
12,59	124,64		531,31	128,62
13,80	124,67		653,13	129,19
15,16	124,71		743,51	129,58
16,76	124,74		833,22	129,95
18,31	124,77		951,33	130,42
20,00	124,81		1040,52	130,76
20,88	124,83		1129,64	131,09
21,88	124,85		1247,41	131,51
24,08	124,89		1336,48	131,82
26,64	124,93		1425,54	132,11
29,63	124,99			

Conforme desenho RDO-3C-DEDV-001 e 002, na primeira fase será executado:

- Realocação da Rua Rodeio e execução do acesso de serviço para escavação e execução das estruturas de concreto;
- Escavação margem esquerda, utilizando uma passagem molhada a partir do acesso de serviço;
- Escavação margem direita e lançamento ensecadeira 1ª fase;
- Esgotamento, limpeza e tratamentos;
- Construção das estruturas (tomada de água, vertedouro de comporta basculante, muros de apoio da ensecadeira de 2ª fase, muros de contenção do aterro e aterro margem direita);
- Finalização e testes na comporta basculante do vertedouro e comporta vagão da tomada de água;
- Retirada da ensecadeira de 1ª fase.

#### 4.3.3.2 2ª Fase

A segunda fase de desvio compreende na construção do vertedor labirinto soleira livre. Para tal foi prevista duas ensecadeiras transversais ao fluxo do rio Benedito, apoiadas no muro de

apoio, a montante e a jusante do barramento, conforme pode ser visto no des. RDO-3C-DEDV-003.

A ensecadeira de montante foi projetada para a El. 128,00 m, e a ensecadeira de jusante na El. 124,00 m.

As etapas previstas para segunda fase são:

- Lançamento das ensecadeiras de 2ª fase;
- Construção de uma passagem molhada para chegar à ensecadeira de montante;
- Desvio do rio pelo vão do vertedouro de comporta;
- Esgotamento, limpeza e tratamentos;
- Construção do vertedouro soleira livre.
- O desvio desta fase será realizado através do vertedouro de comporta basculante, que estará finalizado, com crista na El. 121,00 m.

#### 4.3.3.3 3ª Fase

Durante a terceira fase, será realizada a retirada da ensecadeira do barramento e iniciado o fechamento da comporta do vertedouro, iniciando-se o enchimento do reservatório.

#### 4.3.4 Vertedores

O barramento é composto por vertedouro tipo labirinto, de soleira livre, fechando na margem esquerda diretamente em rocha. O vertedouro tem 38 m de largura linear, e 84,55 m de largura efetiva. O fechamento na ombreira direita é realizado pela tomada de água.

Também está previsto um vertedouro controlado por comporta basculante, de com 05 metros de largura e crista na El. 121,00 m.

A cheia de projeto do vertedor considerada foi a vazão milenar de pico instantâneo – 1129,64 m³/s, que resultou em um NA máximo maximorum de 129,50 m.

A elevação do coroamento do barramento foi definida na cota 133,00 metros, para evitar escavações desnecessárias e facilitar o acesso. Sendo assim, a borda livre das ombreiras em relação ao nível de água máx maximorum resultou em 3,50 metros.

#### 4.3.5 Tubulação da Vazão Remascente

Para mantimento da vazão remanescente (Q7,10) estipulada pelo IMA, no caso da PCH Rodeio calculada em 1,68 m³/s, foi projetado na estrutura oito tubulações de 250 mm em ferro fundido, com grade na entrada, localizadas de acordo com os Des. RDO-2C-DEBA-001. O quadro a seguir apresenta o memorial de cálculo.

Quadro 13 - Memorial de Cálculo da Tubulação de Vazão Sanitária

NA MÁX. NOR. =	126,50	m
NA MÍN. =	126,20	m
Q =	1,94	m³/s
c =	0,70	
D =	268,5	mm
n =	8	
A =	0,45	m²
v =	4,28	m/s
h =	1,90	m
EL =	124,30	m
Para NA Normal		
h =	2,20	m
Qsan =	2,09	m³/s

#### 4.3.6 Circuito Hidráulico de Geração

O circuito hidráulico de geração compõe-se de canal de adução, tomada d'água, túnel de adução, casa de força, túnel de fuga e canal de fuga, todos na margem esquerda do rio Benedito. O sistema foi dimensionado para a vazão de projeto de 20,37 m³/s e queda líquida de 54,54 m.

##### 4.3.6.1 Canal de Adução e Tomada de Água

A tomada de água apresenta-se incorporada no barramento, na margem direita.

O canal de adução é escavado em rocha, com fundo na El. 124,60 m, e transição em rampa para El. 119,00 m. A largura do canal é variável, sendo o último trecho, no encontro com a tomada de água, com largura de 13 m.

A tomada de água possui uma estrutura de gravidade aliviada que direcionará a vazão a ser turbinada para o túnel de adução. Possui 6,00 de largura, 14,00 m de altura e coroamento na elevação 133,00 m.

Ressalta-se que, no seu dimensionamento hidráulico foi considerada a possibilidade de permitir o deplecionamento do nível de água do reservatório em até 0,50 m.

Esta estrutura destina-se a permitir a entrada de água destinada à geração de energia elétrica. Na entrada, apresentam uma abertura onde se encontra grades e, imediatamente a jusante, uma comporta vagão.

A grade apresenta 3,65 m de largura, com a base na El. 119,50 m e o topo na El. 126,10 m, apresentando, portanto, altura na vertical de 6,60 m e inclinação de 75°. As suas barras



apresentam 1,25 cm de espessura e 8 cm de espaçamento, de maneira a proteger as turbinas de materiais com dimensões maiores que o seu espaçamento. A limpeza das grades deve ser feita através de um limpa-grades automático.

A soleira da comporta foi estabelecida na El. 119,50 m. Foi prevista uma comporta com dimensões livres de 3,65 m de largura por 4,00 m de altura, resultando em velocidade máxima do escoamento de 1,39 m/s.

No quadro a seguir são apresentadas as dimensões da comporta e da grade atendendo aos critérios hidráulicos de dimensionamento. Ainda, no mesmo quadro, é apresentada a submersão mínima estabelecida no projeto da tomada d'água da PCH Rodeio.

Tabela 3 – Dimensionamento da grade, comporta e submersão

DADOS				SUBMERSÃO	
	$Q_{\text{máx}}$ (m³/s)		20,37	C	0,5434
	N.A. nor. (m)		126,50	S mín. (> 1 m)	1,52
	N.A. mín. (m)		126,00	S/d	0,38
COMPORTA				Fr	0,22
n	1			S/d > Fr	OK
L (m)	3,65	A (m²)	14,60		
H (m)	4,00	v (< 3 m/s)	1,39		
GRADE				SOLEIRA	
n	1			El. teto (m)	124,48
L (m)	4,50	A (m²)	29,70	El. soleira (m)	120,48
H (m)	6,60	v (< 1,5 m/s)	0,69	Adotado	119,50

Detalhes do canal de adução e tomada de água podem ser vistos nos desenhos RDO-3C-DEBA-001 e RDO-3C-DETU-001.

#### 4.3.6.2 Túnel de Adução

Após a tomada de água projetou-se um shaft vertical, implantado mediante a escavação do maciço rochoso, no qual irá possibilitar a passagem do túnel por baixo do rio Benedito no trecho que este o cruza para chegar à casa de força. O shaft possui 20,00 m de comprimento vertical e seção circular com diâmetro de 4,00 m.

O túnel de adução apresenta-se imediatamente na sequência do shaft, implantado mediante a escavação do maciço rochoso.

O trecho escavado em túnel apresenta-se com seção arco-retângulo, com 4,00 m (base) X 4,50 m (altura), velocidade de 1,25 para vazão de projeto, e com 693,50 m de comprimento total. A abóbada será protegida com concreto projetado e as paredes permanecerão em rocha

bruta. Quanto ao piso, após a conclusão da escavação, será realizada limpeza e preenchimento com uma camada de concreto de regularização com 10 cm de espessura.

O túnel adutor ramifica em três túneis menores que chegam até o local das unidades geradoras na casa de força, com seção arco-retângulo de 3,00 m e equidistantes os túneis em 10,50 m e 11,50 m a partir do seu eixo. Estes túneis ramificados possuem 22,40 m cada. Ao longo de todo este túnel será instalado o conduto forçado.

Detalhes do túnel podem ser vistos no Des. RDO-3C-DETU-001 a 004.

#### 4.3.6.3 Conduto Forçado

Cada túnel ramificado dá origem a um conduto forçado que realiza a transição entre a seção arco-retângulo do túnel para a seção circular do conduto. O conduto das unidades geradoras 2 e 3 (menores) possui inicialmente diâmetro de 1,30 m, e próximo a turbina reduz para 1,10 m, através de uma transição de 3,50 m de comprimento.

O conduto da unidade geradora 1 (maior) possui inicialmente diâmetro de 1,80 m, e próximo a turbina reduz para 1,60 m, através de uma transição de 3,50 m de comprimento.

Para esse trecho do conduto forçado a velocidade máxima é de 3,88 m/s para o conduto de 1,30 m de diâmetro, e de 3,93 m/s no trecho de 1,80 m de diâmetro.

#### 4.3.6.4 Túnel de Fuga/ Canal de Fuga

O túnel de fuga, escavado em rocha, apresenta no primeiro trecho três túneis, referentes a saída da sucção das 3 (três) unidades geradoras. Estes túneis apresentam seção arco-retângulo com 3,00 m de largura e 7,90 m de altura, para a UG1, e 6,40 m de altura para as UGs 2 e 3.

O comprimento do túnel de fuga individual de cada unidade geradora é de 35,35 m, 32,00 m e 28,65 m respectivamente, a partir do eixo de encontro entre os túneis, sendo que todos se encontram na El. 67,00 m.

A partir deste ponto são 1.625,00 m de túnel de fuga, com seção arco retângulo de 5,00 m de diâmetro até o desemboque. A partir deste trecho a céu aberto são 55,57 m de canal de fuga até o encontro com o rio.

A seguir encontra-se apresentada a curva de descarga do canal de fuga, determinada através dos Estudos de Remanso.

Quadro 14 - Curva de Descarga Natural no Canal de Fuga

Q (m³/s)	H (m)	Q (m³/s)	H (m)
0,00	66,09	34,68	69,52
1,95	68,89	40,36	69,60
3,06	68,93	52,01	69,74
3,66	68,95	65,50	69,89
4,71	68,98	78,37	70,03

Q (m³/s)	H (m)	Q (m³/s)	H (m)
6,55	69,03	149,30	70,63
8,24	69,07	220,23	71,12
9,55	69,10	291,16	71,60
10,66	69,12	318,59	71,78
11,63	69,15	437,74	72,48
12,67	69,17	534,78	73,00
13,90	69,19	657,40	73,58
15,26	69,22	748,37	73,99
16,88	69,25	838,66	74,36
18,44	69,27	957,55	74,82
20,14	69,30	1047,32	75,15
21,03	69,32	1137,02	75,46
22,03	69,33	1255,56	75,86
24,25	69,37	1345,21	76,15
26,83	69,41	1434,86	76,42
29,84	69,45		

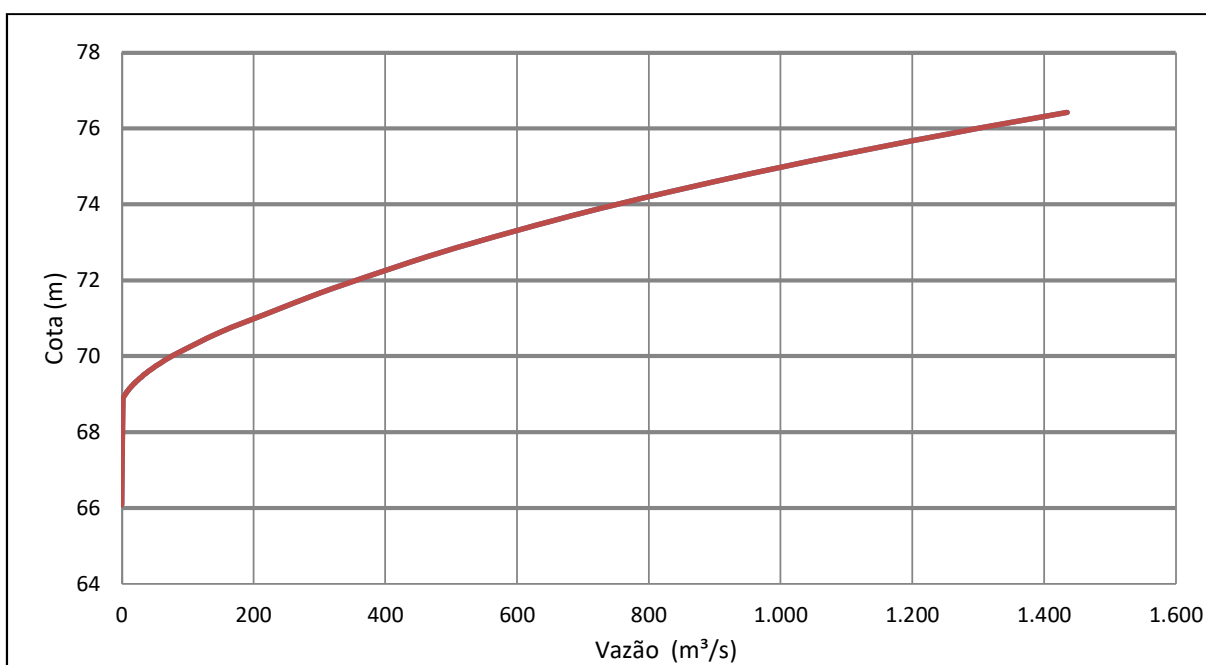


Figura 2 - Curva de Descarga Natural no Canal de Fuga

Detalhes do canal de fuga podem ser vistos nos Des. RDO-3C-DEFG-001.

#### 4.3.7 Perdas de Carga

No quadro a seguir estão indicadas as dimensões básicas e as perdas de carga ao longo de todo o circuito hidráulico de geração, para a vazão de projeto de 20,37 m³/s referente à potência instalada de 9,75 MW.

Quadro 15 - Perdas de Carga no Circuito de Geração

1. PERDAS DE CARGA NO CANAL DE ADUÇÃO	0,002
1.1. Perdas contínuas no canal	
Comprimento (m) =	10,00
Base (m) =	15,00
Altura (m) =	2,00

Área Seção Molhada (m <sup>2</sup> ) =	30,00		
Perímetro Molhado (m) =	19,00		
Rh (m) =	1,58		
Velocidade (m/s) =	0,68		
Número de Manning (m <sup>-1/3</sup> .s) =	0,030		
Perdas (m) =	0,002		
<b>3. PERDAS DE CARGA NA TOMADA DE ÁGUA</b>	<b>0,029</b>		
3.1. Perda de carga localizada na aproximação			
Base (m) =	4,50		
Altura (m) =	7,00		
Área (m <sup>2</sup> ) =	31,50		
Velocidade (m/s) =	0,65		
Coeficiente K =	0,100		
Perdas (m) =	0,002		
3.2. Perda de carga localizada nas grades			
Inclinação das barras (°) =	75		
Espessura das barras (cm) =	1,25		
Distância entre as barras (cm) =	8,00		
Fator de forma das barras =	2,42		
Velocidade nas barras (m/s) =	0,69		
Coeficiente K =	0,209		
Perdas (m) =	0,005		
3.3. Perda de carga localizada no nicho da comporta			
Base (m) =	3,65		
Altura (m) =	4,00		
Área (m <sup>2</sup> ) =	14,60		
Velocidade (m/s) =	1,39		
Coeficiente K =	0,100		
Perdas (m) =	0,010		
3.4. Perda de carga contínua na tomada de água			
Comprimento (m) =	5,00		
Base (m) =	3,65		
Altura (m) =	4,00		
Diâmetro equivalente (m) =	3,82		
Velocidade (m/s) =	1,39		
Número de Manning (m <sup>-1/3</sup> .s) =	0,014		
Fator de atrito =	0,016		
Perdas (m) =	0,002		
3.4. Perda de carga localizada na transição tomada de água x túnel			
Velocidade na tomada =	1,39		
Velocidade no túnel =	1,25		
Coeficiente K =	0,100		
Perdas =	0,010		
<b>2. PERDAS DE CARGA NO TÚNEL ADUTOR</b>	<b>0,887</b>	<b>0,911</b>	<b>0,925</b>
3.1. Perdas contínuas no shaft vertical			
Comprimento (m) =	16,00	16,00	16,00
Diâmetro (m) =	4,00	4,00	4,00
Área (m <sup>2</sup> ) =	12,57	12,57	12,57
Velocidade (m/s) =	1,62	1,62	1,62
Número de Manning (m <sup>-1/3</sup> .s) =	0,028	0,028	0,028
Fator de atrito =	0,062	0,062	0,062
Perdas (m) =	0,033	0,033	0,033

2.1. Perdas contínuas no túnel de adução principal			
Comprimento (m) =	670,00	682,00	694,00
Diâmetro Base (m) =	4,00	4,00	4,00
Altura (m) =	4,50	4,50	4,50
Área (m²) =	16,28	16,28	16,28
Velocidade (m/s) =	1,25	1,25	1,25
Número de Manning (m <sup>-1/3</sup> .s) =	0,028	0,028	0,028
Fator de atrito =	0,062	0,062	0,062
Perdas (m) =	0,822	0,837	0,851
2.1. Perdas contínuas no túnel de adução ramificado			
Comprimento (m) =	-1,30	-1,30	-1,30
Diâmetro Base (m) =	3,00	3,00	3,00
Altura (m) =	3,00	3,00	3,00
Área (m²) =	8,03	8,03	8,03
Velocidade (m/s) =	1,25	0,64	0,64
Número de Manning (m <sup>-1/3</sup> .s) =	0,028	0,028	0,028
Fator de atrito =	0,068	0,068	0,068
Perdas (m) =	-0,002	-0,001	-0,001
3.4. Perdas localizadas na transição para o túnel blindado			
Diâmetro montante (m) =	3,00	4,00	4,00
Diâmetro jusante (m) =	1,80	1,30	1,30
Área jusante (m²) =	2,54	1,33	1,33
Velocidade no conduto (m/s) =	3,94	3,90	3,90
Ângulo interno da transição (°) =	18	18	18
Relação D2/D1 =	1,67	3,08	3,08
K <sub>suave</sub> =	0,044	0,054	0,054
Perdas (m) =	0,035	0,042	0,042
4. PERDAS DE CARGA NO CONDUTO FORÇADO	0,130	0,197	0,197
4.8. Perdas contínuas no trecho 3			
Comprimento (m) =	21,90	21,90	21,90
Diâmetro (m) =	1,80	1,30	1,30
Área (m²) =	2,54	1,33	1,33
Velocidade (m/s) =	3,94	3,90	3,90
Número de Manning (m <sup>-1/3</sup> .s) =	0,0115	0,0115	0,0115
Fator de atrito =	0,014	0,015	0,015
Perdas (m) =	0,130	0,197	0,197
5. PERDAS DE CARGA NA VÁLVULA BORBOLETA	0,190	0,226	0,226
5.1. Perdas localizadas na válvula borboleta			
Diâmetro (m) =	1,60	1,10	1,10
Velocidade (m/s) =	4,99	5,44	5,44
Coefficiente K =	0,150	0,150	0,150
Perdas (m) =	0,190	0,226	0,226
2. PERDAS DE CARGA NO TÚNEL DE FUGA	1,244	1,216	1,208
2.1. Perdas contínuas nos túneis de fuga ramificados			
Comprimento (m) =	28,45	32,27	36,20
Diâmetro Base (m) =	3,00	3,00	3,00
Altura (m) =	3,50	3,50	3,50
Área (m²) =	17,37	10,50	10,50
Perímetro (m) =	10,00	10,00	10,00
Raio Hidráulico (m) =	1,74	1,05	1,05
Velocidade (m/s) =	0,58	0,49	0,49
Coefficiente de Manning =	0,028	0,028	0,028
Perdas (m) =	0,004	0,006	0,006
2.1. Perdas contínuas no túnel de adução principal			

Comprimento (m) =	1663,06	1650,06	1637,46
Diâmetro Base (m) =	5,00	5,00	5,00
Altura (m) =	3,34	3,34	3,34
Área (m²) =	16,60	16,69	16,69
Perímetro (m) =	11,77	11,77	11,77
Raio Hidráulico (m) =	1,41	1,42	1,42
Velocidade (m/s) =	1,23	1,22	1,22
Coefficiente de Manning =	0,028	0,028	0,028
Perdas (m) =	1,241	1,211	1,201
6. PERDAS DE CARGA NO CANAL DE FUGA	0,087		
6.1. Perdas localizadas na saída do túnel de fuga			
Área saída túnel (m²) =	16,60		
Área início canal de fuga (m²) =	23,36		
Velocidade saída túnel (m/s) =	1,23		
Velocidade início canal de fuga (m/s) =	0,87		
Perdas (m) =	0,006		
6.2. Perdas contínuas no início			
Comprimento (m) =	15,00		
Área (m²) =	23,36		
Perímetro (m) =	13,67		
Raio Hidráulico (m) =	1,71		
Velocidade (m/s) =	0,87		
Coefficiente de Manning =	0,028		
Perdas (m) =	0,004		
6.2. Perdas contínuas na rampa			
Comprimento (m) =	5,00		
Área (m²) =	24,87		
Perímetro (m) =	14,97		
Raio Hidráulico (m) =	1,66		
Velocidade (m/s) =	0,82		
Coefficiente de Manning =	0,028		
Perdas (m) =	0,001		
6.2. Perdas contínuas no fim			
Comprimento (m) =	25,00		
Área (m²) =	12,56		
Perímetro (m) =	16,67		
Raio Hidráulico (m) =	0,75		
Velocidade (m/s) =	1,62		
Coefficiente de Manning =	0,028		
Perdas (m) =	0,075		
Perda de carga TOTAL	2,570	2,668	2,675

A perda de carga considerada para os cálculos foi de 2,623, referente à média ponderada entre as perdas de carga para cada unidade geradora.

#### 4.3.8 Estudos energéticos

##### 4.3.8.1 Dados básicos

##### Vazões médias mensais

As vazões médias mensais utilizadas nas simulações estão indicadas nos estudos hidrometeorológicos. O período histórico determinado foi de janeiro de 1931 a junho de 2021.

### Vazão ecológica (sanitária e de uso consuntivo)

Nas simulações energéticas foi considerada a vazão sanitária de 1,94 m<sup>3</sup>/s e vazão de uso consuntivo nula.

### Níveis de montante

Foi considerado como nível máximo normal de reservatório a elevação 126,50 m, referente à crista da soleira do vertedor concluída.

### Níveis de jusante

A curva de descarga do rio Benedito, junto à saída do canal de fuga, foi apresentada na Quadro 14. O nível de jusante foi considerado variado conforme a vazão turbinada, obedecendo à curva de descarga no local do canal de fuga.

### Perda de carga

Perda de carga variável com a vazão turbinada, com a utilização do coeficiente de perda de carga diferente de acordo com a vazão e o número de unidades em operação.

### Indisponibilidade

Para efeito de determinação da energia assegurada, foi considerada uma indisponibilidade forçada de 1,684% do tempo total, e uma indisponibilidade programada de 3,796% para manutenção, totalizando uma indisponibilidade de 5,416% do tempo, conforme determina Portaria MME nº 42/2022.

### Rendimentos das unidades de geração

O rendimento nominal da turbina foi considerado como 93,2%, que é uma média entre o rendimento da UG 1 e das UGs 2 e 3, que são diferentes. Para o gerador o rendimento médio considerado foi de 96,0%. Assim o rendimento para o conjunto turbina/gerador resultou igual a 89,47%.

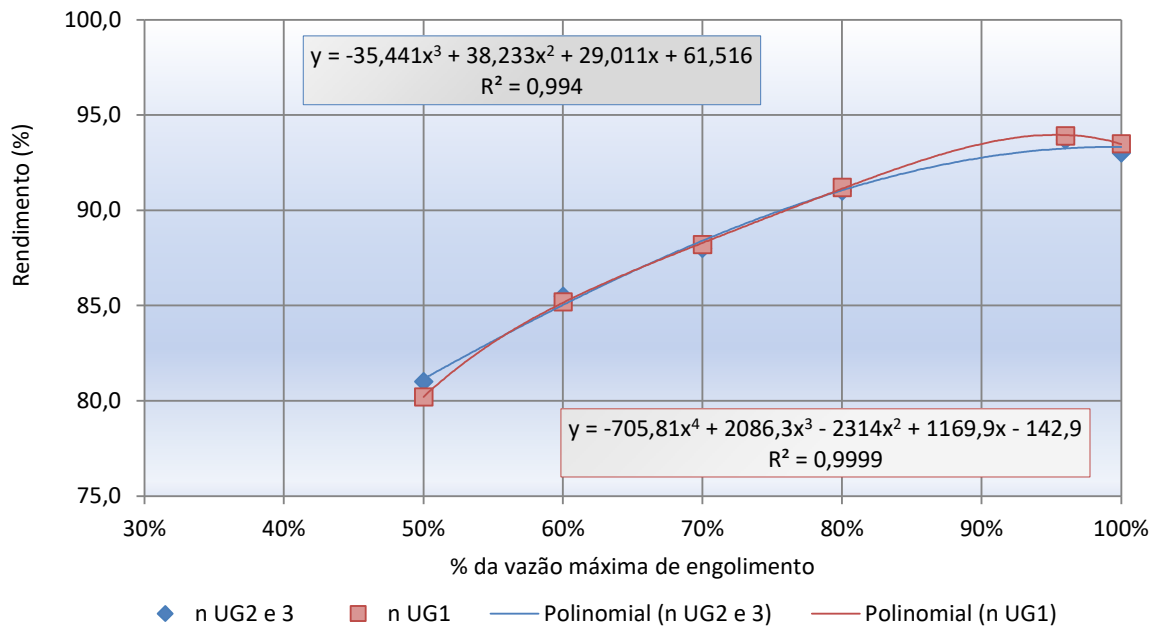


Figura 3 - Curva de Rendimento da Turbina Francis Horizontal Simples

Quadro 16 - Curva de Rendimento da Turbina Francis Horizontal Simples

Q (%)	H (%)	
	UG 1	UG 2 e 3
50%	80,2	81,0
60%	85,2	85,5
70%	88,2	88,0
80%	91,2	91,0
96%	93,9	93,7
100%	93,5	93,0

#### Perdas elétricas até o ponto de conexão e consumo interno

Para a configuração de interligação da Rodeio foi considerada nos estudos uma perda elétrica de 2,951%, além de 45,0 kW médios referentes ao consumo interno da usina.

#### 4.3.9 Características energéticas e econômicas da PCH Rodeio

- Potência instalada = 9,75 MW
- Rendimento do conjunto turbina/gerador/multiplicador = 89,47%
- Perda de carga máxima = 2,458 m
- Queda bruta = 57,16 m
- Queda líquida = 54,54 m
- Vazão de projeto = 20,37 m³/s
- Energia média = 6,625 MW
- Fator de capacidade = 0,679 (energia média)
- Fator de indisponibilidade total = 3,44%
- Perdas elétricas até o ponto de conexão = 2,951%
- Consumo interno médio = 45,0 kW
- Energia assegurada = 6,036 MW



- Fator de capacidade = 0,619 (energia assegurada)

Para atendimento à Portaria 463:

- Garantia física de energia= 6,014 MW
- Fator de capacidade = 0,617 (garantia física)

#### 4.3.10 Descrição do Arranjo geral

A PCH Rodeio está localizada no município de Benedito Novo e Rodeio, no estado de Santa Catarina, no rio Benedito. Aproveita um desnível bruto de 57,16 m no local entre o barramento e o canal de fuga.

O empreendimento é composto de vertedor em concreto convencional com soleira livre no leito do rio e vertedor controlado por comportas basculantes em concreto convencional, e uma adução localizada junto ao barramento.

A adução é composta por canal, tomada de água, shaft, túnel de adução, condutos forçados que levam até as unidades geradoras na casa de força subterrânea, túnel de fuga e canal de fuga.

O túnel de adução possui 689,50 m de comprimento com seção de 4,00 m de base e 4,50 m de altura até a transição para cada conduto forçado, que passa a ter 3,00 m de diâmetro. Os túneis ramificados dão origem a cada conduto forçado que seguem até as unidades geradoras. A restituição da água ao rio é realizada através de um túnel de fuga de 1.625,00 m de comprimento mais 55,50 m de canal de fuga, com seção arco retângulo de 5,00 m de diâmetro.

A PCH Rodeio irá se conectar na Subestação da PCH Águas da Serra com tensão nominal de 13,8 kV e aproximadamente 6 km de extensão.

##### 4.3.10.1 Barragem/Vertedor

O barramento é composto por vertedouro tipo labirinto, de soleira livre, fechando na margem esquerda diretamente em rocha. O vertedouro tem 38 m de largura linear, e 84,55 m de largura efetiva. O fechamento na ombreira direita é realizado pela tomada de água.

Também está previsto um vertedouro controlado por comporta basculante, de com 05 metros de largura e crista na El. 121,00 m.

O reservatório da PCH Rodeio terá uma área total de 0,19 ha (incluindo a calha do rio) do município de Benedito Novo, e terá comprimento total de 61,0 m.

O detalhamento da barragem/vertedor é apresentado no desenho RDO-3C-DEBA-001.

#### 4.3.10.2 Circuito hidráulico de geração

O circuito hidráulico de geração compõe-se de canal de adução, tomada d'água, shaft, túnel de adução, casa de força, túnel de fuga e canal de fuga, ocupando ambas as margens do rio Benedito. O sistema foi dimensionado para a vazão de projeto de 20,37 m<sup>3</sup>/s e queda líquida de 54,54 m.

A seguir estão descritas as características de cada componente do circuito hidráulico.

#### 4.3.10.3 Canal de adução e Tomada de Água

A tomada de água apresenta-se incorporada no barramento, na margem direita.

O canal de adução é escavado em rocha, com fundo na El. 124,60 m, e transição em rampa para El. 119,00 m. A largura do canal é variável, sendo o último trecho, no encontro com a tomada de água, com largura de 13 m.

A tomada de água possui uma estrutura de gravidade aliviada que direcionará a vazão a ser turbinada para o túnel de adução. Possui 6,00 m de largura, 14,00 m de altura e coroamento na elevação 133,00 m.

Esta estrutura destina-se a permitir a entrada de água destinada à geração de energia elétrica. Na entrada, apresentam uma abertura onde se encontra grades e, imediatamente a jusante, uma comporta vagão.

A grade apresenta 3,65 m de largura, com a base na El. 119,50 m e o topo na El. 126,10 m, apresentando, portanto, altura na vertical de 6,60 m e inclinação de 75°. As suas barras apresentam 1,25 cm de espessura e 8 cm de espaçamento, de maneira a proteger as turbinas de materiais com dimensões maiores que o seu espaçamento. A limpeza das grades deve ser feita através de um limpa-grades automático.

A soleira da comporta foi estabelecida na El. 119,50 m. Foi prevista uma comporta com dimensões livres de 3,65 m de largura por 4,00 m de altura.

Detalhes do canal de adução e tomada de água podem ser vistos nos desenhos RDO-3C-DEBA-001 e RDO-3C-DETU-001.

#### 4.3.10.4 Túnel de Adução

Após a tomada de água projetou-se um shaft vertical, implantado mediante a escavação do maciço rochoso, no qual irá possibilitar a passagem do túnel por baixo do rio Benedito no trecho que este o cruza para chegar à casa de força. O shaft possui 16,00 m de comprimento vertical e seção circular com diâmetro de 4,00 m.

O túnel de adução apresenta-se imediatamente na sequência do shaft, implantado mediante a escavação do maciço rochoso.

O trecho escavado em túnel apresenta-se com seção arco-retângulo, com 4,00 m (base) X 4,50 m (altura), e com 693,50 m de comprimento total. A abóbada será protegida com concreto projetado e as paredes permanecerão em rocha bruta. Quanto ao piso, após a conclusão da escavação, será realizada limpeza e preenchimento com uma camada de concreto de regularização com 10 cm de espessura.

O túnel adutor ramifica em três túneis menores que chegam até o local das unidades geradoras na casa de força, com seção arco-retângulo de 3,00 m e equidistantes os túneis em 10,50 m e 11,50 m a partir do seu eixo. Estes túneis ramificados possuem 21,90 m cada. Ao longo de todo este túnel será instalado o conduto forçado.

Detalhes do túnel podem ser vistos no Des. RDO-3C-DETU-001 a 004.

#### 4.3.10.5 Conduto Forçado

Cada túnel ramificado dá origem a um conduto forçado que realiza a transição entre a seção arco-retângulo do túnel para a seção circular do conduto. O conduto das unidades geradoras 2 e 3 (menores) possui inicialmente diâmetro de 1,30 m, e próximo a turbina reduz para 1,11 m, através de uma transição de 3,50 m de comprimento.

O conduto da unidade geradora 1 (maior) possui inicialmente diâmetro de 1,80 m, e próximo a turbina reduz para 1,61 m, através de uma transição de 3,00 m de comprimento.

Detalhes do conduto forçado podem ser vistos nos Des. RDO-3C-DEFR-001 a 002.

#### 4.3.10.6 Túnel de Fuga e Canal de Fuga

O túnel de fuga, escavado em rocha, apresenta no primeiro trecho três túneis, referentes a saída da sucção das 3 (três) unidades geradoras. Estes túneis apresentam seção arco-retângulo com 3,00 m de largura e 7,90 m de altura, para a UG1, e 6,40 m de altura para as UGs 2 e 3.

O comprimento do túnel de fuga individual de cada unidade geradora é de 35,35 m, 32,00 m e 28,55 m respectivamente, a partir do eixo de encontro entre os túneis, sendo que todos se encontram na El. 67,00 m.

A partir deste ponto são 1.625,00 m de túnel de fuga, com seção arco retângulo de 5,00 m de diâmetro até o desemboque. A velocidade no túnel de fuga, para vazão de projeto, é de 0,91 m/s. A partir do trecho a céu aberto são 55,50 m de canal de fuga até o encontro com o rio.

Detalhes do canal de fuga podem ser vistos nos Des. RDO-3C-DEFG-001.

#### 4.3.11 Organização espacial

O acesso principal à casa de força é realizado através de um túnel de acesso de 342,45 m de comprimento, com seção arco-retângulo de 6,00 x 6,00 m (LxH), localizado junto ao pátio na El. 118,00 m.

O túnel de acesso possui 14,85% de inclinação, até atingir o patamar da El. 77,36 m, quando interliga com os túneis de serviço, e segue com 3,46% de inclinação até atingir a El. 72,40 m, referente a área de montagem.

A sala dos painéis e baterias se encontra abaixo da área de montagem, na El. 68,85 m, a mesma do piso dos geradores. Esta área também possui um banheiro previsto.

A sala de comando será compartilhada com a PCH Águas da Serra.

Dentro da casa de força subterrânea está prevista a instalação de uma ponte rolante na El. 81,20 m, com capacidade de 30 t, cobrindo os 46,20 m do comprimento da casa de força incluindo a área de montagem/ descarga.

O piso das unidades geradoras se encontra na El. 68,85 m, a fundação na El. 67,85 m e o poço de drenagem na El. 63,55 m.

#### 4.3.11.1 Sistema construtivo

A casa de força, que será toda implantada dentro do maciço rochoso, terá todas as paredes revestidas com parede de concreto. Também é necessária a laje no piso das máquinas em concreto armado.

A escavação da casa de força subterrânea começará primeiro pela abóboda, e, terminando toda sua extensão, será feito o rebaixo até a cota da fundação.

A casa de força possui largura total (na direção do fluxo) de 8,90 m e comprimento total (transversal ao fluxo), de 46,20 m.

Está previsto ao longo de todo o comprimento da ponte rolante uma viga, que também servirá para nivelar as escavações subterrâneas.

Os desenhos RDO-3C-DECF-001 a 006 apresentam os detalhes da casa de força.

### 4.4 Linha de Distribuição de Média Tensão – 13,8 kV

A Linha de Distribuição de Média Tensão (LDMT) que transportará a energia gerada pela PCH Rodeio até a interligação com a PCH Águas da Serra (existente) será implantada com tensão nominal de 13,8 kV, extensão de aproximadamente 6,0 km, circuito duplo, cabo CA 336,4 MCM. O traçado desta LDMT é apresentado no desenho RDO-3C-DELT-001.

### 4.5 Características dos Canteiros de Obras

Os canteiros de obras da PCH Rodeio deverão possuir uma central de carpintaria, com pequeno pátio para fabricação das fôrmas especiais, central de armação, almoxarifado, escritório e local com vestiário e sanitários para os trabalhadores. Devido a distância entre barramento e casa de força, deverá ser previsto um local de armazenamento de cimento em saco e agregados para concreto, na margem direita junto à casa de força e outro junto ao

barramento/vertedor, também na margem direita. O canteiro de obras está apresentado no desenho 3709-RDO-6C-DEEA-017 do Caderno de Desenhos do RDPA.

#### 4.5.1 Acessos

Em toda a extensão abrangida pelo local do empreendimento já possui acessos locais, sendo elas a SC-477 ou a Rua Rodeio. Os desenhos RDO-3C-DEAC-001 e RDO-3C-DEAJ-001 apresentam a localização e principais vias de acesso para o empreendimento.

Para possibilitar a execução das obras subterrâneas será necessário criar acessos que conectam o local das estruturas com a área externa. Os acessos criados são descritos nos tópicos seguintes.

#### 4.5.2 Destino dos Resíduos Sólidos

Os resíduos industriais serão encaminhados para empresa contratada, Momento Engenharia, enquanto os resíduos comuns serão destinados ao aterro sanitário da SAMAE em Timbó/SC.

#### 4.5.3 Tratamento dos Efluentes

Os efluentes gerados no canteiro de obras relativos ao cotidiano dos funcionários (cozinha vestiários e banheiros) serão tratados com filtro, fossa séptica e sumidouro, dado que não há rede de coleta de esgoto no município. Os efluentes relativos a trocas de óleo serão destinados ao aterro industrial mencionado no subitem anterior.

O Memorial Descritivo do Canteiro de Obras é apresentado no Capítulo 9.

### 4.6 Implantação do canteiro de obras e acessos

Estima-se em 10 dias o período necessário para a mobilização e início do projeto executivo de engenharia, necessários às primeiras atividades de construção. Os acessos principais e a implantação do canteiro de obras deverão ocorrer em 3 meses.

### 4.7 Obras na região do barramento

As obras na região do barramento iniciam-se com o deslocamento do traçado da Rua Rodeio e construção do acesso de serviço para início das obras de escavação nas margens do rio Benedito.

Para a região do barramento/vertedor, os trabalhos serão desenvolvidos em 2 etapas. A primeira iniciando com as obras de escavação comum e em rocha a céu aberto de ambas as margens, lançamento da ensecadeira de 1ª fase na margem direita, além da concretagem do vertedouro de comportas e muros de apoio para a ensecadeira de 2ª fase. Nesta etapa também será implantada a tomada d'água, que se encontra anexa ao barramento.

Na segunda fase será concretado o vertedor de soleira livre, após o lançamento das enscadeiras transversais. Nesta etapa a água do rio será desviada pelo vão do vertedouro de comportas.

#### **4.8 Obras na região dos túneis**

As obras subterrâneas da PCH Rodeio possuem grande importância no cronograma da obra. Estão previstas um total de quatro frentes de serviço para escavações subterrâneas, descritas a seguir.

O túnel de adução será escavado totalmente por jusante, devido a existência de um shaft vertical de 16 m de altura na saída da tomada de água. O início da escavação do túnel de adução só será possível após o encontro do túnel de acesso a casa de força com o eixo do túnel de serviço ao túnel de adução. A previsão de início de escavação subterrânea no túnel de adução é no final de sexto mês de obras, com finalização no décimo terceiro mês com o shaft. A produtividade média considerada foi de 4,08 m/dia e para o shaft de 0,44 m/dia.

A escavação do túnel de fuga montante inicia com a escavação do túnel de serviço para o túnel de fuga. O início só será possível após o encontro do túnel de acesso a casa de força com o eixo do túnel de serviço ao túnel de fuga. Primeiro está previsto escavar os túneis ramificados de cada unidade geradora para o túnel de fuga, devendo iniciar no décimo primeiro mês. A escavação por montante e encontro das frentes de escavação dos túneis devem acontecer no décimo quinto mês de obras. A produtividade média considerada foi de 4,09 m/dia.

A escavação do túnel de fuga jusante deve iniciar com a supressão da vegetação existente no local, escavação comum na região do emboque e tratamentos. A escavação subterrânea inicia com um trecho previsto de 72,93 m em solo até encontrar rocha sã, avançando por mais 1.064 m por jusante. A produtividade média considerada foi de 0,97 m/dia para escavação em solo e 3,80 m/dia para escavação em rocha.

#### **4.9 Obras na região da casa de força**

As obras na casa de força iniciam-se pela janela de acesso, com a construção de um aterro para acesso dos caminhões e posterior escavação na região de emboque do túnel de acesso.

A escavação subterrânea inicia no final do segundo mês de obras. A escavação propriamente dita da casa de força inicia-se no sexto mês de obras, com a escavação da abóbada e posterior rebaixo, as atividades de escavação estão previstas para durarem 5 meses. Para abóbada foi considerado uma produtividade de 25,7 m³/dia escavado, e para o rebaixo 101,6 m³/dia.

Após o fim das escavações está prevista a concretagem dos pisos e paredes da casa de força, para então montagem da ponte rolante no décimo quinto mês de obras. Na sequência tem-se

a montagem da turbina e gerador da primeira unidade geradora, no décimo sexto mês. Levando-se em conta que as especificações e a contratação dos equipamentos estarão prontas desde o início do processo de contratação, os prazos para fornecimento e transporte até a obra, da ordem de dezesseis meses, serão suficientes em condições normais de mercado.

O primeiro comissionamento a seco poderá ocorrer no vigésimo terceiro mês do cronograma. O teste comercial no final do vigésimo segundo mês, prevendo-se o início de geração comercial vigésimo segundo mês para todas as unidades geradoras.

#### **4.10 Previsão de bota-fora**

Para previsão de uma área a ser destinada ao bota-fora foram estimados os volumes sobressalentes provenientes das escavações de material comum (solo) e de rocha.

O material será destinado aos bota espera e bota fora localizados na Estrada Geral Baixo Santa Maria, que já se encontram licenciadas através da AUA SEMMA BNV nº 011/20, 003/21 e 010/20, sendo estes destinados a receber o material correspondente a solo vegetal, solo compactado e enrocamento compactado respectivamente.

Estima-se conforme balanceamento de materiais um total de 103.000 m<sup>3</sup> de bota fora, sendo destes 9.000 m<sup>3</sup> de solo e 94.000 m<sup>3</sup> de enrocamento.

O desenho RDO-3C-DECO-002 apresenta os locais de bota-fora e bota espera.

#### **4.11 Histograma de serviços de mão de obra**

A partir do cronograma geral do empreendimento e das quantidades de serviço para as obras civis, foi definida a distribuição geral dos principais serviços e insumos para o empreendimento, apresentado nos gráficos a seguir.

Através do histograma de mão de obra percebe-se que o pico máximo de trabalhadores para obras civis é de 100 pessoas e para montagem eletromecânica de 10 pessoas. Foram previstas 10 pessoas trabalhando no administrativo da obra. O histograma apresenta um pico de trabalhadores de 110 pessoas.

Tabela 4 – Distribuição geral de serviços

Atividade	Total (m³)	Ano 1											Ano 2									
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	Set
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Escavação comum	17.800,00	1713	2147	240				3120	10187	393												
Escavação em rocha a céu aberto	19.599,99	660	5940				5	36	36	6035	4536	35	15				2300					
Escavação em solo subterrânea	2.399,99		73	797	640	661	228	2.399,99														
Escavação em rocha subterrânea	70.099,99			498	4538	4689	4943	5197	5724	8299	9086	7466	6377	5526	5035	2723						
Concreto estrutural	2.885,00											273	476	410	414	122	165	506	283	146	49	41
Concreto-massa	0																					
Concreto de regularização	1.618,80			1	8	8	209		8	79	91	89		8	290	830						
Aterro	9.800,00	5630	2550	1020				160	240						200							
Ensecadeira - Transição	500,00		300								100					200						
Ensecadeira - Enrocamento	1.000,00		500								200					300						
Ensecadeira - Solo	4.400,00		2400								700					1300						



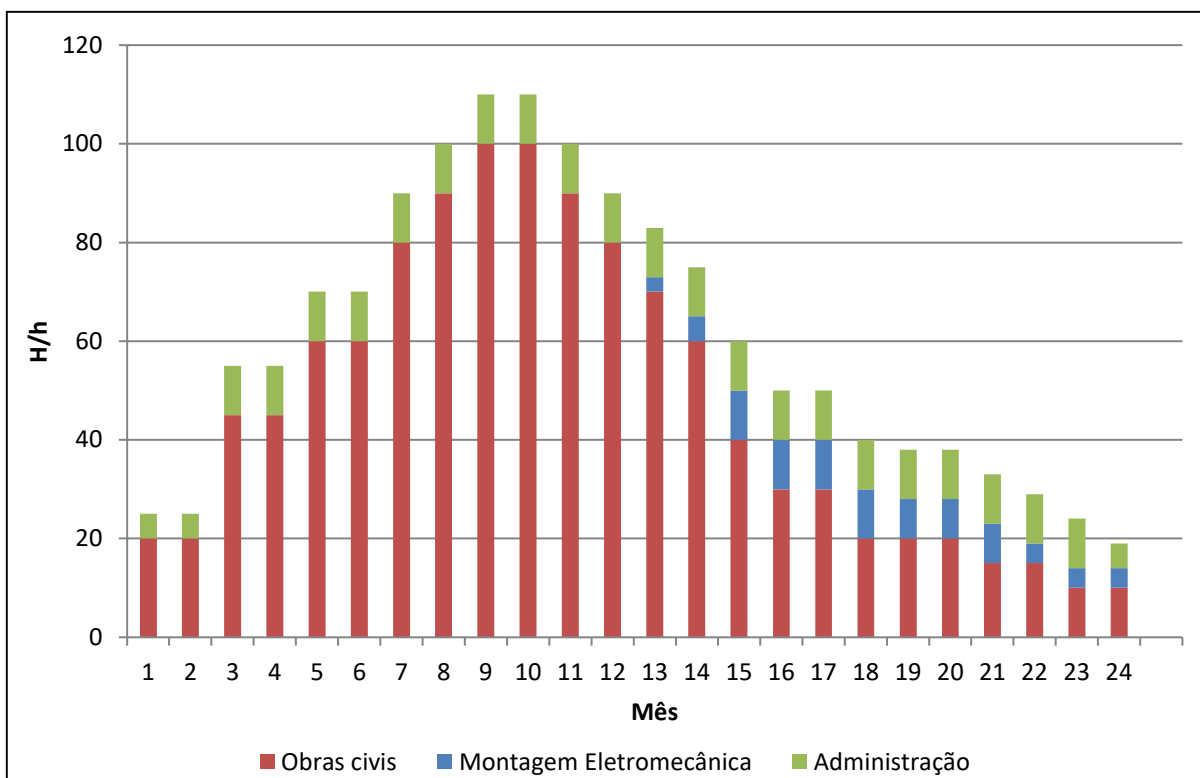


Figura 4 – Histograma de mão de obra geral

#### 4.12 Cronograma do empreendimento

Apresenta-se também, no Anexo B – Caderno de Desenhos do Projeto Executivo, o cronograma de implantação do empreendimento (RDO-3C-DECI-001).

3709-RDO-Cronograma PCH Rodeio	
1 Marcos Principais	
1.1 Ordem de serviço Emissão da LAI	02/01
1.2 Início Escavação Túnel de Acesso Casa de Força	27/02
1.3 Início Escavação Subterrânea Túnel de Fuga Jusante	28/03
1.4 Início Escavação Subterrânea Túnel de Adução	26/06
1.5 Início do desvio do rio 1ª fase	14/08
1.6 Início Concreto Casa de Força	22/11
1.7 Término Concreto Casa de Força	12/03
1.8 Início Instalação Ponte Rolante	13/03
1.9 Início do desvio do rio 2ª fase	15/03
1.10 Montagem mecânica da 1ª Unidade Geradora	10/04
1.11 Enchimento do reservatório	17/06
1.12 Início Geração Comercial UG1	16/12
1.13 Início Geração Comercial UG2	23/12
1.14 Início Geração Comercial UG3	30/12

## 5 USOS DO SOLO E PROPRIEDADES ATINGIDAS

O desenho RDO-3C-DEEA-004 apresenta a divisão dos terrenos na área de influência direta da PCH Rodeio, assim como os usos do solo na região. A partir do desenho foi possível realizar a análise de uso e ocupação de solo apresentada nas tabelas a seguir, nas quais constam os proprietários, o número das matrículas dos terrenos negociados pela Rodeio Energética e suas respectivas estatísticas quanto aos usos do solo nas áreas impactadas e remanescentes de cada propriedade. Para a consideração das áreas impactadas, foram consideradas as estruturas permanentes do arranjo. As matrículas das propriedades atingidas se encontram no Anexo D.

Observa-se que as áreas apresentadas nas tabelas a seguir constituem as áreas atualmente delimitadas em mapa, as quais diferem das áreas registradas nas matrículas dos terrenos. Isso ocorre, devido ao fato de as áreas registradas nas matrículas datarem de um período anterior ao levantamento atual, podendo conter erros e estarem desatualizadas em relação a delimitação correta. Sendo assim, após a confirmação dos limites e comparação entre as áreas, as matrículas que apresentarem erros serão retificadas.

CEESAM - MATR. 7.908		
ÁREA IMPACTADA	(m <sup>2</sup> )	(ha)
	4573,19	0,457
FAIXA DE PRESERVAÇÃO	2148,91	0,215
MANCHA URBANA	123,13	0,012
VEGETAÇÃO II	2025,78	0,203
ARRANJO	2115,40	0,212
MANCHA URBANA	333,38	0,033
VEGETAÇÃO II	1782,02	0,178
RESERVATÓRIO	308,88	0,031
VEGETAÇÃO II	308,88	0,031
ÁREA REMANESCENTE	1786,60	0,179
MANCHA URBANA	449,13	0,045
VEGETAÇÃO II	1337,47	0,134
ÁREA TOTAL DO TERRENO	6359,79	0,636

CEESAM - MATR. 7.826		
ÁREA IMPACTADA	(m <sup>2</sup> )	(ha)
	4496,03	0,448
FAIXA DE PRESERVAÇÃO	2713,14	0,271
VEGETAÇÃO I	2671,15	0,267
VEGETAÇÃO II	41,99	0,004
ARRANJO	1218,24	0,121
VEGETAÇÃO I	1205,79	0,121
VEGETAÇÃO II	12,45	0,001
RESERVATÓRIO	564,65	0,056
VEGETAÇÃO I	527,43	0,053
VEGETAÇÃO II	37,23	0,004
ÁREA REMANESCENTE	7124,30	0,712
VEGETAÇÃO I	5535,61	0,554
VEGETAÇÃO II	1588,69	0,159
ÁREA TOTAL DO TERRENO	11620,33	1,162

CEESAM - MATR. 6.360		
ÁREA IMPACTADA	(m <sup>2</sup> )	(ha)
	3903,81	0,390
ARRANJO	3903,81	0,390
VEGETAÇÃO II	537,48	0,054
PASTAGEM	3242,66	0,324
MANCHA URBANA	123,68	0,012
ÁREA REMANESCENTE	3468,15	0,347
VEGETAÇÃO II	1395,63	0,140
PASTAGEM	1447,59	0,145
MANCHA URBANA	624,93	0,062
ÁREA TOTAL DO TERRENO	7371,96	0,737

CEESAM - MATR. 9.476		
ÁREA IMPACTADA	(m <sup>2</sup> )	(ha)
	1508,56	0,151
ARRANJO	1508,56	0,151
VEGETAÇÃO II	1508,56	0,151
ÁREA REMANESCENTE	10507,08	1,051
VEGETAÇÃO II	10505,50	1,051
ÁREA TOTAL DO TERRENO	12015,64	1,202

## **6 MAPA DE INUNDAÇÃO PARA TR DE 100 E 1000 ANOS**

Através do modelo hidrodinâmico 1D/2D HEC-RAS, versão 6.2, foram simulados os níveis na região do reservatório para vazão de TR de 100 e 1.000 anos de pico instantâneo com a alteração de eixo e vertedouro realizada no Projeto Executivo. Os desenhos RDO-3C-DEEA-002 e RDO-3C-DEEA03, presentes no Anexo C – Caderno de Desenhos do RDPA, apresentam os resultados da planície de inundação para o rio natural sem barramento, e com barramento. Percebe-se uma ínfima diferença entre os níveis, especialmente na região próxima ao barramento. Os dados evidenciam, portanto, para ambos os cenários que não haverá impacto adicional sobre a população entorno considerada a planície de inundação já existente em condições naturais sobre as edificações dos bairros Ribeirão Santa Rosa e Ribeirão dos Russos a montante do barramento nem sobre a rodovia SC-477 (Rua Leopoldo Koprowski).

Porém, trata-se de uma região de expansão urbana, com uso indevido de ocupação do solo em parte da extensão na margem do rio. Observa-se que a montante do reservatório, onde não há mais influência do barramento sobre os níveis naturais de água, há residências susceptíveis aos alagamentos nas cheias em ambos os cenários simulados.

O Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental, tem como objetivo adjacente alertar a população ribeirinha para que se ajustem aos níveis e mantenham suas APPs regulares. Enfatiza-se que é uma região com edificações consolidadas, as quais deveriam ser regularizadas pela prefeitura dos municípios. Este é um problema social grave da região que atinge grande parte das cidades ribeirinhas até Blumenau.

## 7 DEFINIÇÃO DA APP

Por se tratar de área urbana definiu-se a APP do reservatório tentando sempre priorizar o máximo de 30 metros, porém o impacto social era maior, devido as rodovias que passam ao lado do rio, como no caso da rodovia SC-477 e as edificações consolidadas logo a montante do reservatório.

A proposta de APP é apresentada com base nas alterações do Projeto Executivo em que a área do reservatório reduziu de 0,59 ha para 0,19 ha, com o objetivo gerar o menor impacto social possível em uma região urbana consolidada. Sendo assim, realizou-se a projeção de uma APP de 30 metros, que resultou em 0,487 hectares. Esta mesma área foi então rearranjada e projetada na margem esquerda até o limite com a rodovia SC-477 e à jusante do barramento nas duas margens, conforme apresentado no Desenho RDO-3C-DEEA-001, em anexo.

Ressalta-se que será realizado um enriquecimento da área de APP existente, com vegetação nativa em estágios finais de sucessão ecológica e visando preencher espaços de menor densidade vegetacional. A APP está proposta dentro dos limites de propriedade da CEESAM, entidade sócia da Rodeio Energética S.A..

## 8 LOCALIZAÇÃO DOS BOTA-FORA E BOTA-ESPERA

Os bota-fora não foram modificados em relação ao que foi apresentado para obtenção da LAI da PCH Rodeio, sua localização é apresentada no desenho RDO-3C-DEEA-015 no Anexo C – Caderno de Desenhos do RDPA. Como os bota-fora ficam em terrenos fora da área diretamente afetada do empreendimento, a RODEIO ENERGÉTICA S.A. protocolou a solicitação de Licença Ambiental de Operação junto à Prefeitura de Benedito Novo, onde estão localizados os bota-fora. As Licenças dos bota-fora e bota-espera foram emitidas e já apresentadas ao IMA na Resposta à IT 1964/2020 e encontram-se presentes no Anexo E – Licenças dos Bota-Fora.

Ressalta-se que as áreas de bota-fora e bota-espera indicadas foram utilizadas para PCH Águas da Serra e serão reutilizadas para a obra da PCH Rodeio.

Para previsão de uma área a ser destinada ao bota-fora foram estimados os volumes sobressalentes provenientes das escavações de material comum (solo) e de rocha. Devido à distância entre o barramento e a casa de força, optou-se por projetar quatro áreas para o material sobressalente, sendo três localizadas nas regiões bota-fora e bota-espera utilizadas na obra da PCH Águas da Serra e um bota-espera localizado ao lado do canal de fuga para otimizar a logística da obra.

As áreas projetadas fora da área diretamente afetada do empreendimento estão localizadas a montante do reservatório da PCH Rodeio, na Estrada Geral Baixo Santa Maria, a cerca de 8,00 km do eixo barramento.

Foi definida uma área bota-fora (Bota-fora 01), para as quais serão destinados materiais como solo vegetal, solo compactado, entulho e demais materiais sobressalentes. Adicionalmente, foram definidas três áreas denominadas bota-espera para a destinação do material em excesso da escavação em rocha. Informa-se, pois, que em parceria com as prefeituras do entorno este material será utilizado na concepção de vias de rolamento.

Estima-se conforme balanceamento de materiais um total de 103.000 m<sup>3</sup> de bota fora, sendo destes 9.000 m<sup>3</sup> de solo e 94.000 m<sup>3</sup> de enrocamento.

Para o bota-espera previsto ao lado do canal de fuga, foi definido um volume total de 6.000 m<sup>3</sup>, suficiente para garantir o manuseio do material até levar ao bota fora.

## **9 MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL E PROJETO EXECUTIVO DAS UNIDADES DE CONTROLE AMBIENTAL – IMPLANTAÇÃO**

### **9.1 Canteiro de Obras**

#### **9.1.1 Considerações Iniciais**

O Canteiro de Obras da PCH Rodeio foi projetado levando-se em consideração as particularidades e porte do empreendimento, o número de funcionários, topografia, localização das estruturas, condições de acesso, meios de comunicação disponíveis e infraestrutura disponível (energia, abastecimento de água, esgoto, combustível, gás, etc).

O Canteiro de Obras da PCH Rodeio foi dividido em dois sítios: um próximo ao canal de fuga, onde se encontram principalmente as edificações administrativas e de convivência, e outro canteiro de apoio industrial que está localizado no pátio de acesso à casa de força subterrânea, com o objetivo de dar subsídio à obra neste local e otimizar a logística.

Constam como principais unidades do Canteiro de Obras, o escritório central, vestiário e banheiros, almoxarifado, refeitório e cozinha, central de armação e carpintaria.

No Canteiro de Obras de Apoio Industrial, as principais unidades locadas são: central de armação e carpintaria, oficina mecânica e banheiros, para atender a frente de execução da casa de força e túnel de acesso.

As edificações dos canteiros de obras deverão atender no mínimo as dimensões e especificações fornecidas pelas leis municipais e a norma NR-18, assim como a NR-7 e a NR-9, referentes a Saúde Ocupacional e Prevenção de Riscos Ambientais no ambiente de trabalho.

É citado como considerações mínimas de trabalho: área com ventilação, abastecimento de água potável, instalações sanitárias com destinação dos dejetos para filtros, fossas e sumidouros entre outros.

Os canteiros de obras são apresentados no desenho RDO-3C-DEEA-017, no Anexo C.

#### **9.1.2 Considerações Específicas**

##### **9.1.2.1 Instalação da Obra**

Compreende a instalação do canteiro de obra, a colocação dos abrigos provisórios como módulo tipo container para almoxarifado, edificação vestiário e banheiros, escritório, refeitório, pátio para armação e carpintaria, bem como as ligações provisórias de água, energia elétrica, tratamento de esgoto, depósitos de resíduos, cercamento e a placa de obra.

##### **9.1.2.2 Placa de Obra**

Deverá ser instalada na entrada do terreno, de fácil visualização, em local indicado pelo fiscal da obra. Deverá ser de chapa metálica capaz de resistir às intempéries. Terá dimensões de

1,5 m. por 2,0 m. e deverá ser pintada obedecendo à proporcionalidade do modelo do município, que será fornecido juntamente com a Ordem de Início dos Serviços.

Também deverão ser instaladas as demais placas exigidas pela legislação vigente, inclusive placa de 1 m<sup>2</sup> onde conste nome dos autores e co-autores de todos projetos, assim como responsáveis pela execução, conforme art. 16 da res. Nº 218 do CREA. Ainda deve ser instalada a placa do IMA com a autorização ambiental de instalação e autorização de corte.

A placa para atendimento às exigências do IMA já foi orçada e instalada, conforme consta na imagem abaixo.



Figura 5 – Placa com LAI e AuC da PCH Rodeio

#### 9.1.2.3 Limpeza do Terreno

Para início da obra deverá ser realizada a limpeza completa do terreno, retirando-se a camada vegetal existente e solo orgânico, até encontrar solo firme ou rocha, adequando o terreno as cotas de projeto.

No decorrer da obra deverão ser realizadas limpezas periódicas para remoção dos entulhos que venham acumular-se no terreno, com destinação adequada dos resíduos conforme lei 12.305/10. A empreiteira deverá manter o canteiro de obras permanente limpo e organizado, com depósito adequado dos resíduos sólidos e líquidos, assim como destinação final, com todos materiais e equipamentos necessários a execução da obra depositados em local adequado, de forma a promover a segurança e saúde de trabalho e andamento dos serviços.

#### 9.1.2.4 Tapumes

A proteção da área do canteiro tem por finalidade assegurar o isolamento do local, a fim de evitar eventuais acidentes causados por acesso indevido de animais e/ou pessoas estranhas.



Para o canteiro de obras da PCH Rodeio foi definido a utilização de mourões de concreto, arame farpado liso e ovalado, fixado na parte superior e tela de alambrado para fechamento lateral, delimitando todo entorno do canteiro.

A porta de acesso principal para veículos e pedestres será de tubo de ferro galvanizado e tela alambrado.

#### 9.1.2.5 Locação da Obra

A empreiteira contratada deverá fazer a locação planialtimétrica utilizando instrumentos de precisão e atendendo os níveis indicados no projeto arquitetônico. Deverá ser mantida em perfeitas condições toda e qualquer referência de nível e alinhamento permitindo conferir locações futuras.

As unidades que compõe o canteiro e as entradas provisórias de energia elétrica e de água deverão ser locadas com o acompanhamento do engenheiro responsável pela obra.

### 9.1.3 Construção do Canteiro de Obras

#### 9.1.3.1 Escritório

Deve ser construído conforme projeto arquitetônico, com instalações elétricas e hidráulicas e mobiliário para atender a fiscalização e a equipe de obra.

Para questões de cálculo de área e instalações sanitárias, foi considerado o uso permanente do escritório por 10 funcionários. O escritório foi dividido em duas partes para equipe de engenharia do proprietário e construtora civil.

#### 9.1.3.2 Sanitários e Lavanderia

Os sanitários foram dimensionados para a utilização do pico de 110 colaboradores por turno de trabalho. Os sanitários devem ser construídos conforme projeto arquitetônico e deve atender as exigências da NR-18.

Conforme consta na NR-18 a instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores, bem como de chuveiro, na proporção de (uma) unidade para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores.

#### 9.1.3.3 Dormitório

Será priorizada a contratação de mão de obra local e aos demais, que não forem da região, serão alugadas residências no município, dado que o empreendimento fica na região urbana de Benedito Novo, facilitando o processo de locação e deslocamento.

#### 9.1.3.4 Almoxarifado

Para o almoxarifado, será utilizado um container do tipo Dry nas dimensões externas de 2,43 x 2,59 x 6,05 m.



O container deverá ser implantado conforme projeto arquitetônico, localizado de modo a permitir uma fácil distribuição dos materiais pelo canteiro.

O almoxarifado será destinado para a estocagem de materiais que necessitem de controle quanto a saída e entrada no canteiro.

#### 9.1.3.5 Refeitório

O refeitório foi dimensionado para a utilização de um máximo de 110 funcionários por turno de trabalho. O Refeitório deve ser construído conforme projeto arquitetônico e deve atender as exigências da NR-18.

O refeitório deve ser provido de bancos e mesas, considerando-se um espaço de 0,60 m nos bancos e 0,30 m<sup>2</sup>, por pessoa. Deve contar ainda com uma cozinha para preparo de refeições, apesar que a tendência é ser contratado o serviço de entrega de marmita.

#### 9.1.3.6 Depósito de Materiais

Serão construídas duas estruturas separadas para o depósito de insumos líquidos e depósitos de sólidos da oficina. A variabilidade do material armazenado é função do cronograma de obra. O piso da deverá ser de material resistente, nivelado, antiderrapante e impermeável, e deverá ter um sistema de drenagem que tenha capacidade de armazenar o volume de derrames dos materiais líquidos estocados, a fim de evitar qualquer contaminação no solo.

O armazenamento de óleos deve respeitar a NBR 7505 e NBR 13786 e ser um local separado, abrigado, com piso impermeável e com reservatório impermeável (cisterna) com volume de coleta de todos os volumes dimensionados para o recinto, em caso de derramamento/vazamento, a fim de evitar contaminação do solo, lençol freático/aquíferos e rios.

O sistema de tratamento de efluentes terá ligação com a área de depósitos de matérias afim de que seja promovida a limpeza do piso, sendo assim está previsto um separador de água óleo após a junção das águas oriundas de todos ralos, e na sequência serão enviadas a fossa séptica. O mesmo está previsto para área de armazenamento de óleos, porém o ralo será tapado e apenas aberto nos períodos de limpeza, a fim de evitar a contaminação do sistema de tratamento de efluentes em caso de um acidente.

Em relação aos combustíveis, não se terá armazenamento no canteiro, devido à proximidade aos postos de gasolina da cidade.

#### 9.1.3.7 Central de Armação e Carpintaria

A central de armação e carpintaria deve ser projetada conforme projeto arquitetônico, seguindo as exigências estabelecidas pela NR-18.

Conforme consta na NR-18 a carpintaria deve ter piso resistente, nivelado e antiderrapante, com cobertura capaz de proteger os trabalhadores contra quedas de materiais e intempéries.

## 9.1.4 Execução e Especificações

### 9.1.4.1 Parede

Os pilares e as vigas serão em madeira de eucalipto, previamente tratada para resistir contato com o solo e ações de intempéries, e seguirão as dimensões e especificações do projeto arquitetônico. Os pilares serão assentados nos locais indicados em projeto sobre uma camada de concreto de 5 cm de espessura. Após assentar o pilar, o volume escavado será preenchido com concreto até o nível estabelecido em projeto.

Para as paredes deverão ser utilizados painéis de compensados resinados fenólicos nas dimensões de 110 x 220 x 1,2 cm, sob 2 fileiras de tijolos cerâmicos nas dimensões de 9 x 14 x 19 cm, deixando as chapas protegidas da umidade e intempéries provenientes do solo. Os painéis deverão ser de boa qualidade e fixados nas estruturas conforme orientação do fornecedor.

Para a proteção das chapas de compensado deverá ser utilizado pintura em esmalte sintético na cor branca e cinza.

A edificação para sanitários será executada em alvenaria de tijolos cerâmicos de 6 furos, nas dimensões de 9 x 14 x 19 cm e assentados com argamassa de cimento e areia média, no traço 1:4 (cimento e areia), com altura de 2,80 de pé-direito.

Os tijolos cerâmicos deverão ser de boa qualidade obedecendo às dimensões e os alinhamentos estabelecidos no projeto, devendo, ainda, apresentarem-se rigorosamente em prumo e com fiadas assentadas em nível, além de terem juntas com espessura máxima de 10 mm. Ao final a parede deverá ser revestida de chapisco e emboço, e deverá ser pintada com tinta acrílica na cor branca e cinza para proteção de intempéries.

### 9.1.4.2 Piso

Em todas as edificações do canteiro deverá ser executado um contrapiso de concreto impermeável, com 6 cm de espessura, com cimento, brita e areia, no traço de 1:3:4, respectivamente, sobre o lastro de brita de 5 cm de espessura. Sobre o contrapiso, um piso de cimento desempenado, com argamassa de cimento e areia média, no traço 1:4, com espessura de 3 cm e regularizado com desempenadeira metálica.

### 9.1.4.3 Cobertura

A cobertura deverá ser executada com telhas de fibrocimento ondulada com espessura de 4 mm. O madeiramento dos telhados será feito com madeira de lei, na inclinação mínima indicada pelos fabricantes das telhas. As edificações terão beirais, em todos os lados, de 40 cm.

#### 9.1.4.4 Equipamento Mobiliário

Foram consideradas as exigências estabelecidas na NR-18 para a definição do mobiliário mínimo necessário em cada edificação.

##### 9.1.4.4.1 Escritório

Cada escritório terá 5 mesas de trabalho com local de apoio para impressora e prateleiras para arquivamento de projetos e uma mesa de reuniões.

Os sanitários e a copa do escritório terão instalação de água fria, com metais sanitários do tipo popular em louça branca, bacias sifonadas e ralos em PVC.

As portas e janela terão dobradiças, trincos e fechaduras comuns, utilizadas em canteiros de obras.

##### 9.1.4.4.2 Sanitários

Os sanitários terão instalação de água fria, com metais sanitários do tipo popular em louça branca, bacias sifonadas e ralos em PVC. O lavatório terá torneira de plástico ou metal, e dispor de recipiente para papel usado.

O local destinado ao vaso sanitário deverá dispor de porta com trinco interno e recipiente para papel usado.

Os chuveiros devem ser de metal ou plástico, tendo piso provido de estrado de madeira e possuir suporte para sabonete e toalha. No vestiário deverá ser disposto armários individuais dotados de fechadura e bancos com largura mínima de 30 cm.

As portas e janela terão dobradiças, trincos e fechaduras comuns, utilizadas em canteiros de obras.

##### 9.1.4.4.3 Almoxarifado e Depósito de Materiais

O almoxarifado deverá ser provido de tábuas de madeiras para organização das peças equipamentos ali armazenados.

##### 9.1.4.4.4 Refeitório

O refeitório será dotado de bancos e mesas feitas de tábuas e apoiada em cavaletes fixos. Na entrada haverá lavatórios e dois bebedouros para fornecimento de água potável, conforme consta nas exigências da NR-18.

Para recebimento e armazenamento de refeições, uma bancada de tábuas para apoio, uma pia, uma geladeira para refrigeração e um micro-ondas para aquecimento.

As portas e janela terão dobradiças, trincos e fechaduras comuns, utilizadas em canteiros de obras.

#### 9.1.4.4.5 Carpintaria e Armação

Deve ser dotado de mesa de apoio da serra circular e mesa para corte e dobra da armação conforme especificações estabelecidas na NR-18.

#### 9.1.5 Abastecimento de Energia Elétrica

O canteiro de obras será atendido pela concessionária da CELESC pela linha de distribuição em 23 kV, a qual atende o município de Benedito Novo.

A instalação elétrica deverá ser rigorosamente executada conforme projeto, obedecendo ao que prescrevem as normas da concessionária fornecedora de energia elétrica e a NBR-5410.

As instalações elétricas em todas as edificações do canteiro de obras serão aparentes, executadas com fios de 2,5mm<sup>2</sup>, soquetes com lâmpadas de 100W, tomadas e interruptores de sobrepor e isoladores de porcelana 3 fios.

#### 9.1.6 Abastecimento de Água

O armazenamento e distribuição de água foi dimensionado levando em consideração o número de funcionários (pico de 110 colaboradores) existentes na obra, como também as operações que envolvam seu uso (NBR 5626 – 150 litros por pessoa dia – residências populares). Os reservatórios dimensionados para cada canteiro têm capacidade de 16.500 litros, dividido em 2 reservatórios, sendo o inferior com 3/5 da capacidade com 9.900 l, e o superior com 2/5 da capacidade com 6.600 l.

O Reservatório superior será apoiado sobre cavalete de madeira, devendo, devendo o fundo do reservatório estar, no mínimo, a 1,20 m. acima do nível dos chuveiros. O cavalete de sustentação deverá ser capaz de suportar o peso próprio, carga líquida e ventos de até 120 km/h.

A instalação hidrossanitária deverá ser executada obedecendo ao que prescrevem as normas ABNT, em especial a NBR 5626 e NBR 8160. As tubulações para água fria e esgoto serão de PVC rígido.

O abastecimento será através da rede pública da CASAN.

#### 9.1.7 Sistema de Tratamento de Efluentes Canteiro de Obras Geral

##### 9.1.7.1 Estimativa do Volume Diário – Vazão Esperada

Para dimensionar o sistema de tratamento de esgoto é preciso determinar a vazão dos efluentes emitidos. Essa vazão se dá através do número de pessoas, vezes o consumo de 120 litros/dia, sendo assim chegou-se a 13.200 litros de esgoto por dia.

#### 9.1.7.2 Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos Sanitários

O lançamento de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de efluentes sanitários deve seguir as condições estabelecidas pela legislação federal e estadual. O âmbito federal tem a resolução CONAMA 430/2011.

De acordo com o CONAMA 430/2011, os efluentes líquidos oriundos de sistemas de tratamento de efluentes sanitários somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após devido tratamento, obedecendo as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

As condições de lançamento de efluentes pré-estabelecidas pelo CONAMA 430/2011 estão apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 17 – Padrões de lançamento de Efluentes

Parâmetros	Valores
pH	5,0 a 9,0
Temperatura	< 40 °C e variação do corpo receptor de 3 °C
Materiais Sedimentáveis	1 ml/l em teste de 1 hora em cone de Imhoff
DBO5	Até 120 mg/l ou remoção mínima de 60% ou mediante estudo de autodepuração no corpo receptor
Óleos e Graxas	Até 100 mg/l

#### 9.1.7.3 Concepção e Justificativa do Sistema de Tratamento de Efluentes Adotado

O sistema de tratamento proposto compõe-se por Fossa Séptica, Filtro Anaeróbio e Sumidouro. Essa alternativa de tratamento promove uma remoção de carga orgânica (DBO) de 80 a 98% (CHERNICHARO, 2007), o que garante o atendimento da legislação estadual e promove maior segurança no tratamento de efluentes, evitando a contaminação do solo e do lençol freático.

Optou-se por um sistema a ser construído no local. O dimensionamento do sistema foi elaborado com conformidade com as NBRs, como descrito na sequência.

##### a) Fossa Séptica:

As Fossas Sépticas têm a função de separar e digerir anaerobicamente a matéria orgânica presente na forma sólida contida, descarregando-a no solo ou em algum corpo receptor, onde se completará o tratamento.

O sistema de tanques sépticos aplica-se primordialmente ao tratamento de esgoto doméstico e, em casos plenamente justificados, ao esgoto sanitário.

O uso do sistema de tanque séptico somente é indicado para:

- área desprovida de rede pública coletora de esgoto;
- alternativa de tratamento de esgoto em áreas providas de rede coletora local;

- retenção prévia dos sólidos sedimentáveis, quando da utilização de rede coletora com diâmetro e/ou declividade reduzidos para transporte de efluente livre de sólidos sedimentáveis.

Devem observar as seguintes distâncias horizontais mínimas:

- 1,50m de construções, limites de terreno, sumidouro, valas de infiltração e ramal predial de água;
- 3,0m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
- 15,0m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

#### b) Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente

Reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submersos, onde atuam microorganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

O filtro anaeróbio consiste em um reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microorganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante. Este é utilizado mais comumente como retenção dos sólidos.

Todo processo anaeróbio, é bastante afetado pela variação de temperatura do esgoto; sua aplicação deve ser feita de modo criterioso. O processo é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, desde que as outras condições sejam satisfatórias. Os efluentes do filtro anaeróbio podem exalar odores e ter cor escura.

#### c) Sumidouro

Sistema de disposição do efluente do tanque séptico, que orienta sua infiltração no solo e consiste em um conjunto ordenado de caixa de distribuição, caixas de inspeção e tubulação perfurada assente sobre a camada-suporte de pedra britada.

#### 9.1.7.4 Caixa de Gordura

A caixa de gordura receberá os 2.400 litros diários oriundos do refeitório, considerando o pico de trabalhadores da obra (110 colaboradores), e foi dimensionada através da NBR 8160/99.

- dupla (CGD), cilíndrica, com as seguintes dimensões mínimas:
  - 1) diâmetro interno: 0,60 m;
  - 2) parte submersa do septo: 0,35 m
  - 3) capacidade de retenção: 120 L;
  - 4) diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 100.

#### 9.1.7.5 Fossa Séptica

Para dimensionamento da fossa séptica utilizou-se as diretrizes da NBR 7229/93:

$$V = 1000 + N * (CT + K * Lf) = 1000 + 110 * (100 * 0,50 + 105 * 1) = 18.050 \text{ l ou } 18,05 \text{ m}^3$$

Onde:

V = volume total em litros

N = número de pessoas

C = contribuição de despejos em litros/pessoa por dia

T = tempo de retenção em dias

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias

Lf = Contribuição de lodo fresco em litros/pessoa por dia

Para tanques sépticos com volume útil maior que 10 m<sup>3</sup> a profundidade útil máxima é de 2,80 m e mínima de 1,80 m, sendo que para este projeto adotou-se 2,00 m.

Sendo assim a área resultou em 7,29 m<sup>2</sup>, com uma lateral em 2,70 m e a outra em 2,70 m.

#### 9.1.7.6 Filtro Anaeróbio de Leito Fixo com Fluxo Ascendente

Para dimensionamento do filtro anaeróbio utilizou-se as diretrizes da NBR 13969/97.

$$V_u = 1,6NTC = 1,6 * 110 * 100 * 0,50 = 8.800 \text{ litros ou } 8,80 \text{ m}^3$$

N – número de contribuintes

C – Contribuição de despejos por dia

T – Tempo de retenção hidráulica – tabela da NBR 13969

A altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20 m.

A altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60 m, já incluindo a espessura da laje.

A altura total do filtro anaeróbio, em metros é obtida pela equação:

$$H = h + h_1 + h_2 = 1,20 + 0,20 + 0,20 = 1,60 \text{ m}$$

H = altura total interna do filtro anaeróbio

h = altura do leito filtrante + fundo falso = 0,8 + 0,4

h<sub>1</sub> = altura da calha coletora

h<sub>2</sub> = altura sobressalente

Com isso foi projetado um filtro com 3,50 m de largura e 3,50 m de comprimento, com 0,80 m de altura de leito filtrante.

#### 9.1.7.7 Sumidouro

Para dimensionamento do sumidouro utilizou-se as diretrizes da NBR 13969/97.

A área de infiltração estimada, ou área total necessária ao sumidouro, é calculada a partir da equação abaixo:

$$A = \frac{V}{Tx * 1000} = \frac{110 * 100}{0,037 * 1000} = 297,30 \text{ m}^2$$

Onde:

A = área de infiltração necessária, que considera as superfícies laterais e de fundo situadas no nível inferior ao tubo de distribuição do afluente, em m<sup>2</sup>.

NC = V contribuição de esgoto, proveniente do tanque séptico/filtro anaeróbio, em litro/pessoa/dia

Tx = taxa máxima de aplicação diária, convertida da taxa de percolação, em m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia

O sumidouro foi dimensionado de forma ramificada devido a área ser muito grande, então serão cinco (05) sumidouros cilíndricos com as seguintes características:

Quadro 18 – Dimensões dos Sumidouros

Parâmetros	Valor	Unidade
Raio	2,91	m
Altura	2,00	m
Área base	26,60	m <sup>2</sup>
Área Lateral	36,57	m <sup>2</sup>
Área Filtrante Total	63,17	m <sup>2</sup>
Área dos 5 sumidouros	315,86	m <sup>2</sup>

#### 9.1.8 Sistema de Tratamento de Efluentes Canteiro de Obras de Apoio Industrial

##### 9.1.8.1 Estimativa do Volume Diário – Vazão Esperada

O dimensionamento da vazão esperada no sistema de tratamento de efluentes do canteiro de obra de apoio industrial, localizado na janela de acesso à casa de força subterrânea foi realizado considerando apenas 50% dos colaboradores, totalizando 55 colaboradores, uma vez que o canteiro de obras geral, com as áreas administrativas, de alimentação, higiene e convivência estará locado na região do canal de fuga e foi dimensionado considerando o pico de trabalhadores da obra (110 colaboradores).



Para dimensionar o sistema de tratamento de esgoto é preciso determinar a vazão dos efluentes emitidos. Essa vazão se dá através do número de pessoas, vezes o consumo de 120 litros/dia, sendo assim chegou-se a 6.600 litros de esgoto por dia.

#### 9.1.8.2 Fossa Séptica

Para dimensionamento da fossa séptica utilizou-se as diretrizes da NBR 7229/93.

$$V = 1000 + N * (CT + K * Lf) = 1000 + 55 * (120 * 0,58 + 105 * 1) \\ = 10.603 \text{ litros ou } 10,60 \text{ m}^3$$

Onde:

V = volume total em litros

N = número de pessoas

C = contribuição de despejos em litros/pessoa por dia

T = tempo de detenção em dias

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias

Lf = Contribuição de lodo fresco em litros/pessoa por dia

Para tanques sépticos com mais de 10 m<sup>3</sup> a profundidade útil máxima é de 2,80 m e mínima de 1,80 m, sendo que para este projeto adotou-se 2,50 m.

Sendo assim a área resultou em 4,40 m<sup>2</sup>, com uma lateral em 2,00 m e a outra em 2,20 m.

#### 9.1.8.3 Filtro Anaeróbio de Leito Fixo com Fluxo Ascendente

Para dimensionamento do filtro anaeróbio utilizou-se as diretrizes da NBR 13969/97.

$$V_u = 1,6NTC = 1,6 * 55 * 120 * 0,58 = 6.124,80 \text{ litros ou } 6,12 \text{ m}^3$$

N – número de contribuintes

C – Contribuição de despejos por dia

T – Tempo de detenção hidráulica – tabela da NBR 13969

N\*C = 6.600 litros – calculados anteriormente

A altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20 m.

A altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60 m, já incluindo a espessura da laje.

A altura total do filtro anaeróbio, em metros é obtida pela equação:

$$H = h + h_1 + h_2 = 1,20 + 0,20 + 0,20 = 1,60 \text{ m}$$

H = altura total interna do filtro anaeróbio

h = altura total do leito filtrante

$h_1$  = altura da calha coletora

$h_2$  = altura sobressalente

Com isso foi projetado um filtro com 3,00 m de largura e 3,45 m de comprimento, com 0,60 m de altura de leito filtrante.

#### 9.1.8.4 Sumidouro

Para dimensionamento do sumidouro utilizou-se as diretrizes da NBR 13969/97.

A área de infiltração estimada, ou área total necessária ao sumidouro, é calculada a partir da equação abaixo:

$$A = \frac{V}{Tx * 1000} = \frac{6600}{0,037 * 1000} = 178,38 \text{ m}^2$$

Onde:

A = área de infiltração necessária, que considera as superfícies laterais e de fundo situadas no nível inferior ao tubo de distribuição do afluente, em m<sup>2</sup>.

NC = V = contribuição de esgoto, proveniente do tanque séptico/filtro anaeróbio, em litro/pessoa/dia

Tx = taxa máxima de aplicação diária, convertida da taxa de percolação, em m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia

O sumidouro foi dimensionado de forma ramificada devido a área ser muito grande, então serão três sumidouros cilíndricos com as seguintes características:

Quadro 19 – Dimensões dos Sumidouros

Parâmetros	Valor	Unidade
Raio	2,70	m
Altura	2,20	m
Área base	22,90	m <sup>2</sup>
Área Lateral	36,57	m <sup>2</sup>
Área Filtrante Total	37,32	m <sup>2</sup>
Área dos 3 sumidouros	180,67	m <sup>2</sup>

## **10 PROGRAMAS AMBIENTAIS**

### **10.1 Programa Ambiental de Construção – PAC**

#### **10.1.1 Introdução**

A execução de uma obra civil deve ocorrer por meio de um ambiente seguro aos trabalhadores e à comunidade vizinha. Por isso, é fundamental que a empresa executora da obra disponha de um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e um Programa de controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), a fim de proporcionar segurança aos trabalhadores e preservação da saúde de todos. Pelo mesmo motivo, deve ser elaborado um Programa de Condições e Meio Ambiente na Indústria da Construção (PCMAT), para garantir condições adequadas de trabalho.

Dessa forma, tem-se um ambiente organizado, o que diminui a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho, reduzindo assim os impactos ambientais causados durante a obra. Ressalta-se para a importância de preferência de contratação de mão de obra local.

#### **10.1.2 Justificativa**

O prazo de implantação da PCH Rodeio está previsto em 24 meses. Estima-se que cerca de 110 funcionários irão trabalhar no pico da obra, ressalta-se da importância de preferência de contratação de mão de obra local. Por conter mais de 20 trabalhadores, será necessária a elaboração de um PCMAT pela empresa executora da obra, conforme estabelece a Norma Regulamentadora NR 18, do Ministério do Trabalho. Além disso, a empresa responsável pela execução da obra deve apresentar o PPRA e PCMSO, elaborados em concordância com as NR 9 e NR 7, respectivamente.

As atividades de construção e a movimentação de máquinas e equipamentos, além de ser um fator potencialmente danoso para os operários, aspecto a ser observado PCMSO, também gera desconforto para a comunidade do entorno. Por isso, deve ser realizado o monitoramento desses ruídos e, quando necessário, deverão ser estabelecidas medidas mitigadoras, visando minimizar o desconforto gerado.

#### **10.1.3 Objetivo**

O objetivo principal do PAC é a prevenção e controle dos impactos associados à implantação do empreendimento, garantindo a segurança e saúde dos empregados no ambiente de trabalho e à vizinhança. Dessa forma, com o PAC busca-se:

- Preferência de contratação de mão de obra local;
- Prevenção de acidentes e doenças do trabalho;
- Identificação, avaliação e monitoramento dos riscos ambientais aos trabalhadores;
- Implantação de medidas de controle dos riscos ambientais;

- Promoção e preservação da saúde dos trabalhadores;
- Prevenção de acidentes viários com a vizinhança;
- Monitoramento do nível de ruído emitido na obra; e
- Diminuição do impacto à vizinhança.

#### 10.1.4 Materiais e Métodos

O Programa Ambiental de Construção (PAC) divide-se nos seguintes itens abaixo:

##### 10.1.4.1 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)

Toda empreiteira contratada deverá constituir sua Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), conforme o Quadro I da NR 5, assim que o número de empregados o justificar.

A empreiteira contratada apresentará ao PAC a confirmação do registro da CIPA no órgão regional do Ministério do Trabalho, devendo manter no local de trabalho o livro de atas de reunião e cópias dos documentos citados na NR 5. Ainda, a empreiteira contratada deverá enviar ao contratante o calendário de reuniões ordinárias da sua CIPA.

Nos casos de reuniões extraordinárias ou alterações nas datas previstas que se façam necessárias, a comunicação com a devida antecedência deverá ser realizada. As reuniões deverão ocorrer, dentro do horário previsto e aberta à participação de representante da Rodeio Energética e dos responsáveis pelo PAC, e em local previamente determinado.

##### 10.1.4.2 Serviço Especializado de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT)

O dimensionamento do SESMT vincula-se ao número de empregados das empresas participantes e ao grau de risco da atividade principal do empreendimento, obedecendo ao disposto nos Quadros I e II - anexos a NR 4.

O SESMT da contratada deverá disponibilizar seus documentos relativos a ocorrências anormais e acidentes pessoais, para consulta pela empresa Rodeio Energética SA e pelo PAC. Ademais, é de responsabilidade exclusiva do contratante todo o ônus decorrente da instalação e manutenção dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, como preconiza a NR 4.

##### 10.1.4.3 Subprograma de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)

O Subprograma de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) é de responsabilidade da empresa contratada para a realização da obra. Esse deve estar de acordo com a Norma Regulamentadora NR 9. Deve ser fornecida uma cópia do PPRA para a empresa contratante, que deve realizar o acompanhamento do cumprimento desse Subprograma.

#### 10.1.4.4 Subprograma de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO)

Da mesma forma, o Subprograma de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) deve ser apresentado pela contratada para a construção do empreendimento, devendo abordar todo o conteúdo disposto na Norma Regulamentadora NR 7. A empresa contratante deverá possuir uma cópia do PCMSO, bem como todos os atestados de saúde ocupacional dos empregados listados no serviço de construção do empreendimento. A contratante deve realizar o acompanhamento do cumprimento do PCMSO.

#### 10.1.4.5 Subprograma de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT)

O Subprograma de Condições e Meio Ambiente na Indústria da Construção (PCMAT) deve ser elaborado pela empresa contratada para a implantação do empreendimento, visto que para a obra serão empregados mais de 20 funcionários. A elaboração do PCMAT deve contemplar todas as exigências contidas na Norma Regulamentadora NR 18.

Antes do início das atividades de construção e montagem eletromecânica, a contratada deverá apresentar seu PCMAT, já devidamente elaborado, a ser executado por profissional legalmente habilitado na área de segurança do trabalho. Uma cópia do documento deve permanecer no canteiro de obras.

#### 10.1.4.6 Subprograma de prevenção de acidentes e sinalização viários

O aumento do fluxo de veículos pesados em áreas atualmente com pouco fluxo pode acarretar em um aumento no número de acidentes. Para evitar tais acidentes, devem ser tomadas as seguintes medidas:

1. Por meio de interface com o Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental, deve-se informar a população que transita nas vias afetadas de todas as mudanças de sentido, intersecções, alteração de pavimento e condições adversas que porventura ocorram.
2. Sinalização das vias: Tanto as vias existentes que sejam utilizadas pela obra quanto as vias a ser construídas, independentemente de seu caráter temporário ou permanente, devem ser dotadas de sinalização viária adequada à classe da via. Especial atenção deve ser dada a intersecções, travessias de pedestres, trechos perigosos e saídas de veículos pesados.

### 10.1.5 Indicadores

- Número de acidentes de trabalho na obra;
- Número de dias sem que seja constatada a ocorrência de acidentes de trabalho;
- Número de acidentes que causam impacto ao meio ambiente;

- Índice de doenças associadas a vetores e ambientes patogênicos no canteiro de obras;
- Índice de trabalhadores avistados em desacordo com as normas de segurança e saúde do trabalho;
- Grau de satisfação da população em relação à implantação do empreendimento;
- Número de reclamações da vizinhança em função da execução da obra; e
- Número de medições em desacordo com o padrão legal de desempenho ambiental - normas ABNT NBR 10.152/87 e NBR 10.151/00.

#### 10.1.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Como produtos das atividades de acompanhamento e avaliação deverão ser emitidos relatórios semestrais ao órgão ambiental, nos quais serão registrados os principais problemas detectados e apontadas as correções de rumo a serem implementadas. Ao final do programa, será elaborado um relatório conclusivo contendo o desempenho e resultados alcançados.

#### 10.1.7 Equipe Técnica envolvida no Programa

A equipe deverá possuir, no mínimo os seguintes profissionais:

- Um profissional capacitado para realizar a coordenação da equipe;
- Um profissional legalmente habilitado na área de segurança do trabalho; e
- Um auxiliar técnico especializado na área de saúde.

#### 10.1.8 Correlação com Demais Programas

O PAC está correlacionado com os demais programas que tratam da implantação do empreendimento, visto que este aborda a segurança e saúde do trabalhador na construção civil. Dentre eles, cabe citar o Programa de Supervisão Ambiental, uma vez que este gerencia a construção da obra e o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a fim de que este seja executado com segurança pelos trabalhadores. Ademais, correlaciona-se com o Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental, uma vez que os ruídos podem causar incômodos na vizinhança.

#### 10.1.9 Base Legal e Normativa

A legislação federal sobre o tema Segurança e de Saúde do Trabalho consiste, basicamente, no que está disposto na Lei Nº 6.514/77, que altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho, e nas Normas Regulamentadoras de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho (NRs), previstas na Portaria Ministerial Nº 3.214/78.

Os principais diplomas que regem os aspectos de saúde ocupacional e segurança do trabalho são os seguintes:

- Lei Nº 6.514/77, que altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho;
- Portaria MTb Nº 3.214/78, que aprova as Normas Regulamentadoras (NRs) do Capítulo V, Título II da CLT; e
- Resolução SS Nº 317/94, que dispõe sobre o diagnóstico da perda auditiva induzida por ruído, e sobre a redução e o controle do ruído nos ambientes e postos de trabalho;

Nas Normas Regulamentadoras (NRs) listadas a seguir, encontram-se as principais disposições sobre o tema:

- NR 01: dispõe sobre as competências dos órgãos federais e estaduais, bem como as obrigações referentes à segurança e medicina do trabalho, a serem cumpridas pelas empresas, sindicatos e trabalhadores avulsos;
- NR 02: dispõe sobre a obrigatoriedade, pelas empresas, previamente ao início de suas atividades, de solicitação de aprovação, pelo órgão regional do Trabalho, de suas instalações (Certificado de Aprovações de Instalações – CAI);
- NR 03: dispõe sobre o embargo ou interdição de estabelecimento, setor, máquina ou obra, em função de evidência de risco grave e iminente para o trabalhador;
- NR 04: dispõe sobre a obrigatoriedade, nas empresas privadas e públicas, que possuam empregados exigidos pela CLT, de manutenção de Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT);
- NR 05: dispõe sobre a obrigatoriedade de manutenção, pelas empresas privadas, públicas, etc., de Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA;
- NR 06: dispõe sobre a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) pelos trabalhadores;
- NR 07: dispõe sobre a elaboração e implementação, pelas empresas, de Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO;
- NR 08: dispõe sobre edificações, definindo os requisitos técnicos mínimos que devem ser observados nas mesmas;
- NR 09: dispõe sobre a elaboração e implementação, pelas empresas, de Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho;
- NR 10: dispõe sobre instalações e serviços em eletricidade;
- NR 11: dispõe sobre transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais;

- NR 12: dispõe sobre máquinas e equipamentos, em especial aquelas normas referentes a pisos, dispositivos de acionamento, partida e parada de máquinas e equipamentos;
- NR 15: dispõe sobre atividades e operações insalubres;
- NR 16: dispõe sobre atividades e operações perigosas;
- NR 17: dispõe sobre ergonomia, definindo parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psico-fisiológicas dos trabalhadores;
- NR 18: dispõe sobre condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;
- NR 21: dispõe sobre trabalho a céu aberto
- NR 23: dispõe sobre proteção contra incêndios;
- NR 24: dispõe sobre condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho, incluindo instalações para higiene pessoal e descanso;
- NR 27: dispõe sobre registro profissional do técnico de segurança do trabalho no Ministério do Trabalho;
- NR 28: dispõe sobre fiscalização e penalidades.
- NRR 3: dispõe sobre a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural - CIPATR.
- NRR 4: Equipamento de Proteção Individual – EPI.

#### 10.1.10 Cronograma

Segue na próxima página.



Quadro 20 – Cronograma do Programa Ambiental de Construção

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Condutos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
Atividades do Programa	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
	CIPA																								
	SESMT																								
	PPRA																								
	PCMSO																								
	PCMAT																								
	Prevenção de Acidentes																								
	Sinalizações Viárias																								
	Treinamentos																								
Fases da Operação	Relatórios																								
	Geração																								
	Manutenção																								

## **10.2 Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental**

### **10.2.1 Introdução**

O Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental da PCH Rodeio visa criar uma estrutura organizacional que possibilite, tanto ao empreendedor como ao órgão de fiscalização ambiental, verificar a implantação e a eficácia das ações propostas para mitigar, compensar e otimizar os impactos ambientais, verificar o prognóstico ambiental elaborado no Estudo Ambiental Simplificado, diagnosticar desvios e propor medidas corretivas necessárias durante o andamento das obras e operação da usina.

O Programa tem como função gerenciar o cumprimento dos cronogramas, fazer as medições das atividades e relatar todos os dados através de relatórios periódicos. É fundamental a articulação com os proprietários da usina, equipe de engenharia e gestão de obra, assim como a empresa construtora, a fim de que sejam cumpridas e otimizadas as atividades de mitigação e compensação ambiental propostas.

O Programa de Supervisão Ambiental também tem papel fundamental na articulação com as diversas instituições parceiras, com os órgãos de fiscalização e com a população interessada no processo, no que tange aos aspectos de integração ambiental do empreendimento.

### **10.2.2 Justificativa**

De forma a garantir a qualidade ambiental ao longo da construção e da operação do empreendimento, faz-se necessário ao empreendedor dispor de uma equipe de gerenciamento que lhe permita articular de maneira eficiente com os diversos agentes intervenientes, visando garantir a aplicação de técnicas de proteção, manejo e recuperação socioambiental indicadas para cada situação.

Para isto, deverá ser assegurada a implementação e o acompanhamento dos diversos Programas Ambientais, de forma que se alcancem os objetivos previamente estabelecidos nos estudos ambientais, com o controle e mitigação dos impactos identificados, além do acompanhamento dos processos evitando ações incorretas que possam provocar outros impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico.

### **10.2.3 Objetivos**

São objetivos da supervisão e gerenciamento ambiental:

- Coordenar a implementação dos programas ambientais da PCH Rodeio, visando a adequada inserção do empreendimento no meio ambiente;
- Otimizar os recursos humanos e materiais necessários para a implantação de todos os programas e projetos ambientais propostos;
- Servir como mecanismo de integração do empreendimento com o poder público e com as comunidades locais;

- Garantir o que todos os agentes intervenientes (empreendedor, construtora e outros prestadores de serviços) saibam de suas responsabilidades para o cumprimento dos condicionantes ambientais exigidos pelo IMA nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Adequar a implantação dos programas ambientais, seguindo o cronograma físico-financeiro do empreendimento;
- Estabelecer os procedimentos técnicos de implantação dos projetos ambientais durante as obras;
- Implantar e manter um sistema de avaliação de desempenho com relação ao meio ambiente;
- Estabelecer os procedimentos para o monitoramento ambiental na fase de operação do empreendimento;
- Identificar necessidades de revisão das ações na fase de obras visando à melhoria da qualidade ambiental;
- Garantir o cumprimento de todos os condicionantes ambientais apresentados na Licença de Instalação (LI); e
- Elaborar o relatório final de monitoramento da implantação solicitando a Licença Ambiental de Operação (LAO) e protocola-lo no órgão ambiental 120 dias antes da data pretendida para obtenção da licença, assim também quando da renovação de LAO.

#### 10.2.4 Materiais e Métodos

As ações de Supervisão ambiental da PCH Rodeio, em todas as fases do empreendimento, podem ser divididas nas seguintes etapas:

##### 10.2.4.1 Etapa de Planejamento

Tem início após a emissão da Licença Ambiental de Instalação (LAI) quando será contratada uma equipe básica de Supervisão e Gerenciamento Ambiental, que irá realizar todos os trabalhos de planejamento das ações de efetivação dos programas e projetos propostos. Nessa fase:

- Serão contratadas as equipes de trabalho definidas neste RDPA;
- Os integrantes da equipe serão orientados e informados de suas responsabilidades para o cumprimento dos condicionantes ambientais definidos pelo IMA;

- Serão destacadas as ações integradas entre os diversos programas e projetos ambientais propostos, considerando sua compatibilidade com o cronograma de implantação da PCH; e
- Serão definidos os indicadores ambientais a serem monitorados e registrados em cada programa.

#### 10.2.4.2 Etapa de Implantação

Tem como marco inicial a implantação do canteiro de obras.

Nessa fase, os diversos programas e projetos propostos serão implantados, conforme definidos neste RDPA.

A equipe de Supervisão Ambiental terá as seguintes atribuições:

- Reuniões periódicas de integração com as equipes envolvidas na construção, visando garantir a execução das ações ambientais no momento correto, destacar as ações preventivas e as responsabilidades de todos no cumprimento dos condicionantes ambientais;
- Realização de vistorias aos locais das obras, visando a observação da conformidade das ações de construção aos condicionantes ambientais, identificar e registrar as não conformidades e propor medidas corretivas;
- Coordenar a implantação de todos os Programas Ambientais definidos neste RDPA;
- A elaboração e o controle de registros das atividades;
- Fazer a interface entre o empreendedor, o IMA e demais órgãos públicos intervenientes;
- Elaborar os Relatórios de Cumprimento dos Condicionantes Ambientais e protocolá-los no IMA conforme definido na LAP e respectivo Parecer Técnico; e
- Solicitar a LAO.

#### 10.2.4.3 Etapa de Operação

Tem como marco inicial a operação da usina.

Nessa fase, os diversos programas e projetos propostos serão implantados, conforme definidos neste RDPA, e de acordo com a fase de operação.

A equipe de Supervisão Ambiental terá as seguintes atribuições:

- Reuniões periódicas de integração com as equipes envolvidas na operação da usina, visando garantir a execução das ações ambientais no momento correto, destacar as

ações preventivas e as responsabilidades de todos no cumprimento dos condicionantes ambientais;

- Realização de vistorias aos locais das obras, visando a observação da conformidade das ações realizadas durante a fase de construção aos condicionantes ambientais, identificar e registrar as não conformidades e propor medidas corretivas;
- Coordenar a implantação de todos os Programas Ambientais definidos neste RDPA;
- A elaboração e o controle de registros das atividades;
- Fazer a interface entre o empreendedor, o IMA e demais órgãos públicos intervenientes;
- Elaborar os Relatórios de Cumprimento dos Condicionantes Ambientais e protocolá-los no IMA conforme definido na LAP e respectivo Parecer Técnico; e
- Solicitar a renovação de LAO.

#### 10.2.4.4 Indicadores

- Recursos humanos otimizados
- Recursos materiais otimizados
- Número de vistorias aos locais de obras
- Medição e Registro de atividades
- Execução dos cronogramas dos programas do RDPA de acordo com o previsto;
- Índice de execução de medidas corretivas identificadas para a melhoria da qualidade ambiental;
- Índice de não-conformidades ambientais identificadas na obra;
- Atas de reuniões com os agentes intervenientes; e
- Cumprimento dos condicionantes ambientais.

#### 10.2.4.5 Emissão de Relatórios

Os relatórios do Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental terão periodicidade mensal com todas as informações sobre o andamento do componente socioambiental das obras.

Já a emissão do relatório executivo do Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental para o órgão ambiental terá periodicidade trimestral, tendo em vista que, grande parte dos programas ambientais possui como base a realização de campanhas trimestrais para posterior elaboração de relatórios.

Deve-se considerar também, que o processo de elaboração dos relatórios dos demais programas envolve uma grande quantidade de atores (consultores, empresas, empreiteira), o que dificulta a emissão de relatórios com periodicidades menores que a trimestral.

Por fim, está prevista a elaboração de um relatório conclusivo, o qual abrangerá as principais informações referentes à implantação do empreendimento, o qual irá subsidiar a solicitação da LAO da PCH Rodeio, assim como quando da sua renovação (LAO).

#### 10.2.4.6 Equipe Técnica Envolvida

A equipe deverá contar com um coordenador com experiência profissional na área de gestão ambiental e pelo menos um dos seguintes profissionais para compor a equipe:

- Engenheiro Sanitarista e Ambiental;
- Biólogo; e
- Técnico em Meio Ambiente.

#### 10.2.4.7 Recursos Materiais

A equipe de Supervisão e Gerenciamento Ambiental será dotada de escritório no Canteiro de Obras e posterior espaço na sala de operação da usina, onde serão disponibilizados, para consulta a qualquer tempo, todos os documentos relacionados ao processo de licenciamento ambiental, tais como:

- Estudos Ambientais (EAS), RDPA;
- Licenças Ambientais;
- Pareceres de outros órgãos intervenientes;
- Registros de vistoria e acompanhamento de ações preventivas, não conformidades e ações corretivas;
- Relatórios de execução dos programas ambientais; e
- Atas de reuniões.
- Neste escritório serão disponibilizados os seguintes recursos materiais:
- Computadores;
- Impressora;
- GPS, máquina fotográfica digital; e
- Veículo.

#### 10.2.5 Correlação com Demais Programas

Pela sua própria característica integradora, o Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental apresenta interface obrigatória com todos os Planos, Programas e Subprogramas constantes deste RDPA.

#### 10.2.6 Base Legal e Normativa

A base legal e normativa aplicável ao Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental é representada pelo conjunto de requisitos legais e normas aplicáveis aos aspectos socioambientais de cada um dos Planos e Programas que compõem o RDPA, e que serão desenvolvidos nas etapas de implantação e operação do empreendimento.

#### 10.2.7 Cronograma

Segue na próxima página

Quadro 21 – Cronograma do Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduitos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Empresa Responsável																								
	Planejamento dos Programas																								
	Obtenção da AuA																								
	Vistorias, Supervisão e Gerenciamento																								
	Medição das Atividades dos Programas																								
	Avaliação dos Programas																								
	Reuniões																								
	Relatórios																								
	Solicitação da LAO																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Contratação da Empresa Responsável																								
	Planejamento dos Programas																								
	Vistorias, Supervisão e Gerenciamento																								
	Medição das Atividades dos Programas																								
	Avaliação dos Programas																								
	Reuniões																								
	Relatórios																								



## **10.3 Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental**

### **10.3.1 Introdução**

O Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental tem como finalidade a abertura e manutenção de canais de comunicação e informação relativos a todos os grupos interessados nas mudanças locais e regionais propiciadas pela PCH Rodeio.

A comunicação deverá ser realizada de maneira clara e transparente, pautada em princípios éticos de responsabilidade social, de modo que os agentes sociais envolvidos tenham pleno conhecimento do desenvolvimento das obras de construção e operação, assim como das questões ambientais relacionadas ao empreendimento, ações sociais e medidas mitigadoras e compensatórias.

Além disso o programa terá também um caráter de cunho educativo, no qual buscará esclarecer, sensibilizar e orientar os agentes envolvidos para questões de conservação e preservação ambiental.

Por fim, há como premissas a divulgação de oportunidades de trabalho priorizando a mão de obra da região, assim como a compra de insumos. Além disso, faz parte do Programa promover o esclarecimento direto aos proprietários atingidos, a fim de promover uma negociação amigável, sendo que esta etapa já iniciou na fase de LAP, onde alguns terrenos já foram comprados.

### **10.3.2 Justificativa**

A implementação da PCH Rodeio implica em interferências de naturezas diversas nos ecossistemas e nos segmentos populacionais que ocorrerão nas fases de implantação e operação do empreendimento. Tais interferências fazem desse programa uma necessidade, uma vez que o mesmo visa proporcionar a incorporação das questões referidas no cotidiano dos moradores locais, através de um conjunto de ações e atividades.

Além disso, o programa abrirá um canal de comunicação e interação entre o Empreendedor e a Sociedade, informando do andamento de suas ações com relação aos impactos socioambientais da obra, de modo a garantir o direito da sociedade de ter acesso a estas informações referentes ao empreendimento.

### **10.3.3 Objetivo**

O Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental tem como objetivo principal a criação de um canal de comunicação contínuo entre o empreendedor e a sociedade, especialmente a população diretamente afetada pelo empreendimento, promovendo:

- Divulgação da importância do empreendimento para o desenvolvimento local e regional, construindo uma imagem positiva do empreendimento junto às comunidades do entorno;
- Promoção da integração social entre o empreendedor e a sociedade local;
- Adotar medidas de esclarecimento direto da população atingida, com intuito de uma negociação de terrenos clara e amigável;
- Divulgar amplamente na rede local as vagas de empregos, priorizando a mão de obra local, assim como a compra de insumos;
- Estimular a adoção de práticas cotidianas que venham a contribuir para a conservação e preservação dos recursos naturais;
- Divulgar ações associadas ao uso adequado do reservatório e seu entorno, contribuindo para ações de educação ambiental associadas;
- Divulgação das ações socioambientais do empreendimento;
- Fomentar a participação e parceria no processo de Educação Ambiental com instituições, empresas e outros segmentos da sociedade; e
- Comunicação a todos os funcionários envolvidos direta ou indiretamente com a implantação do empreendimento quanto à política ambiental do empreendedor e as atividades associadas à questão ambiental adotadas e que deverão ser seguidas durante a execução do empreendimento.

#### 10.3.4 Materiais e Métodos

##### 10.3.4.1 Preparação de Materiais

Os principais instrumentos de comunicação e conteúdo, relacionados a seguir, deverão ser concebidos a partir da perspectiva do público alvo a que se destinam, em linguagem e formas adequadas e, acima de tudo, respeitando as características sociais e culturais dos destinatários.

**Informativos** – Para levar as ações ambientais ao conhecimento da comunidade local serão divulgadas as informações de andamento da obra em folders, divulgação em periódicos e rádios locais.

**Preparação de Palestras e Apresentações** – Serão desenvolvidas palestras com relação aos temas propostos, com níveis de conteúdo diferentes de acordo com o público alvo. Temas sugeridos:

Público Alvo: Alunos de primeiro e segundo grau.

O nível de complexidade de abordagem dos temas irá variar de acordo com a idade dos alunos que participarão da atividade.

- Energia e Meio Ambiente
- Gestão de Água
- Desenvolvimento Sustentável

Público Alvo: trabalhadores da obra.

- Cidadania e meio ambiente;
- Responsabilidades individuais e coletivas;
- Uso racional dos recursos naturais;
- Preservação e importância dos mananciais, da fauna e da flora;
- Orientações, de forma prática, para a conservação da flora e da fauna durante as obras;
- Importância do gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes gerados, além de como segregar, transportar e acondicionar de maneira correta.

#### 10.3.4.2 Educação Socioambiental nas Escolas

Para a promoção da educação socioambiental nas escolas do município de Benedito Novo, deverá ser seguido uma hierarquia na escolha das escolas. Primeiramente, deverão ser escolhidas escolas mais próximas da área do empreendimento. Em segundo lugar, deverão ser priorizadas escolas de nível fundamental e/ou médio. Outro aspecto que deverá ser levado em conta é a estrutura física da escola, de modo a comportar a realização das atividades.

Em relação a escolha dos temas para palestras, esses deverão considerar o nível de complexidade dos temas. Os assuntos principais a serem abordados nas palestras são:

- Energia e Meio Ambiente

Visando introduzir as matrizes energéticas e sua relação com o meio ambiente, este tema visa focar nas características positivas e negativas referentes a aproveitamentos hidrelétricos e seus possíveis impactos ambientais.

- Gestão da Água

Este item tem a função de promover a conscientização e educação dos alunos quanto à importância da gestão da água, tendo em vista as recentes crises hídricas no país. Poderá ser contemplado ainda, os usos múltiplos do reservatório artificial de água da PCH Rodeio.

- Desenvolvimento Sustentável

O tema visa apresentar como os empreendimentos hidrelétricos buscam preservar o meio ambiente e garantir o desenvolvimento econômico.

Outros temas poderão ser propostos mediante a detecção de demandas específicas na região.

Poderão ser realizadas ainda, oficinas em espaços externos, podendo ser áreas de preservação, horto florestal ou áreas equivalentes e visitas à obra. No caso das visitas à obra, é imprescindível o atendimento aos padrões de segurança necessários.

#### 10.3.4.3 Desenvolvimento de Palestras de Trabalhadores

Para a capacitação dos trabalhadores, no que tange a assuntos socioambientais, deverá ser realizada, primeiramente, uma atividade prévia ao início das obras. Essa atividade abrangerá diversos assuntos como: cidadania e meio ambiente; uso racional dos recursos naturais; preservação e importância dos mananciais, da fauna e da flora; orientações, de forma prática, para a conservação da flora e da fauna durante as obras; importância do gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes gerados, além de como segregar, transportar e acondicionar de maneira correta.

Durante o andamento das obras do empreendimento, deverão haver atividades visando reforçar os tópicos anteriormente trabalhados. Após o término das obras, poderão ser realizadas atividades com temas referentes à conservação das áreas de APP do reservatório artificial e aos usos múltiplos da água do reservatório.

#### 10.3.4.4 Divulgação para a Comunidade Local sobre o Andamento da Obra da PCH

Esta atividade se refere à divulgação dos informativos nos principais meios de comunicação e locais de passagem de grande número de pessoas. O objetivo dessa atividade é informar a comunidade sobre o andamento da obra, a importância do empreendimento para o desenvolvimento local, as ações socioambientais realizadas pelo empreendimento e outras informações relevantes.

Deverão ser previstas ainda, campanhas, que consistirão em visitas e distribuição de folhetos para os proprietários e trabalhadores das proximidades do empreendimento. Este trabalho será focado nas restrições de uso do reservatório e a difusão de formas de manejo sustentável e conservação das áreas de APP.

#### 10.3.4.5 Atendimento a Consultas e Reclamações

Desde o início deste programa, o empreendedor deverá disponibilizar um sistema para recebimento, encaminhamento e resposta de consultas a dúvidas, reclamações e sugestões, referentes ao empreendimento, funcionando como ouvidoria específica do empreendimento.

Todas as consultas e reclamações deverão ter necessariamente alguma resposta, e os registros das mesmas serão mantidos em base de dados permanentemente atualizada. Tais dados deverão orientar a readequação de atividades do programa, quando necessário.

#### 10.3.4.6 Divulgação de Empregos e Compra de Insumos na Região

Deverão ser amplamente divulgados os empregos para a região da AI, a fim de priorizar mão de obra local, através do site do empreendimento, prefeituras, associações locais, entre outros. Assim também como a compra de insumos deve-se priorizar as empresas da região.

#### 10.3.5 Atividades Realizadas até o Presente

As ações socioambientais no âmbito do Programa de Comunicação Social e Educação Sociambiental foram desenvolvidas no sentido de informar a comunidade residente nas áreas de influência do empreendimento acerca do aproveitamento hidrelétrico e sua importância para o desenvolvimento regional. Diante disso, o empreendedor utilizou-se da abrangência e efetividade de alcance das mídias digitais do Grupo CEESAM (Instagram e Facebook) para divulgação dos programas ambientais em desenvolvimento na PCH Rodeio e das ações executadas desde a emissão da Licença Ambiental Prévia. Corroborando e no intento de abranger todos os públicos foram desenvolvidos flyers e folhetos informativos para distribuição na comunidade regional, além de visita aos moradores da região, a fim de apresentar a obra e sanar as dúvidas da comunidade, conforme pode ser verificado nas imagens a seguir.



Figura 6 – Realização de visita aos moradores da comunidade para apresentação do empreendimento

Nas escolas municipais de Benedito Novo e Rodeio foram realizadas palestras acerca do patrimônio arqueológico da região, cujo público-alvo foram os estudantes das séries iniciais. Também foram distribuídos folders acerca do patrimônio cultural da região para a comunidade local.



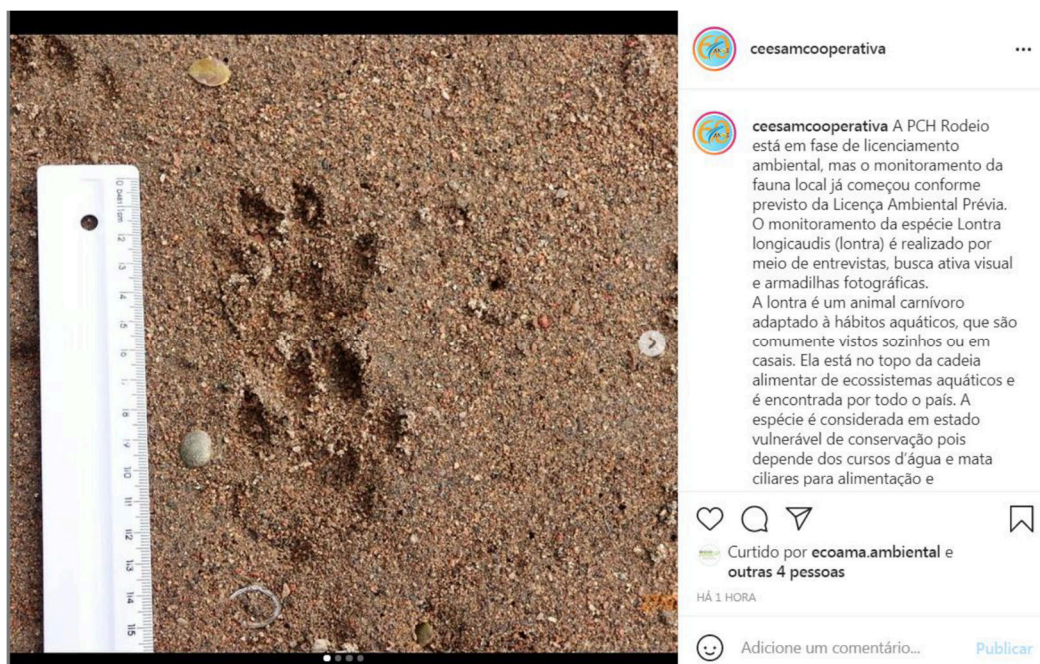


Figura 7 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre ameaçada

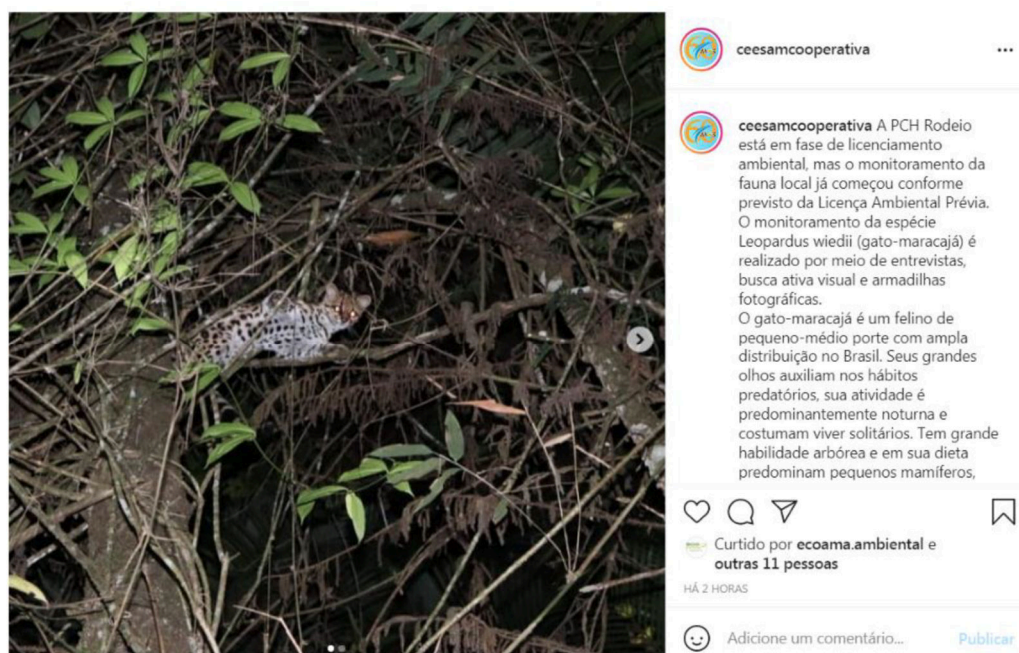


Figura 8 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre ameaçada



Figura 9 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre ameaçada

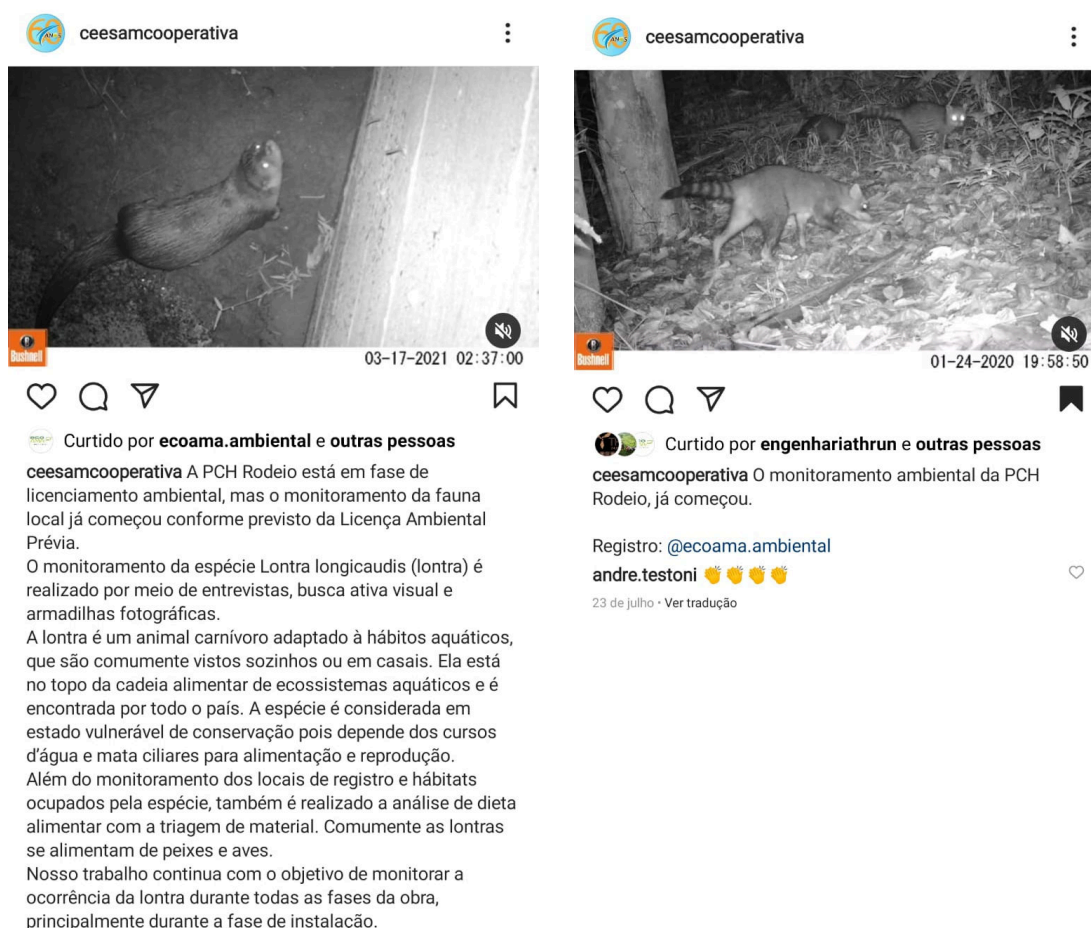


Figura 10 – Publicação mídias sociais – Monitoramento de Fauna terrestre





Figura 11 – Publicações mídias sociais – Reunião pública - PCH Rodeio

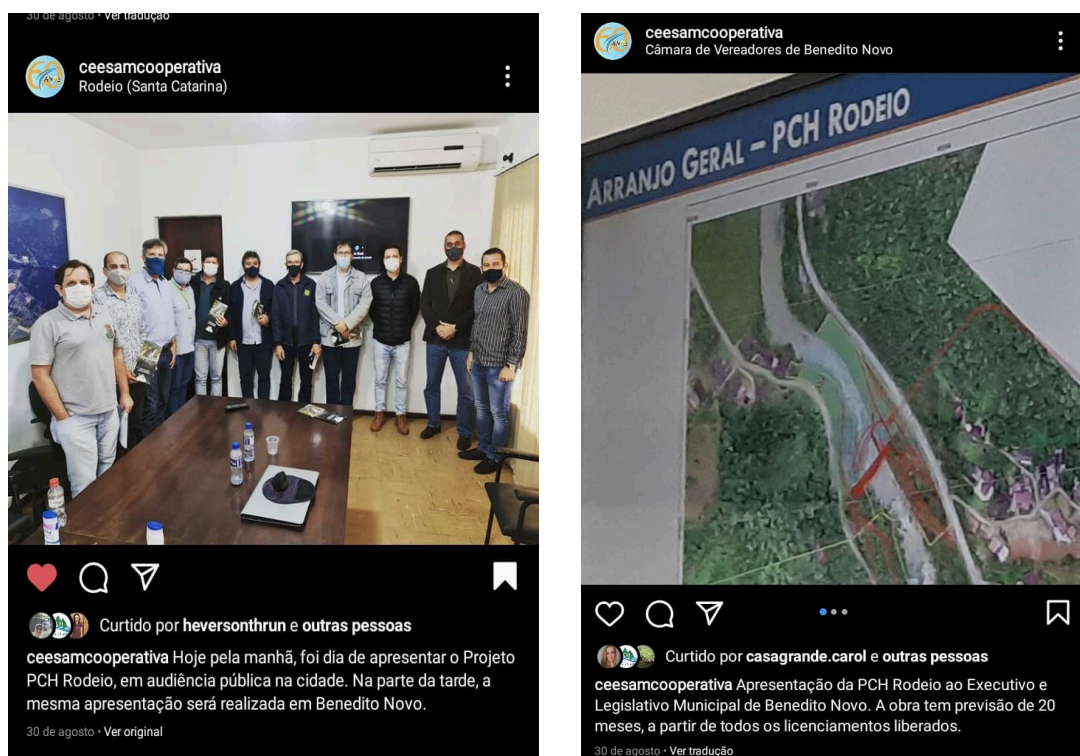


Figura 12 – Publicações mídias sociais – Reunião pública - PCH Rodeio

## **Reunião pública na Câmara Municipal de Vereadores dos municípios de Benedito Novo e Rodeio**

No segundo semestre do ano de 2021 foram realizadas reuniões públicas com os representantes do governo executivo e legislativo e secretarias municipais dos municípios de Benedito Novo e Rodeio para apresentação do projeto básico da PCH Rodeio. Ambas as reuniões foram solicitadas à autoridade dos municípios via ofício protocolado e endereçado a prefeitura municipal, os quais acompanham os anexos deste documento. Outrossim, as apresentações utilizadas nas reuniões seguem anexas no Item 11, sendo as imagens dos eventos disponibilizadas a seguir.

#### Reunião pública Câmara Municipal de Rodeio



Figura 13 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 1/5



Figura 14 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 2/5





Figura 15 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 3/5



Figura 16 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 4/5



Figura 17 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Rodeio 5/5

Reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo



Figura 18 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 1/4



Figura 19 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 2/4





Figura 20 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 3/4



Figura 21 – Fotos da reunião pública Câmara Municipal de Benedito Novo 4/4

Ademais, as negociações para aquisição dos terrenos necessários para implantação da PCH foram realizadas através de reuniões diretas com os proprietários, nas quais foram esclarecidas todas as questões técnicas e ambientais do empreendimento, assim como a regularização dos mesmos quanto as legislações pertinentes.

#### 10.3.6 Indicadores

- Número de escolas selecionadas;
- Número de alunos atendidos nas escolas;
- Número de atividades realizadas para os trabalhadores;

- Total de pessoas presentes nas ações planejadas;
- Número de notícias, sobre o empreendimento, veiculadas na mídia local e teor da notícia;
- Número de informativos (boletins e folhetos) divulgados pelo empreendedor;
- Registro das dúvidas, reclamações e sugestões enviadas ao empreendedor através dos telefones disponibilizados e as respostas ou soluções encaminhadas;
- Percentual de questionamentos respondidos de forma adequada e satisfatória;
- Grau de satisfação do público-alvo, em especial, as famílias atingidas, sobre a qualidade, forma e transparência das informações veiculadas;
- Número de ações civis realizadas que tenham relação com o empreendimento; e
- Atas de reuniões para o estabelecimento de parcerias e acordos com os poderes públicos e entidades ambientalistas.

#### 10.3.7 Emissão de Relatórios e Materiais

Relatórios trimestrais e conclusivos sobre as atividades desenvolvidas e as orientações adotadas para correção de rumos, caso haja necessidade.

Textos escritos e outros materiais educativos audiovisuais, a serem utilizados com os públicos alvo do programa (cartilhas, folders, boletins, *flipers*, *banners*, vídeos, etc.) em ações informativas e de educação ambiental.

#### 10.3.8 Equipe Técnica Envolvida

A equipe técnica envolvida neste programa deverá conter, no mínimo, um dos seguintes profissionais listados:

- Sociólogo;
- Engenheiro Sanitarista e Ambiental;
- Biólogo; e
- Geógrafo.

#### 10.3.9 Correlação com Demais Programas

Este programa deverá estar articulado com todos os demais programas do RDPA, na medida em que deverá contribuir para atender as necessidades de comunicação e educação socioambiental inerentes a todos eles, além de divulgar todas ações executadas pelos mesmos.

### 10.3.10 Base Legal e Normativa

A implantação desse programa está sujeita às exigências legais através da Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que regulamenta a Política Nacional de Educação Ambiental e ao Decreto 4.281/2002.

### 10.3.11 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 22 – Cronograma do Programa de Comunicação Social e Educação Socioambiental

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduto Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
Atividades do Programa	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
	Informativos Sociambientais																								
	Palestras e Apresentações																								
	Site e Divulgação do Site																								
	Palestras nas Escolas																								
	Palestras e Treinamento Trabalhadores																								
	Divulgação de Empregos e Compras de Insumos																								
Fases da Operação	Atendimento a Consultas e Reclamações																								
	Relatórios																								
	Geração																								
Atividades do Programa	Manutenção																								
	Informativos Sociambientais																								
	Palestras e Apresentações																								
	Site e Divulgação do Site																								
	Palestras nas Escolas																								
	Palestras e Treinamento Trabalhadores																								
	Aterndimento a Consultas e Reclamações																								



## **10.4 Programa de Desmobilização de Mão de Obra Migrante**

### **10.4.1 Introdução**

A implantação da PCH Rodeio proporcionará o aquecimento temporário do mercado de trabalho local/regional, em consequência da demanda por mão de obra durante a etapa de instalação do empreendimento. Conforme dados previstos nos estudos, a instalação da usina irá proporcionar, uma ocupação próxima de 110 trabalhadores, dentre os quais, muitos trabalhadores migram de outras localidades do país.

### **10.4.2 Justificativa**

O programa de desmobilização da mão-de-obra da PCH Rodeio tem como prerrogativa o controle e mitigação dos impactos associados a atração de mão-de-obra externa para os municípios de abrangência do empreendimento.

### **10.4.3 Objetivos**

- Estabelecer diretrizes para proceder à desmobilização da mão de obra contratada durante o período de implantação da PCH Rodeio, com vistas minimizar os quaisquer efeitos negativos;
- Estabelecer mecanismos com a empreiteira contratada para minimizar os efeitos decorrentes da liberação de trabalhadores, após o término das obras.

### **10.4.4 Área de abrangência**

O público-alvo deste programa envolve os trabalhadores envolvidos na instalação das obras, oriundos de municípios e/ou estados que não fazem parte da área de abrangência do aproveitamento hidrelétrico.

### **10.4.5 Metodologia**

Para se proceder à desmobilização da mão de obra migrante requerida durante a implantação da PCH Rodeio serão efetivadas as seguintes estratégias:

### **10.4.6 Desligamento de colaboradores**

Quando surgir a necessidade do rompimento do contrato de trabalho, seja por parte da empresa ou do colaborador, deverá ser encaminhada ao RH a autorização de rescisão devidamente preenchida e visitada. A parte contrária deve ser pré-avisada com 30 dias de antecedência, sob pena de pagamento de indenização do referido tempo.

É vedada a rescisão do contrato de trabalho sem justa causa para colaboradores sob a proteção de período de estabilidade ou no período de 30 dias que antecede a data de sua correção salarial.

O pagamento da rescisão deverá ser feito:

- a) até 10 dias corridos da notificação do desligamento, se o empregado for dispensado de cumprir aviso prévio;
- b) até 10 dias corridos da notificação do desligamento ao término do contrato de trabalho (nos casos de aviso prévio trabalhado, término de contrato de experiência e justa causa).

A empresa terá que fornecer o alojamento e alimentação para os colaboradores de fora da cidade até a data de pagamento da rescisão. Após isso fornecerá apoio de transporte até rodoviária/ aeroporto para seguir viagem até a residência de origem.

O reembolso da despesa de desmobilização (passagem de demissão) será ressarcido junto a rescisão. O RH corporativo acompanha via meios de comunicação com cada colaborador até a chegada na cidade de origem, certificando-se que ocorreu tudo bem na viagem de retorno. Esse procedimento ocorre com colaboradores alojados e também com colaboradores em regime de ajuda de custo, com família pois eles retornam também para cidade de origem.

A rescisão de um contrato de trabalho pode ser motivada por:

a) iniciativa do empregado:

I - Pedido de demissão;

b) iniciativa da empresa:

I - Sem justa causa

II - Com justa causa;

c) término de contrato de trabalho;

I - Término do período de experiência;

II - Término de contrato por prazo determinado;

III - dispensa antecipada do término do contrato.

d) morte do empregado

É atribuição dos recursos humanos formalizarem o desligamento do colaborador mediante notificação da rescisão do contrato de trabalho, conforme abaixo:

- a) iniciativa do colaborador: preencher o formulário “Pedido de Demissão”;
- b) iniciativa da Empresa: requisitar o aviso prévio ao RH central depois de aprovado o desligamento;
- c) Recolher o crachá/carteira funcional e a carteira de trabalho;
- d) Encaminhar o empregado para exame médico demissional;

- e) Levantar os eventuais débitos: alimentação; telefonemas; ferramentas; adiantamentos e outros preenchendo a “Planilha de desligamento”;
- f) Atualizar e dar baixa na carteira de trabalho e na ficha de registro do colaborador, caso não seja eletrônica.
- g) Juntar os documentos no envelope padronizado do colaborador
- h) Acompanhar junto com o RH Corporativo a viagem de retorno dos funcionários que forem alojados até a chegada na residência de origem.

Na data de afastamento do colaborador deverá ser observado documentos como: Ponto, recibos de pagamento de salário, recibos de férias, ficha registro, ficha de EPI, exame ASO admissional, periódicos e ASO demissional, Pedido de Demissão ou Aviso Prévio, todos assinados pelo colaborador, conforme o caso.

#### 10.4.7 Detalhamento do Plano de Acompanhamento e Monitoramento

Devem ser elaborados relatórios trimestrais descrevendo o andamento das atividades pelas empresas contratadas. A coordenação do Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental deve realizar vistorias buscando aferir os resultados apresentados pela empreiteira contratada.

#### 10.4.8 Subprograma de monitoramento socioeconômico de trabalhadores migrantes na All do empreendimento

A instalação da PCH Rodeio irá ocasionar alterações na dinâmica socioeconômica da região, haja visto o desenvolvimento ocasionado pelo aporte de recursos financeiros na área de abrangência do empreendimento e o incremento do fluxo migratório, em função da demanda de trabalho no período construtivo. É oportuno observar que o número de mão de obra necessária para a implantação do empreendimento é estimado em 110 vagas diretas e que a estratégia da empreiteira é que os trabalhadores migrantes, ao se desligarem da empresa, recebam seus direitos trabalhistas e passagem de retorno para o local de origem, portanto, considera-se pouco provável a permanência na região. Ademais, considerando que a empreiteira irá disponibilizar alojamento adequado e transporte de retorno ao local de origem, é temerária a definição prévia de quantitativos para o atendimento de uma eventual demanda adicional sobre os serviços públicos.

Por menor que sejam os impactos ambientais ocasionados pelo empreendimento sobre o meio socioeconômico, o diálogo entre envolvidos e empreendedor sempre se faz necessário. Através de levantamento participativo e acompanhamento dos indicadores socioeconômicos dos dois municípios serão identificadas as deficiências, pressões e tensões aumentadas em virtude à instalação do empreendimento. A partir desta identificação, em parcerias com os governos locais, serão definidos quais itens do sistema de saúde, rede de ensino e

saneamento básico, por exemplo, deverão ser tratados e, então, estabelecidos planos de ação para cada um deles.

#### 10.4.8.1 Objetivos

- Monitorar a permanência de trabalhadores migrantes nos municípios de inserção do empreendimento após a conclusão das obras de implantação da PCH Rodeio;
- Traçar o perfil socioeconômico dos trabalhadores migrantes que permaneçam nos municípios de inserção do empreendimento;
- Mapear os atores relevantes na assistência a migrantes em situação de vulnerabilidade, bem como suas funções e responsabilidades;
- Atuar de forma participativa com comunidades impactadas, permitindo esclarecimento e contribuição de envolvidos.
- Implantação e acompanhamento periódico de um conjunto selecionado de indicadores socioeconômicos relativos aos temas - educação, saúde, renda e habitação dos trabalhadores migrantes que permaneceram nos municípios de inserção do aproveitamento hidrelétrico

#### 10.4.8.2 Metodologia

O monitoramento deve se iniciar pela elaboração de um relatório de referência contemplando os temas a serem tratados. Para a avaliação da permanência de trabalhadores migrantes nos municípios de abrangência do empreendimento serão consideradas as informações obtidas em pesquisas junto a empreiteira que realizou a admissão e posterior desligamento destes trabalhadores, em conjunto com pesquisa de campo nos municípios de Rodeio e Benedito Novo. Em paralelo, esta mesma linha de base será utilizada para os demais indicadores socioeconômicos, ou seja, utilizando-se dados secundários disponíveis e dados primários apurados e checados junto aos órgãos públicos responsáveis pela prestação de serviços nos setores a serem estudados.

Nas campanhas serão aplicados questionários que permitam a avaliação quanto às condições socioeconômicas dos trabalhadores que permaneceram na AI do empreendimento, bem como entrevistas semiestruturadas. A partir das campanhas de monitoramento serão elaborados relatórios semestrais de acompanhamento.

A periodicidade de coleta de informações será trimestral durante o primeiro ano de operação do empreendimento, encerrando-se no segundo ano, onde serão realizadas campanhas semestrais. As informações coletadas serão transferidas para uma base de dados a ser consolidada e a compatibilidade entre indicadores será sempre avaliada de maneira a orientar eventuais ajustes nos procedimentos.

#### 10.4.8.3 Atividades a serem desenvolvidas

Estabelecer um plano de registro e cadastro socioeconômico dos trabalhadores migrantes, através de coleta de informações sobre a contratação e demissão dos trabalhadores pelos responsáveis pela implantação do empreendimento:

- **Educação:** Para a elaboração do relatório de referência, será realizada pesquisa domiciliar. A avaliação dos dados obtidos permitirá a calibração das estimativas de demanda de usuários do sistema de ensino; caso seja constatado, tecnicamente, déficit de oferta, serão definidas medidas de adequação dos serviços;
- **Saúde:** O mesmo procedimento de levantamento e checagem das informações existentes será realizado junto aos gestores municipais da área e aos responsáveis pelo Sistema Único de Saúde. A prioridade, neste tema, é assegurar que o sistema de saúde já existente e operativo seja capaz de atender a uma demanda adicional, caso ela venha a ocorrer, mantendo níveis adequados de atenção à saúde nos municípios da AI;
- **Habitação:** O setor habitacional deverá ser avaliado através de pesquisa qualitativa e quantitativa nos domicílios dos trabalhadores a fim de obter informações dos seguintes aspectos: condições de habitação, cobertura de saneamento, energia elétrica e coleta de lixo nos domicílios;
- **Renda:** Deve ser realizada uma avaliação dos recursos existentes de subsistência dos trabalhadores migrantes que permita identificar quais atividades ou programas de subsistência são mais apropriados na situação específica. Os recursos de subsistência incluem o capital humano, social, físico, natural e financeiro, entre outros.

#### 10.4.9 Instituições Envolvidas

Prefeitura Municipal dos municípios de Benedito Novo e Rodeio, além de outras parcerias institucionais estratégicas julgadas necessárias para a operacionalização do programa.

#### 10.4.10 Equipe técnica

O acompanhamento de todo o processo está assumido pela Gerência Ambiental da PCH Rodeio, que designará responsável técnico de sua equipe para a condução dos trabalhos e discussão das alternativas de desmobilização da mão de obra e avaliação de resultados.

#### 10.4.11 Cronograma

Este Programa tem seu início na Fase de Instalação do empreendimento e conclusão na Fase de Operação do empreendimento. O Cronograma é apresentado na página seguinte.

Quadro 23 – Cronograma do Programa de Desmobilização de Mão de Obra Migrante

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduitos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Cadastro Socioeconômico dos Trabalhadores																								
	Acompanhamento dos indicadores socioeconômicos																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								

## 10.5 Programa de Supressão da Vegetação

### 10.5.1 Introdução

Os impactos sobre a vegetação na implantação da PCH Rodeio impõem uma intervenção direta com proposição de ações estratégicas visando não somente atender a demanda do próprio projeto, mas também estabelecer condições efetivas para minimização das intervenções sobre a cobertura vegetal e sistemas naturais associados.

O Programa de Supressão da Vegetação da PCH Rodeio apresenta os procedimentos para o desmatamento das áreas das estruturas civis e reservatório que necessitam corte de vegetação, de acordo com a solicitação de Autorização de Corte (AuC) enviada ao Instituto do Meio Ambiente – IMA-SC.

Através da Autorização de Corte (AuC), em função do volume de material lenhoso (lenha e tora) autorizado para supressão, faz-se necessário o cumprimento com as ações relacionadas à Reposição Florestal, conforme a IN 46 – FATMA e também da Compensação Ambiental, conforme preconiza a Lei Federal 11.428/2006, pela supressão de vegetação nativa em estágio médio de regeneração.

As áreas de supressão localizam-se na área do barramento e na área da chaminé de equilíbrio e a casa de força da PCH Rodeio, próximo ao Rio Benedito, entre os municípios de Benedito Novo e Rodeio. Com a alteração do Projeto Executivo área de supressão representa uma **área total de 19.220,00 m<sup>2</sup>**. Em relação ao Projeto Básico, houve uma **redução de 5.499,13 m<sup>2</sup>** de supressão de vegetação nativa. Devido a alteração do Arranjo inicial proposto para a PCH RODEIO, no processo de licenciamento ambiental nº DIV/21824/CVI e parecer técnico nº 8377/2021, LICENÇA AMBIENTAL DE INSTALAÇÃO Nº 7529/2021 - DOCUMENTOS (FCEI Nº 525319).

Quanto aos estágios sucessionais, a área total de 19.220,00 m<sup>2</sup> se encontram em área de vegetação secundária em estágio médio. Não foram encontradas áreas com vegetação em estágio avançado. Em relação às Áreas de Preservação Permanente do rio natural, foi considerada uma projeção de 50 m a partir das margens do Rio Benedito.

O quadro a seguir apresenta o resumo das áreas de supressão por estágio e localização em relação à APP.

Quadro 24 - Quadro-resumo das áreas de supressão.

Tipo	Em APP (m <sup>2</sup> )	Fora de APP (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )
Estágio Médio	16.887,87	2.332,13	19.220,00
<b>Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>16.887,87</b>	<b>2.332,13</b>	<b>19.220,00</b>



A figura a seguir apresenta a área de supressão bem como seus devidos estágios sucessionais.

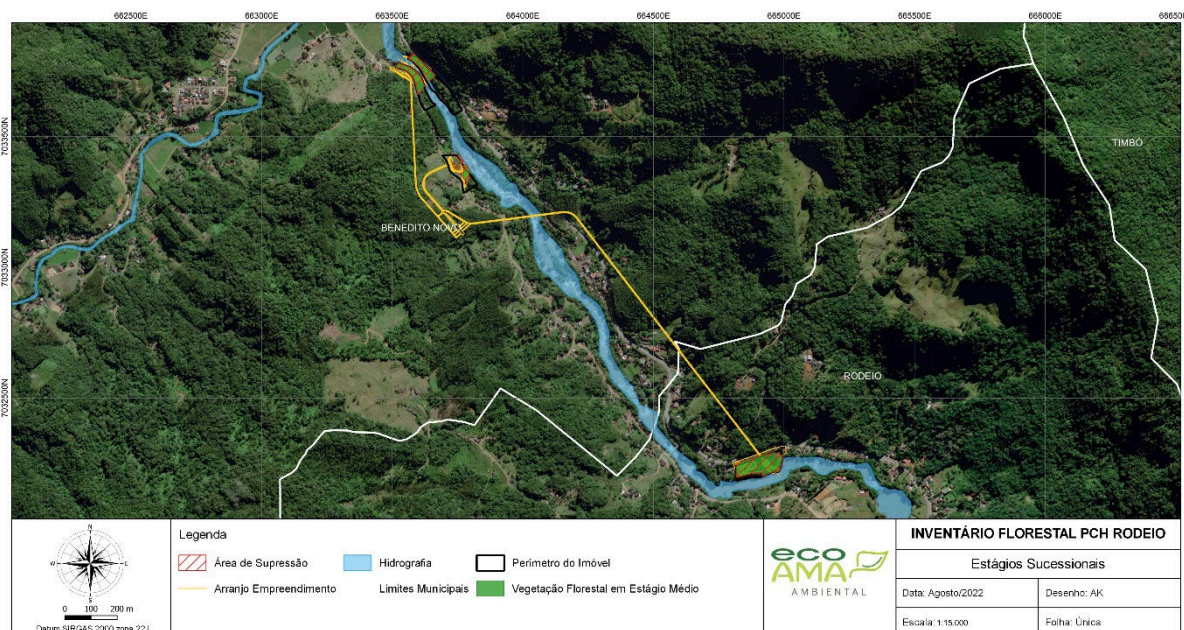


Figura 22 - Áreas de supressão e estágios sucessionais da PCH Rodeio, Rodeio e Benedito Novo, SC.

Ressalta-se que a APP de 50 metros no desenho é a do rio natural e não do reservatório, e foi colocada apenas para melhor visualizar em escala o mapa.

### 10.5.2 Justificativa

Para a construção das estruturas civis e limpeza da área do reservatório há a necessidade de desmatamento das áreas relatadas na figura anterior, a qual deve seguir as recomendações da AuC emitida pelo IMA. O programa se justifica devido a ser fiscalizada a maneira correta de desmate, assim como o resgate prévio a supressão de flora e fauna. Diante disto, são impostas medidas que visam estabelecer condições efetivas para minimização de interferências negativas sobre os sistemas naturais (especialmente flora e fauna), geradas a partir da supressão da vegetação, especialmente nativa.

### 10.5.3 Objetivo

O objetivo central deste programa é o dimensionamento adequado e preciso da vegetação nativa a ser suprimida para a implantação do empreendimento, bem como organizar a documentação e os procedimentos metodológicos necessários à execução das atividades de supressão.

São objetivos específicos deste programa:

- Demarcar com precisão a área de desmatamento visando evitar a derrubada da cobertura vegetal em terrenos limítrofes;



- Evitar ao máximo possível as intervenções sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL);
- Realizar a organização documental relacionada na Instrução Normativa FATMA nº. 24 (IN-24) visando atender a Autorização de Supressão da Vegetação Nativa (AuC) deste empreendimento;
- Identificar e localizar a ocorrência de espécimes das espécies protegidas de corte e propor medidas para sua preservação (quando possível) e/ou compensação;
- Realizar o resgate de fauna e flora prévio na região de supressão.
- Identificar e localizar a ocorrência de espécimes exóticas invasoras e propor medidas para sua preservação, quando possível;
- Em concordância com o Inventário Florestal, quantificar a vegetação a ser efetivamente suprimida, visando controlar o material lenhoso e emitir relatório sobre o assunto ao órgão ambiental licenciador (IMA);
- Atender aos critérios de segurança e legislação ambiental relacionados com a implantação e operação desta PCH;
- Orientar as atividades de supressão da vegetação de modo que sejam executadas de acordo com a legislação vigente.

#### 10.5.4 Materiais e Métodos

As atividades de supressão da vegetação deverão ser iniciadas durante a abertura dos acessos, implantação do canteiro de obras, das estruturas civis e antes do enchimento do reservatório. As atividades serão distribuídas de acordo com o cronograma de implantação do empreendimento.

A seguir descreve-se as diretrizes metodológicas deste programa: (A) Identificação das áreas de supressão; (B) Processo administrativo de Autorização de Corte - AuC; (C) Procedimentos técnicos de supressão e (D) Resgate de Fauna e Flora prévio a Supressão.

##### 10.5.4.1 Identificação das áreas de supressão

As áreas de supressão da vegetação totalizam 2,4 hectares. A demarcação das áreas de supressão onde estão previstas as estruturas, que deverão ser locadas pela equipe de topografia da construtora através de piquetes, sugere-se que se utilize fita zebra. Sugere-se que o responsável técnico pela execução do programa faça o acompanhamento utilizando um GPS contendo os limites da área supressão em desenho, com o objetivo de monitorar e impedir que se avance além dos limites pré-estabelecidos.

Também devem ser localizadas e catalogadas todas as espécies ameaçadas nestas áreas a fim de compensar com o replantio de 10 espécies para cada uma cortada, conforme estabelecido na AuC 970/2021.

## **Processo administrativo IMA de Autorização de Corte - AuC**

A Autorização de Corte de Vegetação (AuC) em área urbana é organizada através de processo administrativo próprio subordinado aos parâmetros legais das Leis Federais nº. 12.651/12 e nº. 11.428/06, complementadas pela Instrução Normativa IMA Nº. 24. A PCH Rodeio já possui Autorização de Corte, vinculados ao FCEI Nº 509737 - Processo IMA Nº VEG/79973/CVI - AUTORIZAÇÃO DE CORTE Nº 970/2021, emitida em 25 de janeiro de 2022, com base na supressão da vegetação considerando o arranjo do Projeto Básico.

### **A AuC será necessária sua atualização considerando as alterações realizadas no Projeto Executivo.**

#### **10.5.4.2 Procedimentos metodológicos de supressão**

Os trabalhos de desmatamento e limpeza da área destinada à implantação deste empreendimento deverão abranger a retirada da cobertura vegetal propriamente dita, incluindo corte, remoção, enleiramento, carregamento, transporte e encaminhamento do material vegetal para destino final adequado.

Esta atividade será realizada de forma gradual e as frentes de trabalho irão operar em um único sentido, de forma que possibilite o gradual afugentamento da fauna que estiver frequentando estes locais. Sempre que possível, deve ser feito o salvamento dos espécimes faunísticos (especialmente vertebrados arborícolas) para relictos florestais situados nas áreas adjacentes, assim como demais espécies que necessitem resgate e destinação a habitat correto.

A supressão seguirá o seguinte ordenamento: limpeza – corte – salvamento (fauna e flora) – desgalhamento e poda – empilhamento de troncos. A limpeza será efetuada com materiais como foices, facão ou roçadeiras em trechos onde a vegetação é menos densa.

Motosserras (cadastradas e licenciadas) e operadas por pessoa qualificada e treinada serão utilizadas nas áreas onde a vegetação é mais densa, seguindo as normas de segurança para atividades desta natureza. Caso necessário, a mão de obra será treinada para adquirir qualificação quanto ao uso dos equipamentos (motosserras), normas de segurança inerentes ao processo e cuidados gerais com o meio ambiente. O uso de motosserra deverá estar acompanhado de “licença de porte” do IBAMA e ser de uso exclusivo de pessoa com habilitação e confirmada experiência de manejo do equipamento. Os trabalhos não serão realizados no período noturno.

Todo o material proveniente do corte poderá ser oferecido aos proprietários para utilização em benfeitorias de sua propriedade, não podendo, de forma alguma, ser vendido diretamente pela empreiteira. Para o transporte do material de origem vegetal nativo suprimido, o Documento de Origem Florestal (DOF) autorizando este transporte deverá ser solicitado junto

ao órgão ambiental competente (IMA - IBAMA). A Reposição Florestal, já cadastrada no processo de AuC junto ao IMA, tem o objetivo de gerar os créditos para a emissão do DOF.

Os troncos deverão ser cortados o mais próximo possível do solo e todas as árvores com DAP acima de 10 cm serão empilhadas em superfície plana, longe de drenagens e em lugar de fácil acesso, de preferência próximo do local e dentro dos limites da propriedade de origem. O tamanho máximo das pilhas não deve ultrapassar 2,5 metros de altura.

O trabalho de supressão será considerado concluído ao final de toda a ordenação (empilhamento) das toras e toretes para sua posterior realocação para seu destino final.

Além destas orientações normativas, as seguintes diretrizes metodológicas gerais serão respeitadas:

- A supressão durante a construção de estradas e acessos será executada limitando ao mínimo seu impacto sobre o ambiente;
- Nas “grotas profundas” (talvez bem acentuados) e passagens de corpos hídricos, a vegetação nativa será apenas podada ou cortada à altura do peito (+/- 1,50 m acima do solo) e seus galhos e folhas retirados para fora destes mananciais para não promover o assoreamento e deslizamento;
- Seguindo os requisitos legais, nenhuma atividade de supressão de vegetação será executada sem a autorização do órgão competente (“Autorização de Corte – AuC”), emitida pela IMA, bem como da licença para transporte da fauna resgatada;
- A empreiteira contratada manterá uma equipe qualificada para fiscalização ambiental de todos os serviços executados, principalmente o registro das supressões de vegetação realizadas, assinalando o início e término das atividades em cada trecho. Serão registradas ocorrências de não conformidades ambientais que deverão ser imediatamente informadas ao empreendedor e devidamente solucionadas;
- Todas as atividades desenvolver-se-ão durante todo o período de implantação da obra, sendo todos os procedimentos acompanhados por um técnico especializado (Biólogo, Engenheiro Ambiental, Engenheiro Agrônomo e/ou Engenheiro Florestal).
- Não serão permitidas queimadas durante o processo de supressão vegetal e os piquetes de sinalização das demarcações de cota devem permanecer no mesmo local após o processo de supressão.
- Para os trabalhos de desmatamento e limpeza do canteiro de obras e áreas das estruturas civis da PCH é necessário procedimentos de importância vital, como a comunicação social, a marcação visível da área a ser trabalhada e o acompanhamento dos trabalhos para o aproveitamento de sementes, estacas e mudas, entre outros.
- Concomitantemente às atividades de supressão, a matéria vegetal será devidamente ordenada nas laterais da faixa de serviço ou em outro local determinado pelo empreendedor, em comum acordo com os proprietários, incluindo-se as toras e os

resíduos (lenhas), que serão cubados para fins de emissão de autorizações de transporte e indenização aos proprietários.

- O comprimento das toras será estabelecido procurando seguir um modelo para facilitar a cubagem. Os resíduos (lenha) terão comprimento máximo de 0,60 m e serão agrupados em pilhas de 1,50 m altura por 2,0 m de comprimento, com o mesmo objetivo.

#### 10.5.5 Subprograma de Resgate de Flora

Simultaneamente ao desenvolvimento do Programa de Supressão da Vegetação para implantação do empreendimento, propõe-se o aproveitamento estratégico da flora, envolvendo a coleta de sementes das espécies mais importantes (especialmente as ameaçadas), realocação das epífitas e o transplante de indivíduos jovens (plântulas) das espécies raras ou ameaçadas de extinção.

As atividades de salvamento e realocação das epífitas serão realizadas juntamente com a supressão da vegetação, sendo que os indivíduos coletados deverão ser realocados nas áreas que formarão a nova faixa ciliar (Área de Preservação Permanente), sempre que possível em locais próximos da sua retirada.

As sementes coletadas durante a supressão de indivíduos importantes deverão ser acondicionadas adequadamente e transportadas para os viveiros para serem utilizadas durante a implantação da faixa ciliar e recuperação de áreas degradadas. Se possível, poderão ser utilizados viveiros municipais ou unidades de ensino localizados próximos do empreendimento. Esta alternativa pode minimizar custos de implementação do programa e promover a integração do empreendimento com as políticas e práticas administrativas municipais.

A supressão seguirá conforme cronograma e as seguintes etapas:

- Planejamento: antecede o início das atividades de supressão. Após a obtenção da Autorização de Corte será contratada a empresa para a execução da supressão e as equipes serão mobilizadas;
- Limpeza prévia do sub-bosque: limpeza manual com foices e em sinergia ocorre o afugentamento brando de fauna silvestre e resgate de flora;
- Derrubada direcional das árvores para as áreas mais abertas;
- Supressão da Vegetação arbórea: realização de corte parcial e raso, empilhamento de lenha das galhadas e a remoção do material lenhoso;
- Desdobramento de madeira produzida e limpeza da área de extração;
- Retirada, transporte e estocagem da madeira;

- Elaboração de relatórios técnicos.

#### 10.5.5.1 Material e Métodos

A metodologia aplicada no resgate de flora tem seu início com o mapeamento das áreas de supressão, selecionando e identificando as espécies afetadas, dando sequência no resgate das espécies e posteriormente a relocação do material coletado. Estas atividades são realizadas antes da execução da supressão da vegetação bem como após a derrubada de forófitos (árvores que suportam epífitas).

Os métodos utilizados para coleta dos espécimes se diferenciam com relação à forma de vida, aos hábitos e à localização nos forófitos, sendo utilizadas técnicas adequadas de resgate para diferentes situações. As espécies epífitas serão retiradas manualmente ou com o auxílio de facas, sendo estas a prioridade do resgate.

Os espécimes localizados ao alcance do coletor serão coletados antes da supressão, sendo realocados para áreas do entorno com as mesmas características ecológicas. Na medida do possível, os indivíduos serão alocados no novo forófito em altura aproximada à original.

Os espécimes localizados no alto dos forófitos serão coletados no momento da derrubada das árvores. As condições de viabilidade e sanidade deverão ser observadas para que se dê preferência aos indivíduos não afetados pela queda. A coleta das epífitas após a derrubada dos forófitos deverá ocorrer somente nos casos de interrupção da supressão, buscando sempre priorizar a segurança do coletor nas atividades.





Figura 23 - Coleta de epífitas em árvore derrubada.



Figura 24 - Coleta de epífitas antes da supressão.



Figura 25 - Contagem e identificação das epífitas.



Figura 26 - Transporte de epífitas.

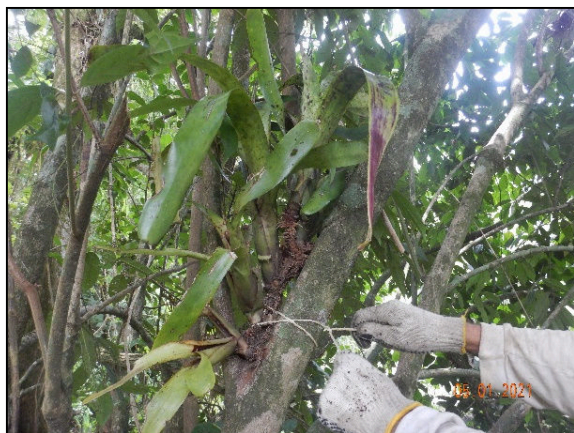


Figura 27 - Realocação de epífitas.



Figura 28 - Realocação de epífitas.

Os polígonos das áreas de realocação dos indivíduos são apresentados no mapa RDO-3C-DEEA-019, no Anexo C – Caderno de Desenhos do RDPA.

### 10.5.6 Subprograma de Resgate de Fauna

Sempre que possível, deve ser feito o salvamento dos espécimes faunísticos (especialmente vertebrados arborícolas) para relictos florestais situados nas áreas adjacentes, assim como demais espécimes que necessitem resgate e destinação a habitat correto.

Tanto os espécimes de flora como fauna resgatadas devem ser catalogadas e descritas nos relatórios, com seus locais de retirada e replante (flora) ou destino (fauna).

#### 10.5.6.1 Objetivo Geral

O programa relacionado à fauna tem como objetivo geral diminuir o impacto do empreendimento sobre a fauna local durante sua fase de supressão da vegetação.

#### 10.5.6.2 Objetivos Específicos

- Efetuar a captura de animais e assegurar sua sobrevivência durante as atividades de supressão da vegetação;
- Aplicar as técnicas adequadas para a captura, transporte e realocação dos animais resgatados;
- Disponibilizar atendimento médico-veterinário, quando necessário;
- Promover o aproveitamento científico, quando necessário;
- Propiciar condições para o estudo e a conservação das populações de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção nas áreas de influência do empreendimento.

#### 10.5.6.3 Material e Métodos

##### Plano de Ação

O Resgate de Fauna compreende as seguintes atividades:

- Acompanhamento e registro diário da supressão vegetal;
- Orientação da supressão, que ocorre, sempre que possível, das áreas alvo da supressão em direção aos fragmentos remanescentes e/ou próximos, de maneira a direcionar a fuga dos animais terrestres e arborícolas sem manejo direto (captura);
- Treinamento e orientação técnica aos colaboradores envolvidos com as atividades de supressão vegetal;
- Manejo e resgate de fauna, incluindo captura e realocação dos animais;
- Avaliação dos animais capturados quanto às condições de saúde para soltura imediata.

### **Capacitação das Equipes de Supressão Vegetal**

A capacitação dos colaboradores responsáveis pela supressão vegetal tem por objetivo a conscientização dos cuidados a serem tomados com a fauna local e os procedimentos para realizar o afugentamento da fauna para facilitar seu resgate.

Estas orientações serão realizadas no início das atividades diárias, sendo focadas as informações pertinentes sobre a fauna local, como proceder ao encontrar os animais, precauções para evitar a morte de animais e cuidados sobre a prevenção de acidentes ofídicos.

### **Direção da Frente de Supressão**

Com o objetivo de orientar a frente de supressão será elaborado um mapa exemplificando o direcionamento das frentes de supressão.

Devido as áreas de supressão consistirem em pequenos fragmentos, sem cobertura vegetal contínua, os animais resgatados serão capturados e realocados para áreas adjacentes, com vegetação mais estruturada.

### **Espécies Ameaçadas de Extinção**

O grau de ameaça de extinção será baseado na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014), Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção no estado de Santa Catarina (CONSEMA, 2011) e consultas no site da IUCN - *International Union for Conservation of Nature*.

### **Resgate e Manejo de Fauna**

O resgate de fauna durante as atividades de supressão vegetal será realizado por meio de duas ações básicas:

- Manejo Indireto

O manejo indireto corresponde à prática de afugentar os animais encontrados durante o desmatamento e demais atividades, inclusive com instrução aos trabalhadores sobre a direção do desmatamento.

Esta forma de manejo será priorizada durante o período de execução deste subprograma, para evitar estresse aos animais e/ou possíveis acidentes.

- Manejo Direto

O manejo direto, quando necessário, envolve a captura dos animais. Neste caso, os profissionais farão a captura e atendimento dos animais feridos ou em área de risco durante a realização das atividades de desmatamento, para em seguida proceder a destinação correta destes animais.

O método de captura ocorrerá de forma a manter a integridade do animal capturado e do profissional que está executando a atividade.



A soltura dos animais resgatados será realizada o mais rápido possível e em local de floresta remanescente.

Segue abaixo os procedimentos básicos que serão adotados para os animais de cada grupo:

### **Invertebrados**

Grupo geralmente representado nesta atividade pelo encontro de colmeias de abelhas nativas ou exóticas, vespas e marimbondos. Tem-se como procedimento a realocação das colmeias para áreas fora da ação de supressão. Este procedimento além da importância ecológica visa à segurança dos trabalhadores envolvidos nas atividades de supressão.

### **Anfíbios**

Para os anfíbios será utilizada a captura direta manual, sendo os indivíduos acondicionados em sacos plásticos limpos com um pouco de água para evitar desidratação.

### **Répteis**

A captura de serpentes exige especial atenção, pois podem se tornar agressivas e causar acidentes ofídicos. Em função disto, todos os técnicos envolvidos no resgate são treinados sobre reconhecimento e manuseio de serpentes peçonhentas.

Os répteis serão capturados através de ganchos herpetológicos para as serpentes e através de captura manual para os lagartos e mantidos em caixas de madeira ou plásticas até serem liberados. A soltura ocorrerá em áreas remanescentes evitando-se a proximidade de residências rurais, principalmente para as espécies que oferecem risco de acidentes ofídicos.

### **Aves**

Para este grupo utiliza-se o manejo manual com acondicionamento típico, tais como, grades, caixas de madeira, sacos de pano, etc. Quando encontrados, os ninhos também serão realocados para as áreas remanescentes.

### **Mamíferos**

Os mamíferos resgatados serão capturados manualmente ou com auxílio de puçás e acondicionados nas caixas de madeira e plástico, sacos de pano, mouse packs, gaiolas, etc.

Na tabela a seguir são relacionados os materiais e equipamentos utilizados durante as atividades de manejo e resgate de fauna durante a supressão vegetal.

Tabela 5 - Materiais e equipamentos utilizados durante as atividades de manejo e resgate de fauna.

<b>MATERIAL / EQUIPAMENTO</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Perneiras (par)	01 unidade
Luvas de couro (par)	01 unidade
Capacete de segurança	01 unidade
Óculos de proteção	01 unidade

MATERIAL / EQUIPAMENTO	QUANTIDADE
Roupa de apicultor	01 unidade
Caixa de madeira	02 unidades
Caixas <i>top stock</i> (grande)	01 unidade
Caixas <i>top stock</i> (médio)	01 unidade
Ganchos herpetológicos	01 unidade
Laço	01 unidade
Puçá	01 unidade
Balde plástico	01 unidade
Bandeja plástica	01 unidade
Fita adesiva	01 unidade
Fita crepe	01 unidade
Lanterna	01 unidade
Luvas de látex	02 caixas
Papel toalha	01 fardo
Papel vegetal	10 unidades
Régua / Trena	02 unidades
Rolo de fita zebreada	03 unidades
Saco de algodão	03 unidades
Sacos plásticos	1 kg
Tesoura	01 unidade



Figura 29 - Equipamento (gancho herpetológico) disponível para as atividades de manejo e resgate de fauna.



Figura 30 - Materiais disponíveis para as atividades de manejo e resgate de fauna.

### Fichas de Acompanhamento Diário

Diariamente serão preenchidas fichas de acompanhamento, onde serão apresentados os dados quanto à localização e condições da frente de supressão. Além disso, serão apresentados os dados pertinentes quanto ao registro das espécies da fauna.

PCH Rodeio Resgate de Fauna					
DATA	CLIMA		ATIVIDADES (EQUIPE DE RESGATE)		
	Bom ( )	Chuva ( )	sim ( )	não ( )	
LOCALIZAÇÃO DA ATIVIDADE (UTM)				PONTO DE REFERÊNCIA	
OBSERVAÇÕES					
DADOS EQUIPE					
REGISTRO DE FAUNA E FLORA					
OBSERVAÇÕES					

Figura 31 - Modelo de ficha de acompanhamento diário

## Áreas de Destino Animal

As Áreas de Destino Animal são os locais onde os animais resgatados durante a supressão serão soltos.

Para este empreendimento estas áreas correspondem aos fragmentos de vegetação nativa remanescentes ou outros fragmentos próximos ao local da captura, sendo que os animais serão encaminhados de acordo com os seguintes critérios:

- Proximidade do local onde ocorreu o resgate;
- Ambiente preferencial (floresta, etc.);
- Grau de sociabilidade;
- Abundância relativa estimada;
- Potencial ameaça (ofidismo).

Para a área de supressão da casa de força, a área não apresenta estrutura vegetal suficiente como destino dos animais resgatados. Caso seja realizado o resgate de algum indivíduo, ele será encaminhado para o remanescente próximo mais estruturado

### DESTINO DO MATERIAL BIOLÓGICO

O programa relacionado à fauna é realizado com o intuito de possibilitar a ocorrência, permanência e dinâmica das espécies principalmente na Área de Estudo Direto do empreendimento.

Tal situação como o encontro de animais mortos podem ocorrer. Desta forma, a Universidade Regional de Blumenau (FURB) se torna parceira para que receba o material biológico coletado. Os animais recebidos serão devidamente identificados e tombados na coleção científica da instituição.

<b>Instituição</b>	Laboratório de Biologia Animal, Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB).
<b>Responsável</b>	Prof. Dr. Sérgio Luiz Althoff
<b>Objeto da parceria</b>	Depósito de exemplares de anfíbios, répteis, aves e mamíferos em coleção científica.

### 10.5.7 Indicadores

O desempenho ambiental deste programa será avaliado e acompanhado pelos seguintes indicadores:

- Delimitação das áreas a serem suprimidas pela topografia de campo da construtora
- A identificação mínima de áreas a serem suprimidas, objetivando o mínimo impacto possível.

- O montante da área a ser suprimida e sua relação com a área de vegetação na área de influência direta;
- Os quantitativos da vegetação efetivamente suprimida e o percentual em relação aos valores inicialmente previstos pelo Inventário Florestal;
- A execução dos trabalhos dentro dos prazos previstos, com datas de início e fim de cada atividade planejada;
- O número de registros de Não-Conformidades Ambientais;
- Identificação e catalogação dos espécimes de fauna e flora resgatadas.

#### 10.5.8 Emissão de Relatórios

A cada etapa realizada de supressão de vegetação deverá ser emitido um relatório pela equipe responsável, os quais serão inseridos nos relatórios semestrais enviados ao IMA.

#### 10.5.9 Equipe Técnica Envolvida

Todas as atividades desenvolver-se-ão durante todo o período de implantação da obra, sendo todos os procedimentos acompanhados por um técnico especializado (Biólogo, Engenheiro Ambiental, Engenheiro Agrônomo e/ou Engenheiro Florestal).

#### 10.5.10 Correlação com Demais Programas

Este programa tem correlação com o Programa de Supervisão Ambiental; Programas de Comunicação Social e Educação Socioambiental; Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-aquática; Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna; Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea; Programa de Monitoramento da Estabilidade de Taludes; Programa de Salvamento Arqueológico.

Além desses, este programa tem relação indireta com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e com o Programa de Implantação da Faixa Ciliar, os quais objetivam recompor o ambiente degradado com o plantio das espécies nativas.

#### 10.5.11 Base Legal e Normativa

Leis Federais nº. 12.651/12 (Código Florestal) e nº. 11.428/06 (Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências).

Instruções Normativas do IMA-SC:

- IN 15 – Averbação da Reserva Legal
- IN 16 – Recuperação de Áreas Degradadas
- IN 24 – Supressão de Vegetação nativa em Área Urbana

- IN 46 – Reposição Florestal

#### 10.5.12 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 25 – Cronograma do Programa de Supressão da Vegetação

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Condutos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Equipe																								
	Resgate de Fauna e Flora																								
	Supressão																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								



## 10.6 Programa de Implantação da Faixa Ciliar

### 10.6.1 Introdução

Mata ou Faixa Ciliar é a formação vegetal nas margens dos nos córregos, lagos, represas e nascentes. Considerada pelo Código Florestal Federal como "área de preservação permanente", com diversas funções ambientais, devendo respeitar uma extensão específica de acordo com a largura dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes. Toda a vegetação natural presente ao longo das margens dos rios, e ao redor de nascentes e de reservatórios, deve ser preservada.

Inciso II do Artigo 3º da Lei 12.651-2012 - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Deste modo, deverá ser atendida a faixa de proteção ciliar (APP) de acordo com o estabelecido na licença ambiental, sendo que para a elaboração deste programa, citam-se algumas diretrizes necessárias ao seu planejamento e execução:

- Seleção de espécies florestais pertencentes à fitossociologia regional, incluindo representantes dos estágios pioneiro, médio e avançado de sucessão florestal;
- Análises das condições de restabelecimento da relação solo-água-plantas com objetivo de promover uma maior agilidade no processo de recuperação das áreas envolvidas. Em áreas muito degradadas ou muito distantes de remanescentes florestais, utilização de técnicas de restauração ambiental em sintonia com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Utilização dos indivíduos resgatados durante o processo de supressão da vegetação para a formação e incorporação da faixa ciliar;
- Integração com o Programa de Supressão da Vegetação com aproveitamento estratégico dos recursos florestais;
- As técnicas para revegetação da faixa ciliar, bem como proporções das mudas em relação aos estágios de sucessão florestal e suas distribuições espaciais, serão definidas e acompanhadas por técnico qualificado para esta tarefa (biólogo, engenheiro florestal e/ou engenheiro agrônomo).

### 10.6.2 Justificativa

A regulamentação da faixa correspondente à Área de Preservação Permanente em reservatórios artificiais é tratada na Lei 12.651/2012 alterada pela Lei 12.727/2012 (Código Florestal Brasileiro).

### 10.6.3 Objetivo

Este programa tem como objetivo atender às exigências legais quanto à conservação e recuperação ambiental relacionada com a implantação da vegetação na faixa ciliar no entorno do reservatório da PCH Rodeio.

- Implantar a vegetação na faixa ciliar do reservatório da PCH Rodeio similar à existente nas margens antes da implantação do empreendimento, mantendo a estrutura e a composição de espécies nativas ocorrentes na área diretamente afetada e identificadas no Inventário Florestal deste empreendimento;
- Recompôr a estrutura de vegetação no sentido de obter benefícios, tais como a contenção da erosão das margens, restabelecimento de um regime hídrico, retenção de sedimentos, adubos e agrotóxicos;
- Estabilizar áreas críticas potencialmente causadoras de processos erosivos;
- Promover um ambiente apropriado aos hábitos naturais da fauna aquática.

### 10.6.4 Materiais e Métodos

As atividades de implantação da faixa ciliar serão iniciadas após o enchimento do reservatório da PCH Rodeio. O cercamento imediato da área é indispensável à regeneração natural, evitando qualquer interferência.

Para mensurar a área necessária para a implantação da faixa ciliar foram analisados os estudos ambientais da Área Diretamente Afetada (ADA) deste empreendimento, incluindo as características físicas do solo, hidrologia e topografia, além dos aspectos socioeconômicos, conforme descrito no capítulo 7.

A restauração da faixa ciliar no entorno do reservatório deverá respeitar o tipo de vegetação nativa da região, considerando as espécies adaptadas às características climáticas e aos aspectos hidrológicos da área, contribuindo para a eficiência do processo regenerativo. Outro aspecto relevante considerado está relacionado à regeneração natural da faixa ciliar, usando o plantio de espécies atrativas à fauna, pois os frutos comestíveis contribuem com as funções ecológicas da floresta.

Considerando as características de regeneração dos grupos ecológicos, os plantios deverão ser iniciados pelas pioneiras e secundárias iniciais, as quais se caracterizam por fornecer sombreamento às demais espécies, secundárias tardias e climáticas.

#### **Metodologia de Plantio**

Existem várias metodologias para restauração ambiental da mata ciliar que podem ser desenvolvidas com técnicas usualmente consagradas, destacando-se as seguintes técnicas:

**Poleiros Artificiais:** esta técnica permite que os animais dos fragmentos próximos à faixa ciliar habitem esporadicamente essas áreas e depositem sementes que se desenvolverão de acordo com as características e comportamentos locais. A instalação de poleiros artificiais amplia a diversidade de animais dispersores, contribuindo, conseqüentemente, com a heterogeneidade de espécies que formarão a faixa ciliar.

**Transposição da Chuva de Sementes:** este método garante a manutenção da diversidade de espécies, pois sua implantação consiste da instalação de coletores de sementes em determinadas áreas, a fim de utilizá-las para a produção de mudas nativas ou mesmo espalhá-las diretamente sobre pontos selecionados na faixa ciliar.

**Transposição de Solo de Áreas Ciliares:** caracteriza-se pelo recolhimento de pequenas porções de solo, selecionadas de acordo com a riqueza das espécies, a fim de utilizá-las para a formação de novas mudas. Além disso, este solo rico em sementes de mudas de espécies nativas pode ser transportado a núcleos de áreas ciliares a serem implantadas.

**Formação de Núcleos de Espécies:** este método consiste na formação de grupos de espécies nativas nas áreas ciliares degradadas, garantindo alimentação à fauna local, as quais, conseqüentemente, deslocar-se-ão para outros fragmentos em busca de alimentos.

Essas técnicas deverão ser aplicadas de acordo com a metodologia que represente a melhor contribuição ao processo de sucessão da faixa ciliar.

Considerando as pesquisas e estudos realizados anteriormente, julga-se como eficiente a implantação de poleiros artificiais, pois eles permitem que animais dispersores contribuam para a regeneração da faixa ciliar no entorno do reservatório da PCH Rodeio.

A implantação de poleiros artificiais ao longo da faixa ciliar contribui de maneira significativa para a eficiente regeneração desta área, pois esta metodologia propicia a chegada de sementes nas áreas degradadas acelerando o processo sucessional. Serão realizados: aplicação de adubo e calcário, controle de ervas daninha (por meio de coroamento), combate às formigas e, após 60 dias da realização do plantio, o replantio, estimado em 10%, será efetuado.

## **Cercamento**

Em conformidade com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), com o objetivo de proteger as áreas revegetadas, será realizado o cercamento nos locais em que houver possível acesso de gado, evitando-se o pisoteio e pastoreio das mudas plantadas. Havendo necessidade, serão implantados corredores para dessedentação de animais, conforme preconiza a legislação vigente. As cercas favorecem a regeneração natural da faixa ciliar e diminuem a pressão dos fatores de degradação sobre as espécies nativas plantadas.

Além do cercamento, será realizado o controle de espécies agressivas e exóticas invasoras, como gramíneas, bambus ou trepadeiras, que competem com os indivíduos arbóreos dos estratos superiores, dificultando avanço sucessional da área.

#### 10.6.5 Indicadores

O monitoramento será realizado por inspeções visuais da evolução ou não dos processos erosivos, sendo avaliados os indícios de escorregamentos e a eficiência das obras de controle.

Além disso, será feito o acompanhamento do desenvolvimento da vegetação reintroduzida (faixa ciliar), por meio de excursões, onde serão monitorados os seguintes parâmetros:

- Desenvolvimento e adaptação das espécies;
- Ocorrência de espécies invasoras;
- Ocorrência de pragas, doenças e até mesmo a morte de mudas;
- Necessidade de adubação e de replantio;
- Controle da formiga cortadeira;
- Presença de serrapilheira;
- Indícios da presença da fauna nativa e fauna exótica;
- Quantidade de espécies realocadas;
- Quantidade de exemplares realocados;
- Taxa de sobrevivência;
- Quantidade de área alvo da recuperação.

Essa avaliação deve nortear as atividades de manutenção, indicando necessidade de replantios, combate a formigas, coroamento e capina e outras ações corretivas. Além disso, permitirá a qualificação do processo de recomposição vegetal.

A frequência da avaliação dependerá da idade do plantio. O monitoramento deverá ocorrer mensalmente pelo período de 12 meses após o plantio. A continuidade ao processo de inspeções visuais da evolução ou não do plantio da faixa ciliar ocorrerá na seguinte frequência:

- Trimestral até completar o primeiro ano após início da operação;
- A cada ano até os primeiros 5 anos e posteriormente de 4 em 4 anos até completar o período de vida útil previsto para o reservatório.

Os métodos de avaliação do processo de recuperação da faixa ciliar incluem:

- Medir o DAS – Diâmetro Altura do Solo (30 cm);
- Altura dos indivíduos;
- Contagem para análise de sobrevivência.

#### 10.6.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Os relatórios deverão ser emitidos semestralmente, desde o início da implantação do empreendimento, para que as de APP (faixa ciliar) sejam registradas desde seu início, e mostrem sua evolução de acordo com as medidas implantadas. Deve-se continuar durante a fase de operação o processo de avaliação das áreas revegetadas, e caso necessário, deve-se adotar medidas de correção para uma recuperação eficiente, constando tudo nos relatórios entregues ao IMA semestralmente.

#### 10.6.7 Equipe Técnica Envolvida

As técnicas para revegetação da faixa ciliar, bem como proporções das mudas em relação aos estágios de sucessão florestal e suas distribuições espaciais, serão definidas e acompanhadas por técnico qualificado para esta tarefa (biólogo, engenheiro florestal e/ou engenheiro agrônomo).

#### 10.6.8 Correlação com Demais Programas

O programa de Implantação da Faixa Ciliar possui relação direta com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea, Programa de Supressão da Vegetação, Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna, Programas de Comunicação Social e Educação Socioambiental e Programa de Supervisão Ambiental.

#### 10.6.9 Base Legal e Normativa

A regulamentação da faixa correspondente à Área de Preservação Permanente em reservatórios artificiais é tratada na Lei 12.651/2012 alterada pela Lei 12.727/2012 (Código Florestal Brasileiro).

#### 10.6.10 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 26 – Cronograma do Programa de Implantação da Faixa Ciliar

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Condutos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da equipe																								
	Planejamento																								
	Compra de mudas																								
	Plantio																								
	Monitoramento																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Monitoramento																								
	Relatórios																								

## 10.7 Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática

Os impactos decorrentes da implantação da PCH Rodeio sobre a fauna terrestre estão basicamente relacionados à perda de habitats tanto florestais quanto campestres em função da formação do reservatório, instalação do canteiro de obras (incluindo a casa de força) e melhoria das vias de acesso, bem como ao afugentamento e distúrbios à fauna durante a construção do empreendimento.

As ações voltadas à minimização e compensação dos impactos da PCH Rodeio sobre a fauna de vertebrados terrestres (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) fazem parte do escopo do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre e Semi-Aquática, o qual é norteado pela IN-62 da IMA, sendo elas:

- Monitoramento da fauna terrestre e Semi-Aquática (anfíbios, répteis, aves e mamíferos), principalmente na ADA e AID e seu entorno, de modo a obterem dados que permitam a comparação da diversidade dos grupos entre as etapas de implantação e operação da PCH;
- Monitoramento, em particular, mas não exclusivo, de espécies ameaçadas e/ou potencialmente afetadas diretamente pelo empreendimento;
- Monitoramento, em particular, mas não exclusivo, de espécies exóticas invasoras;
- Realização, mediante a obtenção das devidas autorizações ambientais de captura/coleta/transporte, do aproveitamento científico de exemplares, que deverão ser depositados em coleções de universidades ou instituições de pesquisa, servindo como testemunho da ocorrência local das espécies e disponibilizando o material para estudos posteriores;
- Fornecimento de dados para o resgate da fauna.

Conforme Parecer Técnico Nº 11904/2018 do IMA, como no levantamento da mastofauna foi registrada a espécie *Lontra longicaudis* que está contemplada no Plano de Ação para a Conservação das Lontras e no Plano Nacional da Ariranha do MMA, este Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática deverá conter um sub-programa específico para esta espécie, assim como para as espécies *Micronycteris megalotis* e *Leopardus wiedii*, as quais estarão englobadas neste sub-programa, que terá ênfase nessas três espécies.

O monitoramento da fauna terrestre permitirá também incrementar o conhecimento sobre os grupos faunísticos da bacia do rio Benedito, uma região ainda muito pouco conhecida quanto à fauna no estado de Santa Catarina.



### 10.7.1 Justificativa

O desenvolvimento do Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática justifica-se pelos impactos que a PCH Rodeio irá provocar sobre este tipo de fauna quando da sua implantação, haja vista que a implantação de um empreendimento hidrelétrico, mesmo de pequeno porte, representa impacto sobre a esta em função da fragmentação ou eliminação de habitats e afugentamento dos animais.

Este fato ocorre principalmente pela supressão da vegetação para a formação do reservatório, abertura de acessos, instalação do canteiro de obras e locais das obras civis. Em específico às zonas ripárias, Rodrigues e Leitão Filho (2001) citam que, estas são consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal.

Portanto, deverão ser previstos salvamentos da fauna terrestre e semi-aquáticas durante o enchimento do reservatório (o que não é este o caso, dado que já existe o reservatório) e nos processos de supressão de vegetação para abertura de acessos, instalação do canteiro e obras civis, através da utilização de técnicas de manejo adequadas, incluindo o resgate embarcado de animais, que poderão ficar isolados ou sobre a vegetação, caso necessário.

O monitoramento da fauna terrestre e semi-aquática (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) visa avaliar a influência do empreendimento e os possíveis impactos das alterações ambientais decorrentes na comunidade local, bem como complementar o levantamento de fauna na região e gerar uma série contínua e padronizada de informações quali-quantitativas sobre estes grupos.

O monitoramento periódico é uma importante ferramenta para avaliar os impactos gerados na fauna local, bem como avaliar a eficácia das atividades de manejo realizadas durante as etapas de perda de vegetação.

Além do monitoramento de fauna, ações como resgate, realocação e determinação de áreas que possam ser utilizadas como corredores ecológicos são de fundamental importância para minimização de impactos sobre a fauna terrestre.

O mapa com os pontos de monitoramento de fauna é apresentado no Des. RDO-3C-DEEA-008.

### 10.7.2 Objetivo

Este programa tem por objetivo geral atenuar e monitorar os impactos sobre a fauna originados pela implantação da PCH Rodeio, bem como executar as ações de resgate durante as etapas de supressão da vegetação.

São seus objetivos específicos:

- Realizar inventário da fauna de anfíbios, répteis, aves e mamíferos nas áreas de influência da PCH, complementando os dados disponíveis;
- Obter dados sobre a biologia das espécies localmente, de modo a permitir a comparação dos parâmetros levantados (biodiversidade, densidade, etc.) entre as etapas de implantação e operação da PCH;
- Monitorar em particular espécies potencialmente afetadas pelo empreendimento, espécies ameaçadas e a ocorrência de espécies exóticas invasoras, incluindo a avaliação da fauna no trecho de vazão reduzida;
- Empregar práticas de manejo e resgate de fauna durante a supressão da vegetação do Canteiro de Obras e áreas de obras civis;
- Realizar, mediante a obtenção das devidas licenças de captura/coleta/transporte, o aproveitamento científico de exemplares, contribuindo para o aumento do conhecimento sobre a fauna da bacia do rio Benedito.

### 10.7.3 Materiais e Métodos

O monitoramento da fauna terrestre (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) será realizado trimestralmente. Na etapa de implantação, devem ser realizadas seis campanhas abrangendo as quatro estações do ano. A primeira campanha deverá ser realizada antes do início das obras. Na etapa de operação, o monitoramento deverá ser realizado também com campanhas trimestrais durante o primeiro ano ao quarto ano. Após este período, a necessidade de continuidade será avaliada e acordada com o órgão ambiental.

O monitoramento deverá ser realizado nos diversos ambientes (florestais, áreas abertas e alagadas) nas áreas de influência da PCH Rodeio, particularmente nas áreas contíguas ao reservatório, no trecho que ficará com vazão reduzida (entre a casa de força e a barragem) e estruturas civis.

Os locais propostos para a soltura de fauna também deverão ser monitorados, ainda que as dimensões do empreendimento indiquem uma necessidade mínima de resgate e soltura.

Os métodos de monitoramento devem ser estabelecidos considerando-se as etapas de implantação e operação do empreendimento, de modo que seja possível futuramente avaliar comparativamente os dados quali-quantitativos pré e pós operação.

Os métodos a serem empregados para cada grupo são descritos a seguir e complementados por entrevistas com moradores e trabalhadores locais. Para cada caso, devem ser anotados os dados pertinentes, como espécie, número de indivíduos, data, horário e local de registro, comportamento, etc. Sempre que possível, devem ser tiradas fotografias dos animais e seus vestígios.

## **Anfíbios**

- Registro visual e auditivo: estes registros são obtidos percorrendo-se os diversos ambientes que compõem as áreas de influência da PCH Rodeio, incluindo estradas e áreas alagadas (brejos, córregos, etc.) e revirando-se troncos e pedras à procura de animais em abrigos.
- Procura e identificação dos sítios de vocalização e reprodução: a identificação destes sítios na AID e seu entorno fornecerá dados sobre a reprodução das populações de anfíbios pré e pós operação, avaliando o impacto causado pelo empreendimento.
- Registro de girinos: a amostragem de girinos em brejos e córregos permite complementar os dados sobre a reprodução dos anfíbios.
- Armadilhas de interceptação e queda: estas armadilhas consistem em se criar uma barreira (lona enterrada no substrato a cerca de 10 cm, com 0,5 m de altura e comprimento variável) ao deslocamento de animais, que são conduzidos a baldes enterrados no solo ao longo da barreira, servindo como receptores para estes animais. São particularmente úteis no registro de espécies de hábitos fossórios.

## **Répteis**

- Procura ativa: procura por répteis em atividade (deslocando-se em busca de alimento e/ou abrigo), percorrendo-se áreas abertas, florestadas e alagadas (como charcos). Possíveis refúgios como tocas, troncos caídos e embaixo de pedras também devem ser investigados à procura de animais em repouso.
- Procura em estradas: muitas espécies de répteis podem ser registradas termorregulando nas estradas ou em suas margens, o que eventualmente leva ao atropelamento desses indivíduos. A procura em estradas é realizada durante o deslocamento em função de outras atividades de monitoramento e manejo.
- Armadilhas de interceptação e queda.
- Fornecedores residentes: este método consiste em se deixar baldes contendo formol 10% com moradores nas proximidades do empreendimento, permitindo complementar os dados obtidos pelos métodos anteriores.

## **Aves**

- Contato visual e auditivo: o registro das aves é feito basicamente por contato visual e auditivo, durante o deslocamento pelos diversos ambientes, tanto no período diurno quanto no noturno.

## **Mamíferos**

- Observação direta: realizada durante o deslocamento a pé ou com veículo automotor pelos diversos ambientes nas áreas de influência.

- Levantamento dos animais encontrados mortos: durante o deslocamento em campo é frequente o registro de mamíferos mortos (por atropelamento ou outros motivos).
- Levantamento de vestígios, como pegadas, fezes, etc.
- Uso de armadilha fotográfica: esta armadilha permite o registro de espécies pouco conspícuas e a identificação confiável de táxons, inclusive ameaçados de extinção, como no caso dos gatos-do-mato e dos veados.
- Captura de pequenos mamíferos com armadilhas: para a captura de pequenos mamíferos devem ser utilizadas armadilhas colocadas tanto no chão, quanto no sub-bosque.
- Captura de morcegos com redes de neblina.

O monitoramento deverá complementar a lista de espécies de ocorrência confirmada para as áreas de influência da PCH Rodeio, com especial referência à AID, incluindo o trecho de vazão reduzida, e ao entorno imediato.

Deverão ser particularmente avaliadas espécies ameaçadas de extinção e espécies potencialmente afetadas pelo empreendimento, seja em função da perda de ambiente florestal ou pela transformação do rio em reservatório, as quais são descritas na sequência.

Em relação aos anfíbios, além das espécies ameaçadas de extinção, são citadas outras 13 espécies indicadoras de boa qualidade ambiental, das quais foram registradas: *Ischnocnema henselii* (rã-da-mata) e *Hylodes perplicatus* (rã-das-cachoeiras) (HADDAD et al, 2013). Em contrapartida, podemos citar como indicadora de alterações ambientais antrópicas, a espécie registrada exótica/introduzida *Lithobates catesbeianus* (rã-touro) (BOTH et al, 2011). A espécie exótica *Lithobates catesbeianus* (rã-touro) foi registrada nas áreas de influência do empreendimento.

Apenas uma espécie de réptil com possível ocorrência é classificada como ameaçada de extinção. *Clelia plumbea* (muçurana), é classificada como “Vulnerável” para o Estado de Santa Catarina (CONSEMA, 2011). A espécie não foi registrada.

Também de acordo com a literatura, são citadas ainda 10 espécies endêmicas para todo o bioma Mata Atlântica, nenhuma espécie foi registrada.

Em relação a avifauna, durante as campanhas nas áreas de influência do empreendimento foram registradas duas espécies ameaçadas de extinção e quatro quase ameaçadas, sendo: *Primolius maracana* (maracanã), *Amazona vinacea* (papagaio-de-peito-rosa), *Dysithamnus stictothorax* (choquinha-de-peito-pintado), *Phyllomyias griseicapilla* (piolhinho-serrano), *Orchesticus abeillei* (sanhaçu-pardo) e *Tangara cyanoptera* (sanhaço-de-encontro-azul).

Em relação a mastofauna, três espécies classificadas em algum grau de ameaça de extinção foram registradas: *Leopardus wiedii* (gato-do-mato, maracajá), *Lontra longicaudis* (lontra) e *Micronycteris megalotis* (morcego). Estas três espécies farão parte de um sub-programa, o qual focará nos estudos destas.

### **Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática**

O manejo da fauna terrestre e semi-aquática está relacionado a três atividades durante a implantação da PCH Rodeio: supressão da vegetação no reservatório, canteiro de obras, áreas de acesso; e áreas das estruturas civis.

Essas atividades implicam em impactos diretos sobre a fauna e devem ser acompanhadas na etapa de construção do empreendimento, fazendo parte do Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática.

Em todas as etapas de manejo deve-se tomar cuidado particular com animais peçonhentos, principalmente no caso de serpentes, aracnídeos e colônias de himenópteros (por exemplo, abelhas, vespas e marimbondos). Neste último caso, os responsáveis pelo manejo deverão ter à disposição roupa adequada para lidar com as colônias.

As ações voltadas à minimização desses impactos sobre a fauna de vertebrados terrestres (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) e incluídas no presente programa são também norteadas pela IN-62 da FATMA, apresentadas a seguir.

- Realização do resgate durante a supressão da vegetação dos acessos, canteiro de obras e obras civis;
- Realização, mediante a obtenção das devidas autorizações ambientais de captura/coleta/transporte, do aproveitamento científico de exemplares, que deverão ser depositados em coleções de universidades ou instituições de pesquisa, servindo como testemunho da ocorrência local das espécies, disponibilizando o material para estudos posteriores;
- Fornecimento de dados adicionais sobre riqueza e abundância local de espécies para o monitoramento da fauna terrestre.

Para a implantação das estruturas Civis, reservatório e do Canteiro de Obras (barragem, casa de força, escritórios, etc.) será necessária a supressão de parte vegetação situada nestes locais. Em função disto, deve-se prever o acompanhamento em campo das atividades de supressão por um biólogo ou profissional igualmente habilitado para o manejo de fauna.

Previamente à realização da supressão da vegetação, deverá ser feita uma reunião entre o coordenador do Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática, o responsável pela Supervisão e Gerenciamento Ambiental e a equipe contratada para

realizar a supressão. Neste momento, será definida a estratégia dos trabalhos de supressão e manejo para minimizar o impacto da supressão sobre a fauna, incluindo:

- supressão restrita ao mínimo necessário;
- direcionamento do desmate, evitando o encurralamento de animais;
- redução das frentes de trabalho, facilitando o acompanhamento pelos responsáveis pelo resgate da fauna.

O responsável pelo manejo da fauna deverá contar com todo o material necessário para proteção individual e para captura e acondicionamento dos animais, como perneiras, roupa para lidar com colônias de himenópteros, ganchos e laços para serpentes, puçás, pinças, luvas, caixas para ofídios, caixas tipo mouse packs, sacos de pano e plásticos, potes, etc.

A princípio, com base nos trabalhos já desenvolvidos em outros empreendimentos hidrelétricos e na pequena área a ser suprimida para as estruturas, acessos e canteiro de obras da PCH Rodeio, a necessidade de resgate propriamente dito deve ser pequena. O resgate deve ser realizado somente quando o animal não puder se deslocar por conta própria para um local seguro ou quando houver interesse científico.

Desta forma, os **anfíbios** resgatados deverão ser colocados em sacos plásticos umedecidos, com ar, fechados e imediatamente acondicionados em caixa de isopor ao abrigo da luz e do calor.

O resgate de **répteis** deve ser realizado por captura manual (com luvas) ou com auxílio de gancho, laço de Lutz ou puçá, conforme a espécie. Os animais serão acondicionados em caixas de ofídios.

Os **mamíferos** serão resgatados manualmente (com luvas) ou com equipamentos adequados (laços, puçás, redes), de acordo com a espécie e o local em que ela se encontrar. Poderão ser mantidos em caixas para roedores (do tipo *mouse pack* ou similar) ou em caixas maiores, também utilizadas para ofídios.

### **Centro Operacional**

O Centro Operacional consiste em uma estrutura física aparelhada com equipamentos e instrumentos básicos para o desenvolvimento das atividades de manejo e monitoramento da fauna terrestre e semi-aquática, bem como para os trabalhos relativos à ictiofauna e à flora. Desta forma, ele deverá estar implantado anteriormente ao início das atividades de monitoramento e manejo.

O Centro Operacional deverá incluir uma unidade para trabalho técnico e outra de acomodação animal. A unidade para trabalho técnico conterá uma sala para triagem e preparação dos exemplares coletados, um depósito para o material e um banheiro. A unidade de acomodação animal deverá conter 2 recintos para a fauna e um corredor de acesso.

O Centro conterá freezer, mesas, armários e bancadas de trabalho, equipamentos de transporte de material biológico vivo ou morto, instrumentos e materiais para manipulação de animais, vidrarias, reagentes e *kit* de primeiros socorros, entre outros materiais necessários. O acesso ao Centro é restrito unicamente ao pessoal de trabalho, sendo vetada a visitação pública.

### **Alternativa de destino dos animais resgatados**

Os animais resgatados durante as etapas de supressão e de enchimento do reservatório poderão ser (1) coletados para depósito em coleções científicas ou didáticas ou (2) soltos em locais seguros.

Em função das pequenas dimensões do empreendimento e da escassez de conhecimento científico sobre a fauna da bacia do rio Benedito, a coleta de exemplares para depósito em coleções científicas deverá ser priorizada. Isto permitirá a correta identificação de muitas espécies e disponibilizará o material para estudos futuros em diversas áreas (biogeografia, taxonomia, morfologia, etc.).

Devem-se procurar aproveitar, na medida do possível, animais encontrados mortos e esqueletos.

O material destinado para coleção será encaminhado ao Centro Operacional, onde será congelado ou preparado de acordo com as técnicas adequadas a cada grupo (via líquida ou via seca).

A soltura é considerada no caso do resgate de espécies ameaçadas de extinção e de exemplares sem interesse científico. A soltura poderá ocorrer imediatamente após o resgate, caso o animal apresente boas condições, ou após confinamento mínimo em um recinto do Centro Operacional para avaliação de suas condições físicas por médico-veterinário, se necessário.

Os animais deverão ser soltos em local seguro, longe de habitações humanas e em ambiente similar ao de resgate, adequado às necessidades da espécie.

### **Medidas para Prevenção de Atropelamento da Fauna**

Deverão ser adotadas medidas de prevenção ao atropelamento da fauna terrestre nos acessos, canteiro e áreas de obras, como:

- Redutores de velocidade
- Sinalização para motoristas
- Treinamento dos funcionários
- Passagens subterrâneas com cercas de proteção nos acessos



Deverão ser monitorados pela equipe responsável pelo programa os locais mais críticos e nestes adotar as medidas citadas acima, de acordo com sua maior eficiência.

#### 10.7.4 Subprograma de Monitoramento e Manejo do *Leopardus wiedii*, *Lontra longicaudis* e *Micronycteris megalotis*

O subprograma de Monitoramento e Manejo do *Leopardus wiedii* (gato-do-mato, maracajá), *Lontra longicaudis* (lontra) e *Micronycteris megalotis* (morcego) terá as mesmas diretrizes do restante do Programa, com mesma periodicidade e técnica para mastofauna, porém serão levadas em consideração a atenção especial a estas espécies de acordo com as diretrizes do Parecer Técnico 11.904/2018 (LAP 10.968/2018), bem como, Parecer Técnico 1.285/2020 (AuA nº 1.122/2020).

Levantamentos e estudos sobre a *Lontra longicaudis* (lontra) já foram iniciados na bacia do rio Benedito, à montante da PCH Rodeio, junto à PCH Alto Benedito Novo I e PCH Alto Benedito Novo.

#### 10.7.5 Indicadores

Os relatórios devem conter, no mínimo, os seguintes tópicos:

- tabela consolidada de espécies coletadas (registradas), incluindo o *status* de conservação;
- quadro evolutivo (comparativo com campanhas anteriores);
- cálculo dos índices biológicos, das curvas de acúmulo, curva do coletor e curva de rarefação de espécies;
- cálculos censitários (quando aplicável);
- análise das variações observadas com relação a outras campanhas e discussão das mesmas;
- avaliação de impactos observados nas populações monitoradas;
- sugestão de ações de manejo (quando pertinente).

Assim permitirão aos gestores deste Programa propor medidas corretivas ou de melhoria.

#### 10.7.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Os relatórios parciais deverão ser emitidos em períodos semestrais relatando o resultado das campanhas, que serão trimestrais. Ao final da implantação, no segundo ano de monitoramento, será elaborado um relatório técnico contendo a análise dos dados acumulados até o momento, a fim de obtenção da LAO. Dois anos após a operação da PCH Rodeio será emitido o relatório de consolidação de monitoramento até o momento, assim como no quarto ano, quando da renovação da LAO.

Avaliando-se os resultados obtidos nesta etapa, será analisada a continuidade ou periodicidade futura do Programa.

#### 10.7.7 Equipe Técnica Envolvida

A equipe técnica envolvida deverá ser composta por biólogos especialistas em cada tipo de animais vertebrados: anfíbios, répteis, aves e mamíferos, tendo um coordenador geral do Programa.

Deverá também possuir um especialista em *Leopardus wiedii* (gato-do-mato, maracajá), *Lontra longicaudis* (lontra) e *Micronycteris megalotis* (morcego), a fim de coordenar este subprograma.

#### 10.7.8 Correlação com Demais Programas

O Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática possui relação direta com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea, Programa de Supressão da Vegetação, Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna, Programa de Controle e Estabilidade de Taludes, Programas de Comunicação Social e Educação Socioambiental, Programa de Gerenciamento de Resíduos e Programa de Supervisão Ambiental.

#### 10.7.9 Base Legal e Normativa

- Resolução Conama nº 237/97, de 19/12/97 – Licenciamento Ambiental;
- IN 44- IMA, licenciamento ambiental de hidrelétricas;
- IN 146/IBAMA, estabelece os critérios para o manejo de fauna silvestre;
- IN 62- IMA, Captura, coleta e transporte da fauna terrestre e aquática.

#### 10.7.10 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 27 – Cronograma do Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Condutos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
	Construção Centro Operacional																								
	Medidas de Proteção para Atropelamento																								
	Resgate e Manejo Durante a Supressão																								
	Monitoramento Anfíbios																								
	Monitoramento Répteis																								
	Monitoramento Aves																								
	Monitoramento Mamíferos																								
	Monitoramento Lontra																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
	Planejamento																								
	Monitoramento Anfíbios																								
	Monitoramento Répteis																								
	Monitoramento Aves																								
	Monitoramento Mamíferos																								
	Monitoramento Lontra																								
	Relatórios																								

## 10.8 Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna

### 10.8.1 Introdução

O trecho do rio do Benedito influenciado pelo futuro empreendimento irá apresentar um barramento de baixa altura, com comporta basculante, adicionada ao vertedor de soleira livre, a fim de facilitar a passagem da ictiofauna nas cheias.

Os maiores distúrbios ocorrem no trecho de vazão reduzida, em que haverá diminuição da área molhada e variações do nível da água ocasionados pelas atividades e manobras operacionais da PCH Rodeio. Ressalta-se que todo este trecho de vazão reduzida é de alta declividade, porém sem quedas muito abruptas.

A seguir descreve-se a conclusão dos estudos de Ictiofauna do EAS da PCH Rodeio:

*Durante as duas campanhas do diagnóstico foram registradas 26 espécies para as áreas de influência da PCH Rodeio, que representa até o momento, cerca de 25% do total de 102 espécies levantadas pela revisão bibliográfica para listar as espécies de peixes com possível ocorrência nas áreas de influência do empreendimento. Esse número pode ser considerado alto em relação à baixa heterogeneidade dos ambientes onde as coletas desse projeto foram realizadas.*

*Dentre as oito espécies de possível ocorrência citadas com algum grau de ameaça, apenas *Pimelodella pappenheimi* (mandi-chorão) foi registrada e encontra-se na categoria “pouco preocupante” (LC-IUCN). Essa espécie é endêmica das bacias do nordeste de Santa Catarina (Itajaí-açu, Itapocú e Cubatão) e sudeste do Paraná (Paranaguá) (REIS et al., 2003). Das 19 espécies listadas como endêmicas, sete (37%) foram registradas nas áreas de monitoramento. Dessas, é importante destacar a espécie mais abundante do estudo, *Deuterodon supparis* (lambari) e a terceira mais abundante, *Oligosarcus hepsetus* (tajabacu).*

*A região da área estudada apresenta predomínio de trechos encachoeirados geralmente rasos e cabeceiras de rios. Por isso, os pontos estudados não apresentaram grandes diferenças quanto à riqueza e abundância das espécies. Porém, os pontos P-05 e P-06 (trechos mais a jusante) merecem ser destacados, pois esses apresentaram maior riqueza de espécies. O ponto P-04 também deve ser evidenciado por apresentar a maior abundância de indivíduos capturados e o maior número de indivíduos em estágio reprodutivo. Tal dessemelhança dos demais pontos talvez tenha ocorrido porque no P-04 encontravam-se ambientes diferenciados, como trechos lóticos e lênticos, assim como um meandro marginal e profundo sem fluxo, passivo local de reprodução e de descanso.*

*Quanto à análise da reprodução dos 704 exemplares da ictiofauna local, 55,82% encontravam-se dentro de seu período reprodutivo. Para a determinação fidedigna de informações sobre o período reprodutivo e local preferencial para desova é necessário a*

*realização de um maior número de campanhas, pois o ciclo de vida da maioria dos peixes está intimamente ligado aos fatores ambientais, como regime hidrológico anual, temperatura e fotoperíodo, que variam muito durante o ano.*

*A ictiofauna local assim como nas demais regiões da mata atlântica, tem sua diversidade impactada por processos naturais, como as alterações históricas do clima regional e por processos antrópicos diversos decorrentes da ocupação humana como a remoção da mata ciliar, poluição dos córregos, erosão e assoreamento. Existem pontos com florestas bem conservadas onde podem existir espécies dependentes exclusivamente destes ambientes florestais para seu ciclo de vida, principalmente aquelas que se alimentam de insetos, folhas, frutos e flores, contribuindo também para a dispersão de sementes e frutos e para a manutenção do equilíbrio do ambiente aquático.*

*A identificação da comunidade de peixes irá ajudar a estabelecer elementos para definição de áreas de conservação, subsidiando as ações para mitigar os efeitos negativos que a construção da PCH Rodeio pode vir a provocar no ambiente onde será implantada, bem como conhecer a distribuição geográfica da ictiofauna local, baseada em coletas nos cursos d'água pertencentes à área de influência do empreendimento.*

#### 10.8.2 Justificativa

O represamento ou modificação de um curso hídrico para a construção de uma pequena central hidrelétrica produz mudanças no meio ambiente e afetam as comunidades aquáticas. De acordo com Andrian et al (1994), as comunidades de peixes em águas represadas, principalmente nos primeiros anos após a formação desses ambientes, são submetidas a processos adaptativos, pois, normalmente, são advindas de águas lóticis pré-existent.

Os ambientes lênticos, assim originados, são instáveis devido à influência de fatores físico-químicos e biológicos de seus tributários, além da instabilidade existente em qualquer ambiente em formação. Portanto, estudos biológicos são relevantes para se avaliar os impactos ocorridos e fornecer subsídios para a aplicação de medidas que visem minimizar os efeitos decorrentes da alteração ambiental.

Em acréscimo a este aspecto, destaca-se que a fauna de peixes é, por motivos claros, um dos segmentos bióticos mais afetados pela implantação de empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, razão pela qual deve-se reunir, mediante estudos de longo prazo, a maior quantidade de informações acerca das respostas ecológicas que este conjunto de organismos apresenta face aos impactos gerados.

### 10.8.3 Objetivo

Este Programa tem como objetivo levantar dados de ictiofauna para realizar monitoramento anterior e posterior à instalação do proposto empreendimento, identificando possíveis impactos na área de abrangência da PCH Rodeio.

São objetivos específicos deste programa:

- Monitorar a ictiofauna na área a montante do reservatório, no reservatório, no trecho de vazão reduzida e a jusante da casa de força;
- Monitorar, em particular, a resposta das espécies de peixes reofílicos e migradores (de pequeno e médio porte) de provável ocorrência na AID da PCH Rodeio, nas áreas acima citadas, especialmente no trecho de vazão reduzida;
- Monitorar a manutenção dos ambientes aquáticos existentes no trecho de vazão reduzida;
- Comparar os dados de monitoramento da ictiofauna com aqueles do monitoramento limnológico e da qualidade da água;
- Avaliar, durante a implantação do empreendimento, a necessidade de mecanismos de transposição da ictiofauna, bem como suas peculiaridades (locais de captura /soltura – relação de espécies) para a primeira fase de operação;
- Obter, junto ao IMA, licenças de captura/transporte de peixes;
- Realizar o resgate da ictiofauna na fase de desvio do rio para a construção da barragem e apoio na fase de enchimento do reservatório;
- Contribuir para o aumento do conhecimento da fauna nativa local e da formação de uma coleção de referência (memória) sobre as espécies locais.

### 10.8.4 Materiais e Métodos

#### **Fase de implantação**

##### ***Monitoramento e Manejo***

O Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna será desenvolvido objetivando o levantamento qualitativo e quantitativo de dados. Ele está sujeito a adaptações e complementações à medida que os estudos forem realizados para melhor adequação à realidade local.

A estrutura operacional utilizada será apoiada pelo Centro Operacional (conforme apresentado no Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre), incluindo equipamentos e instrumentos específicos a serem relacionados pela equipe de trabalho.

Este programa terá interação com o Projeto de Comunicação Social, tendo em vista a necessidade de informar a comunidade sobre os cuidados demandados durante as atividades de desvio do rio.

a) Monitoramento da Ictiofauna

Esta atividade será realizada ao longo de 8 (oito) campanhas de campo, com periodicidade trimestral e início antes das atividades de mobilização das obras civis com a realização de uma campanha de monitoramento, prosseguindo durante o período de implantação do empreendimento. Nos 4 primeiros anos da fase de operação serão realizadas campanhas também trimestrais e, após este período, com periodicidade semestral.

As campanhas de monitoramento serão realizadas em 4 pontos, conforme quadro e figura a seguir, assim como desenho RDO-3C-DEEA-006 em anexo.

Quadro 28 – Pontos de Monitoramento da Ictiofauna

Ponto	Latitude	Longitude	Referência
ICT 01	26°48'27.52"S	49°21'17.57"O	A montante do Reservatório
ICT 02	26°48'31.83"S	49°21'12.70"O	No reservatório
ICT 03	26°49'7.23"S	49°20'46.16"O	Trecho de vazão reduzida
ICT 04	26°49'17.98"S	49°20'16.62"O	Após a Casa de Força

Para as campanhas serão utilizados diferentes artefatos de pesca, com vistas a representar com o máximo de precisão a real diversidade biológica da ictiofauna local. Instrumentos de captura passiva (i.e., redes de espera) poderão ser utilizados para análises quali-quantitativas envolvendo espécies de maior porte. Os demais artefatos serão adotados apenas em abordagens qualitativas.

Para cada exemplar capturado serão registrados o ponto amostral, o método de captura, a data e observações adicionais quando necessário. Os exemplares serão acondicionados em sacos plásticos ou baldes e fixados em formalina a 10%.

Os exemplares coletados deverão ser depositados em coleções científicas de instituições de pesquisa e/ou ensino reconhecidas pelos órgãos ambientais.

Além desses dados primários obtidos em campo, serão tomados os seguintes parâmetros para os peixes coletados: identificação do táxon, comprimento padrão (em milímetros) e peso (em gramas).

Uma amostra dos exemplares coletados será avaliada quanto ao estágio de maturação gonadal e peso das gônadas (no caso de adultos), permitindo a avaliação do ciclo reprodutivo



das espécies capturadas, o tamanho na primeira maturação, tipo e época de desova e fecundidade total e relativa.

A análise da estrutura geral das comunidades coletadas em cada ponto do rio deverá ser efetuada considerando a constância da ocorrência de cada espécie. As informações quantitativas deverão ser trabalhadas no sentido de descreverem a abundância relativa de cada táxon, sua diversidade, equitabilidade e riqueza de cada associação íctica amostrada.

Outro parâmetro a ser apresentado é a comparação dos resultados de monitoramento da ictiofauna em relação aos dados levantados pelo Programa de Qualidade da Água. Neste sentido, os pontos de amostragem serão comuns a esses dois programas, visando uma análise integrada dos dados limnológicos e ictiofaunísticos. Isto permitirá uma avaliação conjunta ao final de cada campanha de monitoramento da ictiofauna, de modo a facilitar a compreensão dos dados pela gestão ambiental do empreendimento, bem como pelo público leigo por meio do Programas de Comunicação Social e Educação Socioambiental.

#### b) Monitoramento da pesca

Esta atividade define o perfil da atividade pesqueira nas áreas de influência da PCH Rodeio, particularmente nas áreas destinadas ao reservatório, pela aplicação de questionários a moradores locais. Deve-se levar este fato em consideração porque a implantação de reservatórios normalmente contribui para o incremento da atividade de pesca.

Os questionários devem ser delineados de modo a permitir caracterizar a relação entre a população local e a atividade pesqueira, determinando seu grau de envolvimento na mesma, estimando a biomassa pescada e as espécies de peixes explorados.

#### c) Manejo

O manejo da ictiofauna na fase de implantação da PCH refere-se basicamente à realização do resgate em decorrência das obras de desvio do rio e implantação das ensecadeiras, lembrando que o reservatório já existe.

O planejamento detalhado e a execução das atividades de manejo serão desenvolvidos pela mesma equipe que estará realizando os trabalhos de monitoramento, com ajuda de uma equipe de apoio. Durante o andamento do resgate será realizado o treinamento desta equipe, expondo-se os conceitos, objetivos, metodologia e normas de segurança implicadas durante o manejo.

A captura dos peixes será realizada com diferentes artefatos de pesca, como redes, tarrafas e puçás, conforme o local em que se encontrarem os peixes a serem resgatados.

Os peixes resgatados serão tratados com líquidos desinfetantes, como cloramina, formalina ou amônio quaternário, reduzindo-se o risco de proliferação de doenças, sendo destinados de acordo com o critério do coordenador do programa, primariamente considerando-se a soltura

imediate em áreas a jusante e a montante do barramento (previamente selecionadas) ou o aproveitamento científico.

O transporte dos peixes para as áreas de soltura será feito por veículo adequado, em caixas d'água com sistemas de aeração.

### **Fase de Operação**

#### ***Monitoramento***

O monitoramento da ictiofauna e o monitoramento da pesca terão continuidade na etapa de operação, por pelo menos 4 anos, para o levantamento de dados que permitam a comparação entre as etapas de implantação e operação.

Para tanto, utilizará a mesma metodologia aplicada na fase de implantação, utilizando os mesmos pontos de amostragem, visando avaliar a resposta da comunidade ictiofaunística ao novo ambiente (reservatório).

Da mesma forma, o monitoramento da pesca acompanhará as mudanças na atividade (operação), registrando sua eventual intensificação. Para a primeira fase de operação, sugerem-se campanhas trimestrais de monitoramento nos 4 primeiros anos e semestrais nos seguintes, com aval do IMA para reavaliar sua continuidade/periodicidade.

#### **10.8.5 Indicadores**

Os relatórios de monitoramento deverão conter:

- tabela consolidadas de espécies coletadas e registradas (espacial e temporal), com identificação de espécies ameaçadas de extinção, raras, endêmicas e bioindicadoras, além de serem migradoras ou não;
- quadro e comparação evolutiva - espacial e temporal (comparativo com campanhas anteriores);
- cálculos das curvas de acumulo; cálculos censitários (quando aplicável);
- avaliação de impactos observados nas populações monitoradas;
- Determinação do período reprodutivo e locais de desova;
- sugestão de ações de manejo (quando pertinente);

#### **10.8.6 Emissão de Relatórios e Materiais**

Relatórios contendo as informações básicas e precisas sobre o andamento dos programas ambientais serão encaminhados ao empreendedor. A descrição das atividades será apresentada em linguagem clara, apoiada em fatos e dados, com atenção especial à elaboração de gráficos demonstrativos de percentuais de execução de etapas e/ou ações metodológicas.

Os relatórios encaminhados ao órgão ambiental, IMA, deverão ser apresentados expressando claramente as atividades desenvolvidas no período.

Quando necessárias, serão realizadas reuniões com os órgãos ambientais para apresentar o andamento das atividades e/ou esclarecer dúvidas sobre os programas.

#### 10.8.7 Equipe Técnica Envolvida

A equipe técnica para execução deste programa será composta por profissionais especialistas na área biótica/ictiólogo.

#### 10.8.8 Correlação com Demais Programas

O Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna possui relação direta com o Programa de Qualidade da Água, Programa de Supervisão Ambiental, Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental.

#### 10.8.9 Base Legal e Normativa

- Resolução CONAMA nº 237/97, de 19/12/97 – Licenciamento Ambiental;
- IN 44- IMA, licenciamento ambiental de hidrelétricas;
- IN 146/IBAMA, estabelece os critérios para o manejo de fauna silvestre;
- IN 62- IMA, Captura, coleta e transporte da fauna terrestre e aquática.

#### 10.8.10 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 29 – Cronograma do Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduto Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
	Construção Centro Operacional																								
	Resgate e Manejo Durante os Desvios																								
	Monitoramento																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Planejamento																								
	Monitoramento																								
	Relatórios																								

## **10.9 Programa de Recuperação das Áreas Degradadas**

### **10.9.1 Introdução**

As obras para implantação do empreendimento, como escavação e revolvimento do solo para instalação de estruturas e equipamentos necessários à obra, mesmo com a adoção de medidas preventivas destinadas ao ordenamento das ações de intervenção ambiental, irão formar áreas com algum grau de degradação.

A criação de áreas de bota-fora, abertura de estradas de acesso e outras atividades que envolvam movimentos de terra possíveis de ocorrência durante a construção do empreendimento causarão a eliminação da cobertura vegetal, bem como a descaracterização das camadas dos solos que dão sustentação à vegetação. Restarão, ao término das obras, modificações cênicas e desequilíbrios na dinâmica físico-hídrica dos ambientes atingidos. As ações deste programa refletem de forma positiva na inibição dos processos erosivos.

As áreas do canteiro de obras, tomada d'água, emboques dos túneis e casa de força têm maior potencial de degradação e, conseqüentemente, deverão ter ações compatíveis de recuperação. O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas deverá prever a recomposição desses locais através de soluções que proporcionem contribuições ecológicas, integrando o empreendimento à região de sua atuação.

### **10.9.2 Justificativa**

A recuperação das áreas degradadas é considerada pela legislação ambiental brasileira (Lei N.º 6.938/81) como um princípio da melhoria da qualidade ambiental do país.

Este programa evita a instauração de processos erosivos, nos locais de estocagem, formação de taludes e abertura de novos acessos e proporciona a recomposição e retorno de áreas, como canteiro de obras, áreas de empréstimos e bota fora, ao mais próximo possível de sua condição natural, possibilitando a retomada do uso original ou alternativo do solo.

### **10.9.3 Objetivo**

O objetivo principal deste programa é recuperar as áreas modificadas pelas obras de implantação do empreendimento, visando proteger o solo contra a formação de processos erosivos e a sua reintegração paisagística.

Especificamente, este programa pretende:

- Resgatar a propriedade de resiliência do ambiente degradado;
- Contribuir com a melhoria da qualidade ambiental, restabelecendo o equilíbrio da relação solo x água x planta do ambiente desestabilizado;
- Implantar medidas capazes de reintegrar as áreas degradadas à paisagem regional;

- Recompôr as áreas afetadas diretamente e indiretamente pelas obras, de forma que retornem rapidamente às suas condições originais.

#### 10.9.4 Materiais e Métodos

##### **Delimitação das áreas a serem recuperadas**

A delimitação das áreas que devem ser recuperadas compreende o canteiro de obras da PCH Rodeio, incluindo os acessos, as áreas de bota-fora, pátios de estocagem de materiais, bem como os locais de instalação das estruturas provisórias e permanentes. No desenho RDO-3C-DEEA-013 apresenta-se os locais a serem recuperados.

##### **Isolamento da Área**

As áreas alvo serão cercadas em todo o seu perímetro, com o objetivo de limitar o acesso de pessoas e especialmente de animais como cavalos, vacas e carneiros, que podem prejudicar o processo de recuperação da área. O isolamento poderá ser realizado com mourões de madeira ou concreto de com fios de arame liso.

##### **Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)**

Neste projeto, além dos valores quantitativos precisos de áreas a serem recuperadas, devem ser apresentadas as práticas de recuperação que mais se adéquem a cada situação, bem como as espécies vegetais a serem utilizadas e as medidas que garantam a estabilidade do terreno.

O PRAD deve ordenar, organizar e ser o documento orientador para definição das ações a serem implementadas.

##### **Remoção e estocagem da camada fértil do solo**

As diversas etapas de execução da obra exigem a remoção e movimentação de camadas de solo. Esta etapa prevê a remoção e o armazenamento do material vegetal e das camadas superiores do solo (Horizonte A) de forma adequada, objetivando sua futura utilização como substrato da vegetação a ser introduzida.

A estocagem do material excedente será feita em pilhas individuais de 5 a 8 m<sup>3</sup>, com no máximo 1,5 m de altura, localizadas nas imediações das áreas a serem recuperadas, em local plano e protegido de enxurradas. Para se obter o efeito desejado, o prazo de estocagem não deverá exceder a 2 (dois) anos.

Espécies de gramíneas e leguminosas poderão ser semeadas para manutenção da atividade microbiológica, usando-se aquelas adaptadas à região.

##### **Limpeza das Áreas de Trabalho**

Ao final da etapa de construção, restarão os resíduos e entulhos das obras (concreto, ferragens, madeiras, sacos e embalagens, etc.), estoques de material excedente ou inútil. Portanto, antes de iniciar os serviços de recuperação das áreas afetadas ou degradadas, a empreiteira deverá executar uma limpeza do terreno na qual serão removidos todos os vestígios de construção, resíduos ou quaisquer elementos estranhos ao local, seguindo o PGRS destinado para a obra.

Estes materiais serão retirados com equipamento apropriado e depositados em local adequado, conforme previsto na Resolução CONAMA N.º 307, de 05 de julho de 2002.

### **Ações**

A recuperação tem por finalidade fazer com que o local degradado volte a apresentar forma e utilização de acordo com o que era realizado antes da intervenção da obra. Assim, a recuperação consiste em preparar o substrato para implantação de uma cobertura vegetal que estabilize o terreno.

### **Revegetação das Áreas**

A revegetação constitui um dos processos principais para a restituição de um ecossistema, contribuindo significativamente com o controle dos processos erosivos e a recuperação das propriedades físico-químicas do solo.

A definição da metodologia para a revegetação das áreas deve considerar os níveis de degradação de cada área, ou seja, o comprometimento da capacidade de resiliência da área degradada deverá ser avaliado. Na escolha das espécies para o processo de recuperação, devem ser valorizadas aquelas com valor ecológico dentro das comunidades.

Nos casos em que a limpeza do local e instalação de equipamentos possa dar origem a processos erosivos, deverá ocorrer a posterior recomposição do solo e/ou a revegetação, que constitui um dos principais processos para o controle dos processos erosivos e a recuperação das propriedades físico-químicas do solo.

Considerando os aspectos construtivos do empreendimento, recomenda-se fazer uma colonização do solo por consórcios herbáceos e arbustivos (geralmente gramíneas). O sistema radicular promoverá uma melhoria na estrutura física, favorecendo a drenagem e a estabilidade de agregados.

Cabe salientar que o sucesso da revegetação depende de condições ambientais adequadas. Portanto, esta atividade necessita de monitoramento periódico, com a finalidade de avaliar a necessidade de medidas de manejo como replantio e ações para recuperação de processos erosivos.



A definição da metodologia para a revegetação deve considerar os níveis de degradação de cada área, ou seja, o comprometimento da capacidade de resiliência da área degradada deverá ser avaliado.

Na escolha das espécies para o processo de recuperação, devem ser valorizadas aquelas com valor ecológico dentro das comunidades. Dentre as metodologias que podem ser adotadas, destacam-se:

- Transposição de Chuvas de Sementes;
- Semeadura Direta;
- Técnicas Nucleadoras (Poleiros Artificiais, Enleiramento de Galharia, Transposição de solo e Plantio de Mudanças de Espécies Arbóreas);
- Manutenção dos plantios (Cercamento, Aporte de Nutrientes e Controle de Pragas).

### **Plantio de Mudanças**

#### Origem das mudas

As mudas serão produzidas pelo viveiro parceiro.

As mudas deverão apresentar boa qualidade, sob responsabilidade do profissional técnico responsável pelo viveiro. Recomenda-se que as mudas apresentem pelo menos 50 cm de altura e que sejam rustificadas (adaptadas ao sol).

#### Espaçamento e quantidade de mudas

O espaçamento utilizado deverá ser de 3 m por 3 m entre plantas, podendo ser dispostas de forma aleatória no terreno ou em forma de grade.

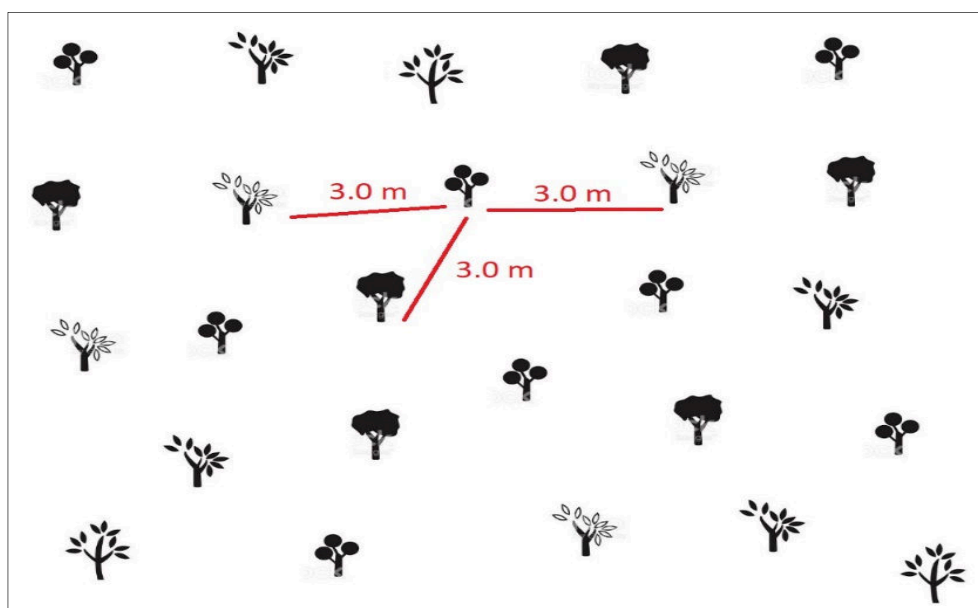


Figura 32 - Exemplo de disposição do plantio de mudas

A quantidade de mudas deve respeitar o Grupo Ecológico ao qual pertencem as espécies. Desta forma, recomenda-se o plantio de 40% de espécies Pioneiras, 40% de espécies Secundárias e 20% de espécies Clímax.

A escolha das espécies pode variar de acordo com a disponibilidade do viveiro e as espécies resgatadas. No entanto, deve-se respeitar a proporção dos grupos ecológicos.

#### Preparo das covas

As mudas serão acondicionadas em covas de aproximadamente 30 cm x 30 cm x 30 cm, podendo ser aberta com ferramentas manuais ou com perfurador de solo motorizado. O solo extraído das covas deverá ser homogeneizado com a adubação e recolocado nas covas e ao redor das mudas plantadas.

#### Plantio das mudas

Após a abertura das covas as mudas deverão ser introduzidas juntamente com o torrão que as acompanham, e recobertas com o solo extraído e homogeneizado com adubo. Cada muda deverá receber um tutor (estaca) de madeira de 1 m de comprimento, aproximadamente.



Figura 33 - Exemplo de estaca utilizada.

#### Adubação

Poderá ser feita a adubação orgânica com biofertilizantes naturais devidamente estabilizados e curtidos, tais como esterco de suínos, bovinos, húmus ou cama de aviário ou composto. A quantidade de adubo orgânico deve ser de aproximadamente 3 litros por muda e deverá ser misturado e incorporado junto ao solo no momento do plantio. A adubação é fator essencial principalmente no período inicial de desenvolvimento das mudas a serem plantadas.

#### **Pós-Plantio**

##### Coroamento

O coroamento consiste na eliminação de espécies vegetais competidoras e ervas daninhas que possam surgir ao redor das mudas plantadas num raio de 50 cm. O coroamento deve ser

realizado após o plantio e periodicamente até que a mudas atinjam altura de tal forma que as ervas daninhas não ameacem o seu desenvolvimento.



Figura 34 - Exemplo de coroamento em mudas plantadas.

### Combate à Formigas

O monitoramento do ataque de formigas-cortadeiras às mudas deve ser realizado constantemente de forma a prevenir maiores danos, pelo menos até que atinjam altura de 2 metros aproximadamente. Em caso de ataque, recomenda-se o controle químico com produtos específicos para formigas cortadeiras.

### Replântio

O replântio de mudas deve ser realizado caso haja índice de mortalidade superior a 10%.

### Manutenção

Periodicamente deverá ser realizada capina ou roçada manual, sempre que necessário, e até as mudas atingirem altura suficiente para sobrepor-se a competição com as plantas daninhas, como gramíneas e ciperáceas.

Deve-se tomar o cuidado para não suprimir as espécies arbóreas nativas oriundas de regeneração natural, pois estas aceleram o processo de recuperação.

### ESPÉCIES RECOMENDADAS PARA PLANTIO

As espécies selecionadas devem obedecer a princípios e critérios indispensáveis. Devem ser espécies ocorrentes na região, de acordo com a relação de espécies recomendadas para plantio na bacia hidrográfica do Rio Itajaí (adaptado de GHODDOSI e TORRES, 2009), com boas características fenotípicas e genotípicas e que ocorram em grande número para gerar diversidade.

Também devem ser espécies atrativas a fauna silvestre e que seja feita uma combinação de espécies pioneiras de rápido crescimento juntamente com espécies não pioneiras (secundárias e clímax).

### 10.9.5 Indicadores

O monitoramento será realizado por inspeções visuais da evolução ou não dos processos erosivos, sendo avaliados os indícios de escorregamentos e a eficiência das obras de controle.

Além disso, será feito o acompanhamento do desenvolvimento da vegetação reintroduzida, por meio de excursões, onde serão monitorados os seguintes parâmetros:

- Desenvolvimento e adaptação das espécies;
- Ocorrência de espécies invasoras;
- Ocorrência de pragas, doenças e até mesmo a morte de mudas;
- Necessidade de adubação e de replantio;
- Controle da formiga cortadeira;
- Presença de serrapilheira;
- Indícios da presença da fauna nativa e fauna exótica;
- Quantidade de espécies realocadas;
- Quantidade de exemplares realocados;
- Taxa de sobrevivência;
- Quantidade de área alvo da recuperação.

Essa avaliação deve nortear as atividades de manutenção, indicando necessidade de replantios, combate a formigas, coroamento e capina e outras ações corretivas. Além disso, permitirá a qualificação do processo de recomposição vegetal.

A frequência da avaliação dependerá da idade do plantio. O monitoramento deverá ocorrer mensalmente pelo período de 12 meses após o plantio. A continuidade ao processo de inspeções visuais da evolução ou não do plantio da faixa ciliar ocorrerá na seguinte frequência:

- Trimestral até completar o primeiro ano após início da operação;

A cada ano até os primeiros 5 anos e posteriormente de 4 em 4 anos até completar o período de vida útil previsto para o reservatório.

Os principais métodos de avaliação dos exemplares realocados e plantados:

- Medição do DAS – Diâmetro Altura do Solo (30 cm);
- Medição da Altura dos indivíduos;
- Contagem para análise de sobrevivência.

#### 10.9.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Os relatórios deverão ser emitidos semestralmente, desde o início da implantação do empreendimento, para que as áreas degradadas sejam registradas desde seu início, e mostrem sua evolução de acordo com as medidas implantadas. Deve-se continuar durante a fase de operação o processo de recuperação e avaliação das áreas recuperadas, e caso necessário, deve-se adotar medidas de correção para uma recuperação eficiente.

#### 10.9.7 Equipe Técnica Envolvida

A equipe deve conter biólogo, engenheiro florestal e/ou agrônomo, além de equipe de campo.

#### 10.9.8 Correlação com Demais Programas

O programa de Recuperação de Áreas Degradadas possui relação direta com os seguintes programas: Programa de Supervisão Ambiental, Programa de Qualidade de Água, Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática, Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna, Programa de Gerenciamento de Resíduos e Programa de Implantação da Faixa Ciliar.

#### 10.9.9 Base Legal e Normativa

- Constituição da república federativa do Brasil (1988);
- Lei nº 4.771/65 – institui o Código Florestal;
- Lei nº 7.754/89 - estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios, e dá outras providências;
- Resolução Conama nº 002/96 – Compensação Ambiental;
- Resolução Conama nº 237/97, de 19/12/97 – Licenciamento Ambiental;
- Resolução Conama nº 303/02, de 20/3/02 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- Resolução Conama nº 369/06, de 28/03/2006 - casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP;
- Instrução Normativa IBAMA nº 30, de 31/12/2002 – Disciplina o cálculo do volume geométrico das árvores em pé, através da equação de volume que especifica, e dá outras providências;
- Lei nº 9.605, de 12/2/98 – Crimes Ambientais;
- Portaria IBAMA nº 37-n/92 – Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção;
- IN 44- IMA, licenciamento ambiental de hidrelétricas;
- IN 23- IMA, supressão de vegetação nativa em área rural; e
- IN 46- IMA, Projeto de Reposição Florestal.

## 10.9.10 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 30 – Cronograma do Programa de Recuperação das Áreas Degradadas

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduto Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
	Compra de Mudas																								
	Recuperação do Solo																								
	Plantio																								
	Monitoramento																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Monitoramento																								
	Relatórios																								



## **10.10 Programa de Gerenciamento de Resíduos e Efluentes**

### **10.10.1 Introdução**

A fase de construção de uma PCH acarreta a geração de diferentes tipos de resíduos sólidos. Os principais resíduos sólidos gerados pelo empreendimento em sua fase construtiva são os resíduos da construção civil, provenientes dos serviços de escavação e terraplanagem, bem como da construção da tomada d'água, circuito de geração, casa de força e do barramento. Ademais, há a geração de resíduos sólidos urbanos, originados nas instalações do empreendimento, bem como resíduos de serviços de saúde, oriundos do ambulatório, resíduos oleosos provenientes da manutenção de máquinas e equipamentos, entre outros. Tais resíduos devem ser adequadamente gerenciados, de modo que seu acondicionamento e destinação final não venham a gerar impactos, principalmente ao solo e aos recursos hídricos.

Da mesma forma, a geração de efluentes se dá, em maior quantidade, na etapa de implantação do empreendimento, em função da grande quantidade de funcionários trabalhando. A geração mais significativa é de efluentes sanitários no canteiro de obras. A fim de evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas e a disseminação de doenças à população, é necessário o adequado tratamento desses efluentes (tratamentos das fases de instalação e operação descritos no capítulo 9).

Por fim, cabe ressaltar a importância de um adequado gerenciamento de resíduos sólidos, de modo a promover a redução da geração de resíduos e a valorização desses, por meio de reciclagem, reemprego ou reutilização, quando economicamente viável. Para o gerenciamento adequado, deve-se contemplar, além da redução e recuperação dos resíduos, os aspectos de coleta, segregação, acondicionamento, tratamento e destinação final, de acordo com a legislação vigente.

### **10.10.2 Justificativa**

Durante as etapas da fase de obras haverá a geração de grandes volumes de resíduos da construção civil, sendo esses de diversas classes, conforme a legislação vigente. Estima-se, por exemplo, a necessidade de escavação de solo e escavação de rocha, que devem ter disposição final adequada.

Está previsto para a construção do empreendimento um canteiro de obras que deverá receber até 63 funcionários por dia no pico da obra. No canteiro de obras, haverá a geração de resíduos sólidos da construção civil e resíduos sólidos urbanos, sendo estes últimos localizados nas áreas de refeitório e escritório geral. Pode ser gerado resíduos sólidos de serviços da saúde no ambulatório, em caso de ocorrência de acidentes de trabalho.

A geração de efluentes ocorrerá durante toda a fase de implantação e se dará no canteiro de obras e nas proximidades das construções das estruturas. Tendo em vista que os resíduos sólidos e os efluentes líquidos constituem um problema sanitário de importância quando não recebem os cuidados adequados, faz-se necessário o gerenciamento e tratamento desses, visando garantir a minimização de seus impactos ambientais. Como não é prevista a instalação de dormitórios nem a permanência em tempo integral de funcionários na obra, os resíduos sólidos urbanos e efluentes líquidos serão significativamente reduzidos.

#### 10.10.3 Objetivo

O objetivo principal é implantar um sistema que promova o adequado gerenciamento e tratamento de resíduos sólidos e efluentes gerados durante a implantação do empreendimento, de modo a:

- Evitar a geração de resíduos, quando possível;
- Buscar formas de valorização dos resíduos, como por exemplo a reciclagem, o reemprego ou a reutilização;
- Promover a adequada coleta, segregação, acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos gerados;
- Promover a Educação Ambiental dos trabalhadores da obra;
- Garantir a proteção ao meio ambiente;
- Garantir a proteção à saúde dos trabalhadores;
- Contribuir para o aumento da vida útil dos aterros sanitários;
- Promover o correto tratamento e destinação final dos efluentes;
- Assegurar a conformidade com as legislações ambientais cabíveis.

#### 10.10.4 Materiais e Métodos

##### 10.10.4.1 Resíduos Sólidos

##### 10.10.4.1.1 Classificação dos Resíduos

No que tange à classificação dos resíduos sólidos, destacam-se a NBR ABNT 10.0004/1987, que trata da classificação dos resíduos sólidos de forma geral, e a Resolução CONAMA nº 307/2002, que aborda especificamente os resíduos da construção civil.

A NBR ABNT 10.004/2004 divide os resíduos nas seguintes classes:

**Resíduos perigosos - Classe I:** são aqueles que apresentam alguma característica de periculosidade, tal como: Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade.

**Resíduos não perigosos - Classe II:** são aqueles que não apresentam característica de periculosidade, podendo ser classificados em:

**Classe II A – Não inerte:** Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

**Classe II B – Inertes:** Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 descreve a seguinte classificação para os resíduos da construção civil:

**Classe A** - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

**Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

**Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

**Classe D** - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

#### 10.10.4.1.2 Resíduos Gerados no Canteiro

#### **Resíduos Orgânicos – Compostagem**

No refeitório, principalmente, haverá a geração de resíduos orgânicos (restos de alimentos, cascas de frutas e verduras, etc.). Primeiramente, deve-se incentivar o não desperdício de

alimentos por meio de uma campanha educacional com os trabalhadores, visando a redução no volume dos resíduos orgânicos.

Quando houver a geração de um volume considerável de resíduos orgânicos, pode ser implantado um sistema de compostagem no canteiro de obra, que consiste em um processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos de origem animal ou vegetal pela ação de microrganismos.

### **Resíduos de Construção Civil - Entulhos**

Durante a obra, o maior volume de resíduos gerados é o de resíduos da construção civil. Identifica-se a geração de dois tipos de entulhos: os fragmentos de elementos pré-moldados (materiais cerâmicos, blocos de concreto, demolições) e restos de materiais elaborados em obra (concretos e argamassas, que contém cimento, cal, areia e brita).

É necessária à disposição final adequada do entulho gerado. Caso contrário, a destinação inadequada pode causar problemas ambientais, como os deslizamentos oriundos da instabilidade causada por lançamentos em encostas, alagamentos causados por obstrução da drenagem ou contaminação do solo e corpos hídricos.

É possível e deve ser incentivada a reutilização de fragmentos e restos de materiais cerâmicos, concretos e argamassas após trituração em equipamento apropriado. Esses materiais podem ser reutilizados em produção de argamassa para a própria construção geradora de entulhos.

### **Pilhas e baterias**

As baterias automotivas são as mais recicladas, uma vez que o chumbo contido nelas é 100% reciclável, bem como o plástico. No entanto, esse resíduo muitas vezes tem disposição final inadequada, acarretando danos ao meio por falta de controle ambiental.

Levando em consideração a necessidade de diminuir os impactos negativos causados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias, a Resolução CONAMA nº 401/2008 estabelece que os estabelecimentos que comercializem os produtos abordados na resolução devem recebê-los depois de usados. Para os produtos não abordados na resolução, devem ser implementados, de forma compartilhada, programas de coleta seletiva pelos respectivos fabricantes ou importadores.

O coletor especial de pilhas e baterias deve ser implantado junto aos coletores de material reciclável, que será colocado próximo ao escritório da obra.

### **Pneus**

Esse tipo de resíduo tem potencial de ser reaproveitado. No entanto, não pode ser armazenado ou reutilizado em condições que possam permitir a proliferação de mosquitos, a

partir da água contida em suas carcaças. Esse resíduo pode ser reutilizado para produção de artefatos de borracha, por exemplo, desde que haja viabilidade de transporte. Caso não haja opção de reutilização viável economicamente, recomenda-se como solução de destino final a trituração dos pneus e disposição em aterro industrial.

### **Resíduos Classe I**

Os resíduos perigosos, classe I, serão gerados principalmente nas oficinas mecânicas. Estopas sujas de óleos, peças metálicas sujas de óleo, latas de tintas e quaisquer outros resíduos que sejam caracterizados nessa classe, segundo a NBR 10.004:2004, devem ser segregados e gerenciados de forma adequada, sem misturá-los com os demais resíduos.

#### **10.10.4.1.3 Instrução dos Trabalhadores**

Os trabalhadores deverão receber instruções referentes à implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e de Efluentes, a partir de sua contratação como empregado da obra.

Periodicamente deverão ser repassados aos trabalhadores, por meio de reuniões participativas, noções básicas de educação ambiental, reforçando as ações relacionadas com os resíduos sólidos gerados na obra. Deverão ser utilizados vídeos educativos apresentando os procedimentos adequados de acondicionamento, transporte e reciclagem de resíduos, visando a conscientização ambiental dos mesmos para a necessidade de preservação do meio ambiente e a saúde pública.

Deverá ser elaborado um material de divulgação na linguagem dos trabalhadores: folders para serem distribuídos na contratação e reuniões periódicas e cartazes, que deverão ser afixados em locais de fácil visualização a fim de promover a divulgação do Programa. As reuniões podem ser integradas com reuniões dos demais programas da obra.

#### **10.10.4.1.4 Segregação e Acondicionamento**

A segregação consiste na separação dos resíduos por classes, sendo estes identificados no momento da geração. É um processo de suma importância para o gerenciamento, pois evita a mistura com resíduos incompatíveis, garantindo a possibilidade de recuperação desses, além de promover maior segurança para manuseio. Ademais, a mistura de resíduos incompatíveis pode acarretar geração de calor, fogo ou explosão, geração de gases tóxicos ou inflamáveis, entre outros.

A identificação dos resíduos é fundamental para a correta segregação dos mesmos. Dessa forma, será realizada a identificação, segundo a Resolução CONAMA nº 275/2001, nos locais de geração de resíduos. Ademais, no momento de segregação, deve-se realizar o acondicionamento inicial de forma adequada, conforme a NBR 11174/1990, para

armazenamento de resíduos classes IIA – não inertes e IIB – inertes, e a NBR 12235/1992, para armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

A segregação dos resíduos se dará de forma a implantar a coleta seletiva. A reciclagem de papéis, vidros, plásticos e metais, que representam em torno de 40% do lixo doméstico, reduz a utilização dos aterros sanitários, prolongando sua vida útil. Além disso, a reciclagem implica em uma redução significativa dos níveis de poluição ambiental e do desperdício de recursos naturais, através da economia de energia e matérias-primas.

Para que a coleta seletiva seja realizada de maneira correta, deve ser realizada uma campanha informativa junto a todos os funcionários da obra, conscientizando-os da importância da correta segregação e orientando-os para que separem corretamente os resíduos conforme a classe pertencente de material.

O acondicionamento inicial deve acontecer preferencialmente próximo ao local gerador (escritório e canteiro da obra, bem como alojamento dos funcionários), sendo disponibilizados recipientes adequados e suficientes para a coleta e armazenamento dos resíduos sólidos. Plásticos, papéis, metais e vidros de pequena dimensão devem ser acondicionados em coletores devidamente identificados seguindo o padrão de cores estabelecido segundo a Resolução CONAMA nº 275/2001, como a apresentado no Quadro a seguir. Na parte interna dos coletores pode ser adicionado um saco plástico, adequado ao tamanho da lixeira, facilitando a coleta para futura disposição final. O volume dos coletores varia de acordo com a produção apresentada pelo gerador, podendo optar por coletores de maior volume.

Tabela 6 – Tipos de Resíduos e suas Cores

Cor do Coletor	Material
Azul	Papel/papelão
Vermelho	Plástico
Verde	Vidro
Amarelo	Metal
Preto	Madeira
Laranja	Resíduos Perigosos
Branco	Resíduos Ambulatoriais e de serviços de saúde
Roxo	Resíduos Radioativos
Marrom	Resíduos Orgânicos
Cinza	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Deverão ser implantados pontos de acondicionamento inicial dos resíduos nos seguintes locais: escritório da obra, alojamento dos funcionários, refeitório e no canteiro de obra. Podem ser adicionados outros pontos estratégicos definidos pelo responsável pelo Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Nos escritórios deverão ser implantados coletores para recolhimento do papel de escritório e também coletores para recolhimento do plástico, especialmente copos de água e cafezinho. Nos refeitórios também deverão ser colocados coletores para copos descartáveis. Ressalta-se que deve ser incentivado o uso de copos duráveis, que auxiliam no processo de redução do volume de lixo liberado ao meio ambiente, além de permitir uma redução de gastos com a compra de copos descartáveis.

No caso do papel de escritório poderão ser utilizadas caixas de papelão forradas sendo colocadas nas mesmas o símbolo da reciclagem. Para a reciclagem dos copos descartáveis deverão ser confeccionados, com tubos de PVC, coletores que deverão ser colocados próximo aos locais onde utiliza-se esse material.

No canteiro de obras, as madeiras, serragem e papelão em pequenos volumes podem ser armazenados em coletores sinalizados e revestidos internamente com sacos plásticos. Já madeiras de grande volume, metais de maior dimensão e blocos de concreto e/ou cerâmicos podem ser acondicionados em pilhas próximas aos locais onde são gerados. Deve-se evitar armazenar solos, rochas e galhos, sendo preferível a remoção imediata dos mesmos através de caçambas ou caminhões. Caso não haja a disponibilidade de transporte imediato, deve-se armazená-los em pilhas.

O espaço para estocagem dos resíduos deve ser organizado, a fim de evitar acidentes de trabalho e facilitar a verificação e controle dos estoques. Os resíduos de classe II-A e classe II-B podem ser acondicionados o mais próximo dos locais de geração, em condições adequadas, e posteriormente transportados para uma central de acondicionamento provisório, localizada dentro do canteiro de obra. Os resíduos provenientes dos ambulatórios deverão ser gerenciados de forma diferenciada, com coleta, acondicionamento e destino final específicos.

#### 10.10.4.1.5 Elaboração do Plano de Coleta e Armazenamento Temporário

O plano de coleta deve ser elaborado pelo responsável pela implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Esse deve conter os equipamentos e periodicidade de coleta dos resíduos.

O armazenamento ou estocagem temporária é o espaço no qual os resíduos são armazenados previamente ao transporte externo. Para a definição da localização, tamanho e capacidade desse espaço, deve-se levar em consideração diversos fatores, como o volume e características físico-químicas dos resíduos, facilidade de coleta e transporte, segurança para os usuários e preservação dos resíduos, entre outros.

A central de armazenamento temporário de resíduos deve considerar as medidas de segurança e proteção ao meio ambiente, dentre as quais pode-se citar: impermeabilização do



piso, cobertura, ventilação, drenagem de líquidos percolados, bacia de contenção, sinalização e isolamento.

Deverá ser implantado no terreno da obra um local coberto destinado ao armazenamento dos materiais reciclados, visando facilitar o encaminhamento à disposição final. O tempo de armazenamento será em função do destino dos materiais, que deverá ser acordado com o receptor dos resíduos.

Podem ser utilizadas bombonas plásticas no acondicionamento de materiais leves, como papéis, papelões e plásticos. Para o armazenamento de vidros e materiais cortantes, podem ser utilizadas as metalizadas. As bombonas devem possuir tampa e estar localizadas em um ponto fixo da obra.

Os materiais mais pesados, como madeiras, metais, blocos de concreto e/ou cerâmicos, devem ser acondicionados em baias, com volume compatível com as estruturas. Essas baias podem ser construídas em madeira ou concreto e com fundo impermeabilizado, para evitar contaminação do solo. Devem ser separadas e sinalizadas de acordo com o tipo de resíduo a ser disposto em cada baia.

Para o acondicionamento de entulhos em geral, madeiras que não possam ser reutilizadas e rochas, pode ser utilizada as caçambas, que possuem, geralmente, capacidade entre 4,5 a 5,5 m<sup>3</sup>.

#### 10.10.4.1.6 Coleta, Transporte e Destinação Final

A coleta dos resíduos, seja interna ou externa, deve ser realizada por profissionais capacitados e pela utilização de equipamentos adequados. Ademais, deve ser assegurada a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI necessários, conforme a NR nº 6.

Os Resíduos Sólidos gerados deverão ser dispostos conforme a sua classificação, bem como de modo a atender a legislação correspondente em vigor e as normas da ABNT. Esses devem ser encaminhados a aterros sanitários e industriais que tenham Licença Ambiental de Operação expedida pelo Órgão Ambiental Estadual – IMA.

Resíduos classe I (perigosos): a empreiteira promoverá a coleta periódica dos resíduos industriais e seu encaminhamento para seu destino final, de acordo com sua classificação. Com exceção dos resíduos inflamáveis, reativos, oleosos, orgânico-persistentes ou que contenham líquidos livres, os demais serão dispostos em aterros industriais exclusivos e especialmente preparados para este fim, licenciados, atendendo às disposições legais pertinentes e às normas da ABNT. Os resíduos perigosos serão tratados ou encaminhados para tratamento, segundo suas características, as normas técnicas correspondentes e a legislação em vigor.

Resíduos classe II A (não inertes): Os resíduos sólidos com características de resíduos domésticos gerados na obra, que não sofreram o processo de reciclagem, rejeitos e resíduos de varrição e limpeza do canteiro terão coleta periódica com o seu respectivo encaminhamento para áreas especialmente destinadas para este fim, estruturadas sob forma de aterro sanitário operado por empresas licenciadas pelo órgão ambiental estadual.

Resíduos classe II B (inertes): Os resíduos classificados como resíduos da construção civil, que não sofreram reaproveitamento na obra serão recolhidos periodicamente e encaminhados através de uma empresa terceirizada para um aterro adequado e licenciado pelo órgão ambiental estadual.

A seguir são listados possíveis aterros para a disposição final dos resíduos:

**Aterro Sanitário de Timbó/SC:** Pertencente a SAMAE, este é o local de destinação final dos resíduos domésticos dos municípios de Timbó e região.

Endereço Escritório: Rua Duque de Caxias, nº 56, Centro. Timbó-SC. CEP 89210-000

Contato: +55 (47) 3382-2731

Endereço Aterro: Rua Tupiniquim, 1070 - Bairro Araçonguinhos. Timbó-SC | CEP: 89120-000

Contato: 47 3399-1056

LAO apresentada no Anexo H.

**Aterro Industrial Momento Engenharia:**

Rua Paulo Litzemberger, 1400 - Distrito Vila Itoupava - Blumenau - Santa Catarina

Contato: (47) 3717-1414

LAO apresentada no Anexo H.

#### 10.10.4.1.7 Efluentes Líquidos

A descrição do tratamento dos efluente líquidos encontra-se no capítulo 9 deste estudo.

#### 10.10.5 Indicadores

- Implantação das obras relativas à mitigação de impactos, tais como caixas separadoras de água e óleo, separadoras de sólido, etc., implantação do tratamento de esgotos;
- Concentração dos parâmetros controlados nos efluentes gerados;
- Cumprimento integral da legislação pertinente;
- Comparativo do percentual de geração de rejeitos e resíduo sólido x geração global de resíduos;
- Comprovantes de entregas de volume por tipo de resíduo aos aterros;

- Índice de doenças nos operários da obra; e
- Número de trabalhadores capacitados em comparação com o número de trabalhadores contratados.

#### 10.10.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Deverá ser monitorado periodicamente o quantitativo de resíduos gerados pelo empreendimento. Semestralmente, deverá ser elaborado um relatório executivo para ser entregue ao órgão ambiental.

#### 10.10.7 Equipe Técnica Envolvida

A equipe técnica deverá ser definida pela empresa contratada para realização das obras civis do empreendimento, tendo um engenheiro sanitarista responsável pelo Programa, e que será fiscalizado pelo programa de Supervisão Ambiental.

#### 10.10.8 Correlação com Demais Programas

O programa em questão está inter-relacionado com todos os demais planos e programas, uma vez que os danos ao meio causados pela inadequada gestão dos resíduos sólidos e efluentes afetariam todos os componentes do entorno. Contudo, o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes está diretamente relacionado com os seguintes: Programa de Supervisão Ambiental, Programa Ambiental da Construção e Programa de Monitoramento Limnológico, da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea.

#### 10.10.9 Base Legal e Normativa

Legislação:

- Resolução CONAMA nº 307/2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- Resolução CONAMA nº 275/2001 – Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Normas Técnicas:

- NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR 11174/1990 – Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes;
- NBR 12235/1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- NBR 7229/1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos;
- NBR 13969/1997 – Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.

## 10.10.10 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 31 – Cronograma do Programa de Gerenciamento dos Resíduos e Efluentes

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduto Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
Atividades do Programa	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
	Implantação dos Recipientes de Resíduos																								
	Treinamentos																								
	Documentação																								
Fases da Operação	Monitoramento do Processo																								
	Relatórios																								
	Geração																								
Atividades do Programa	Manutenção																								
	Documentação																								
	Monitoramento																								
	Relatórios																								

## 10.11 Programa de Monitoramento dos Ruídos

### 10.11.1 Introdução

Elevados níveis de ruídos são considerados responsáveis pela “deterioração da qualidade de vida”, estando inclusos entre “os sujeitos ao Controle da Poluição de Meio Ambiente” (CONAMA nº 1, 1990). Dessa maneira a Resolução determina em seu Artigo 1º:

*“A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta RESOLUÇÃO”.*

Como balizador dos níveis de ruídos aceitáveis, a resolução remete à norma NBR 10151:2000 – “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o Conforto da Comunidade”. Os níveis máximos de ruído externo que esta norma técnica considera recomendável para conforto acústico são apresentados a seguir:

Tabela 7 – Níveis Máximos de Ruído Externo Permitidos (ruídos constantes) – NBR 10.151/2000

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO dB(A)	NOTURNO dB(A)
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60
<b>Obs.:</b> Caso o nível de ruído preexistente no local seja superior aos relacionados nesta tabela, então este será o limite.		

Fonte: ABNT, NBR 10151.

A implantação da PCH Rodeio compreenderá atividades construtivas as quais incluem a execução das estruturas, o trânsito de veículos, a escavação comum e a escavação em rocha nas frentes de execução das estruturas e acessos da região de montante, do túnel de adução e na região de jusante do empreendimento. As maiores interferências nas residências localizadas no entorno se darão durante atividades que envolvem a utilização de explosivos para a detonação em rocha, as quais apresentam potencial de geração de ruído e vibração.

A alternativa tecnológica adotada com a utilização de explosivos para a abertura de túneis em maciços rochosos consiste no uso deste método para promover a fragmentação controlada do maciço permitindo o avanço da obra. Sendo assim, além do plano de aviso de detonações, está previsto o planejamento da execução das detonações juntamente com a implementação de medidas de controle que reduzem a geração de ruídos e vibrações a fim de minimizar o

incômodo e possíveis danos causados pelos ruídos, vibrações e demais impactos decorrentes desta atividade.

As medidas preventivas e mitigatórias deste programa devem garantir que as atividades construtivas que apresentem ruídos continuado atendam aos limites preconizados na ABNT NBR 10.151/2000 “Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento” para áreas mistas, predominantemente residencial. Sendo assim, durante a execução da obra, o nível de pressão sonora em decibéis respeitará os limites de 55 dB (diurno) e 50 dB (noturno).

Para os ruídos especificamente emitidos durante a etapa de escavação com utilização de explosivos para a detonação em rocha, as medidas preventivas e mitigatórias devem garantir ao atendimento do limite preconizado na ABNT NBR 9653/2018 “Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas”. Dessa forma, durante esta etapa de detonação, o nível de pressão acústica medido fora da área de operação não deve ultrapassar 134 dBL pico.

#### 10.11.2 Justificativa

A construção de um empreendimento deste porte gera altos níveis de ruídos, o que pode causar impactos tanto para os trabalhadores, quanto para a população circunvizinha à obra. Os ruídos mais significativos são provenientes das atividades de construção do túnel de adução e áreas de desmonte de rocha.

No caso de detonações a céu aberto, a preparação da detonação inicia-se com a operação de fontes móveis de ruído e vibração (máquinas, caminhões e tratores) que fazem a decapagem do maciço rochoso.

Posteriormente, tem-se o ruído e as vibrações geradas pelas máquinas perfuratrizes usadas para a execução da malha de furos onde serão colocados os explosivos.

Nos trechos de emboque do túnel de adução pode haver alguma escavação mecânica em locais onde as rochas já se apresentam intemperizadas, oferecendo menor resistência e exigindo menor esforço para escavação. Entretanto, a rocha que não está exposta ao intemperismo é caracterizada por um maciço bastante resistente. Por isso, nestes locais a abertura será por detonação com o uso de explosivos.

A etapa de detonação dos explosivos é uma fase que provoca maior impacto sonoro, por se tratar de elevados níveis de pressão sonora que tipicamente variam entre 70 dB e 140 dB. Sendo assim, para o efetivo controle das atividades geradoras de ruídos e vibrações é necessário a delimitação da zona de influência dos impactos inerentes a estas atividades, a qual compreende os imóveis onde terá a necessidade de vistorias cautelares e identificação dos pontos críticos para o monitoramento de ruídos e vibrações.



Entre os impactos da geração de ruídos e vibrações sobre a fauna que podem ser listados, compreende o afugentamento da fauna e dispersão de populações locais em detrimento desta interferência. Ademais, várias espécies de répteis, aves e mamíferos utilizam a comunicação sonora como parte dos seus processos reprodução, captura de presas e processos de defesa, portanto, o aumento de vibrações e ruídos, quando não devidamente controlado e mitigado, tende a gerar problemas como a interferência na reprodução, o afugentamento das presas e o aumento de hormônios de estresse nos indivíduos.

Para os morcegos, o aumento de ruídos e vibrações tem um impacto mais significativo, uma vez que estes utilizam a ecolocalização para locomoção e forragear. Os ruídos influenciam também de forma ativa em algumas espécies da avifauna, prejudicando a comunicação entre diferentes indivíduos e identificação de outras espécies. O impacto sonoro sobre a avifauna pode ocasionar afugentamento e redução das espécies no entorno do empreendimento, gerando um possível impacto indireto sobre a flora, com a redução da dispersão de sementes.

Como não há normatização legal quanto à avaliação do impacto da geração de ruídos sobre a fauna, considera-se a utilização dos limites estabelecidos para os parâmetros de conforto acústico da comunidade associados às medidas de monitoramento da fauna tendem a ser indicadores no controle destes impactos. As medidas de controle e mitigação adotadas, devem, portanto, minimizar a pressão acústica sobre a fauna.

#### 10.11.3 Objetivo

O programa em questão visa monitorar o nível de ruído e de vibração emitidos na execução da obra, a fim de minimizar o impacto ambiental às comunidades vizinhas e a fauna existente no entorno do empreendimento. A emissão de ruídos é uma das maiores fontes de perturbações causadas à população, por isso devem ser aplicadas medidas mitigadoras desses impactos, além de estar atrelada a saúde dos trabalhadores, onde altos níveis de ruídos no trabalho podem ter impactos nocivos aos seus aparelhos auditivos.

#### 10.11.4 Materiais e Métodos

Com vistas à prevenção da saúde dos trabalhadores, deve ser realizado o monitoramento de ruído no canteiro e locais de obras civis, cujos pontos de medição e periodicidade das campanhas serão definidos pelo responsável pela segurança do trabalho da obra e do PAC. A NR 15 do Ministério do Trabalho define os limites de tolerância para ruídos, acima dos quais se considera atividade insalubre, conforme consta nos seus anexos I e II. Ademais, devem ser fornecidos os equipamentos de proteção individual – EPI necessários, a fim de garantir a segurança ao trabalhador.

Com vistas a avaliar os impactos dos níveis de ruído provenientes das obras, será realizado o monitoramento das vibrações e ruídos oriundos das detonações, a fim de verificar a

influência desta atividade nos residentes das edificações circunvizinhas e sobre a fauna. Os pontos de monitoramento são os destacados no mapa RDO-3C-DEEA-009 apresentado em anexo.

De forma periódica, deve-se realizar a manutenção das máquinas e equipamentos, a fim de garantir que o ruído não gere impacto na saúde do trabalhador, bem como não gere incômodos para a comunidade circunvizinha e fauna do entorno. Caso seja identificada alguma reclamação da vizinhança, será necessária a realização de uma avaliação in loco, para identificar o nível de ruído e, caso o fator gerador esteja relacionado às obras, deverão ser implantadas medidas para diminuir ou eliminar o transtorno.

Para o monitoramento periódico, as medições devem ser realizadas de forma a representar a área do canteiro de obras e principais obras civis, ocorrendo tanto no período diurno quanto noturno em estrita correlação ao desenvolvimento das atividades de implantação da usina. Para a avaliação de reclamações, o procedimento de medição deve ser realizado no ponto do transtorno indicado pelo comunicante, nos horários em que as atividades da obra causem interferências. Em ambos os casos, a medição deve seguir a metodologia abordada na NBR 10151/2000 e NBR 9653/2018.

Durante a fase de operação da usina deve-se realizar uma campanha para verificar o nível de ruído diurno e noturno sobre a vizinhança circunvizinha a casa de força e tomar medidas caso necessário.

Sabendo-se que as atividades de escavação em rocha são as que representam maior impacto de ruídos e vibrações para as residências vizinhas, são detalhadas nos itens a seguir as medidas preventivas e mitigadoras desenvolvidas para as fases de detonação em rocha com a utilização de explosivos – Plano de Detonação.

#### 10.11.4.1 Atividades de Controle e Minimização de Ruídos e Vibrações

As atividades de controle e minimização de ruídos e vibrações que devem ser realizadas na fase de implantação do empreendimento, que incluem principalmente as atividades de escavação comum e escavação em rocha nas frentes de execução das estruturas e acesso e do túnel de adução, são as seguintes:

- Plano de Fogo específico e adequado para cada área:

Anteriormente à implantação do túnel e realização de desmonte de rocha nas demais áreas a céu aberto, é necessária a elaboração dos respectivos planos de fogo. Considerando que cada situação de desmonte é única, os planos de fogo devem ser elaborados levando em consideração as condições geomecânicas específicas do maciço local, condições ambientais locais e ocupação do entorno (edificações a serem protegidas).

Os planos de fogo devem ser montados a partir da realização de testes in loco, com o respectivo monitoramento rigoroso dos efeitos, a diversas distâncias do local da detonação.

Os testes deverão ser iniciados com cargas mais leves, ajustando a potência de carga e as distâncias de avanço em função do comportamento geomecânico do maciço e dos efeitos de atenuação associados.

O plano de fogo subterrâneo deve apresentar um diagrama de fogo com a localização dos furos nas diferentes zonas do maciço. Usualmente, a sequência de detonação estabelecida no diagrama de fogo é a seguinte: pilão, alargamento (massa e auxiliares), sapateira (soleira) e contorno. Cada detonação deve ser devidamente planejada no plano de fogo e cadastrada usando modelo de cadastro de detonação proposto na NBR 9653:2018. A perfuração dos furos onde são inseridos os explosivos deve ser corretamente executada, a fim de refletir o espaçamento e a carga planejada no plano de fogo.

- Definição da carga máxima por espera considerando as edificações no entorno;

A definição da quantidade de explosivos, ou seja, a carga máxima por espera (Q) deve considerar o critério da distância horizontal (D) entre o ponto de medição (localizado na edificação mais próxima) e o ponto mais próximo da detonação, a fim de minimizar as vibrações induzidas ao terreno, de modo a não se exceder ao limite de velocidade de vibração da partícula ( $V_p$ ) de 50mm/s, conforme estabelecido na norma NBR 9653:2018, tendo em vista que as detonações (a céu aberto e subterrânea) a serem efetuadas na PCH Rodeio são de faixa de frequência acima de 40Hz.

- Uso de insumos e técnicas que minimizam a geração de ruídos (sobrepresão acústica);

Devem ser adotados, nos planos de fogo e durante as detonações, métodos e insumos que ocasionem menor geração de ruído (sobrepresão acústica), tais como:

- a) Deve haver controle rigoroso das massas de explosivo aplicadas, seguindo a definição do plano de fogo;
- b) Inclusão de número adequado de retardados e espaçadores, que acarretam uma operação mais onerosa, porém reduzem os níveis de vibração resultante, pois limitam a carga instantânea detonada.

- Uso de cobertura para evitar ultralanchamentos em áreas habitadas;

A NBR 9653:2018 estabelece em seu item 5.1 que o ultralanchamento (definido como o arremesso de fragmentos de rocha decorrente do desmonte com uso de explosivos) não deve ocorrer além da área de operação do empreendimento.

Assim sendo, a fim de controlar os ultralanchamentos devem ser utilizadas coberturas durante as detonações em áreas habitadas. Recomenda-se o uso de mantas de borracha feitas de

bandas de pneu, com estrutura de cabos de aço. Este tipo de manta permite a passagem do ar deslocado na detonação enquanto retém os fragmentos de rocha, sendo efetivo na contenção de ultralancamentos para detonações em pequenas áreas. As mantas devem ser posicionadas com uma pequena sobreposição entre si, evitando espaços livres entre as mantas, a fim de assegurar uma atuação efetiva no controle das detonações. As detonações a céu aberto na obra da PCH Rodeio serão cobertas com camada de 10 cm de material fino (areia ou solo) e acima da cobertura será posicionada mantas de borracha (Blastmat) com espessura de 30 centímetros.

Nos locais onde a área de detonação for muito extensa e a cobertura com mantas de borracha for inviável, deve-se realizar cobertura com uma camada de terra limpa de pelo menos 50 centímetros de altura.

- Definição do horário das detonações:

Conforme recomendado na NBR 9653:2018, horários pré-determinados de detonação devem ser estabelecidos e informados previamente à comunidade, e devem ser sinalizados por meio de sinal sonoro audível que não gere desconforto adicional. Sugere-se que as detonações coincidam com o horário de maior tráfego de veículos e pessoas e a realização das detonações a céu aberto nos seguintes horários: 07:00 as 12:00 e/ ou 13:00 às 18:00.

- Comunicação social adequada (Plano de Aviso de Detonação):

O Plano de Aviso de Detonação tem por objetivo manter um canal de comunicação aberto e contínuo entre o empreendimento e as comunidades da zona de influência das detonações. Esta comunicação servirá tanto para o fornecimento de informações à população a respeito da realização das detonações, seus impactos e implicações na vida da comunidade e as medidas de controle e monitoramento implantadas, quanto para ouvir sugestões e reclamações com relação a possíveis problemas que venham a ocorrer, subsidiando ações orientadas à mitigação dessas implicações.

As principais ações previstas no Plano de Aviso de Detonação, que estão alinhadas com os requisitos da NBR 9653:2018:

- 1) Realização de contatos individuais ou mesmo palestra / reunião antes do início da fase de detonação com moradores do entorno do empreendimento, a fim de:
  - a) Prestar esclarecimentos quanto ao andamento da obra, previsão de início e final das detonações/escavações;
  - b) Informar para a comunidade os procedimentos referentes às detonações tais como: aviso de detonação; horários de detonação com sinal sonoro audível que não gere desconforto adicional, conforme a NBR 9653:2018;

- c) Tranquilizar a população, deixando clara a diferença entre as vibrações perceptíveis e aquelas capazes de causar algum dano efetivo;
  - d) Divulgar a realização de monitoramento das vibrações e ruído, e as medidas para assegurar a integridade das edificações;
  - e) Divulgar os procedimentos de segurança necessários durante as detonações;
  - f) Divulgar o canal de comunicação a ser estabelecido para atendimento da comunidade.
- 2) Estabelecer um canal centralizado de comunicação com a comunidade, através de agente tecnicamente habilitado e familiarizado com as operações da obra, incluindo as seguintes atividades:
- a) Implantação de um sistema de informação à população quanto às atividades de desmonte, envolvendo aspectos tais como: sinalização, horário de detonação, procedimentos de segurança adotados e outros. Este sistema pode ser por meio de uma central de atendimento telefônico (ou outro meio como rede social, como por exemplo *Whatsapp*), cujo número deve ser adequadamente divulgado;
  - b) Estabelecimento de um registro de reclamações em formulário adequado, contendo pelo menos: nome e endereço do reclamante, horário, tipo de incômodo verificado, quais as providências tomadas pela empresa para minimizar os aspectos relativos ao objeto de reclamação e outras providências eventuais;
- 3) Elaboração de placas, cartazes e folhetos informativos contendo as informações sobre os dias e horários das detonações e os respectivos procedimentos de segurança implantados. O material informativo poderá ser distribuído a todas as residências e demais imóveis da zona de influência delimitada, com antecedência mínima de 01 (uma) semana do início das atividades de detonação no local;
- 4) Adicionalmente, poderá ocorrer divulgação das informações sobre as detonações em outros meios de comunicação, como carro de som, dentre outros, antes do início das atividades de detonação.
- 5) Instalação de placas informativas nas principais as vias públicas localizadas na área de influência, informando as datas e horários das detonações, e informando quando e quais vias terão seu fluxo interrompido durante as atividades de detonação.
- Evacuação das edificações próximas (eventual).

O uso de mantas para cobertura das detonações a céu aberto reduz significativamente o risco de ocorrência de ultralançamentos que possam prejudicar a segurança de pessoas ou edificações. Entretanto, a necessidade de evacuação das edificações mais próximas às áreas de detonação deve ser estudada em detalhe, uma vez que o plano de fogo seja elaborado para cada área de detonação. Devem ser levantadas as edificações que possuem risco de serem atingidas por ultralançamentos, e caso exista este risco, estas edificações devem ser

evacuadas com antecedência de pelo menos 30 minutos da detonação. A população evacuada deve ser orientada corretamente quanto aos procedimentos de segurança.

#### 10.11.4.2 Atividades de Monitoramento

Com vistas a avaliar os impactos dos níveis de ruído proveniente das obras, será realizado o monitoramento das vibrações e ruídos oriundos das detonações, a fim de verificar a influência desta atividade nos residentes, nas edificações circunvizinhas e na fauna do entorno do empreendimento. Os pontos de monitoramento são os destacados no mapa RDO-3C-DEEA-009 apresentado em anexo.

As medições de nível de pressão acústica deverão seguir as metodologias abordadas na NBR 10151/2000 e NBR 9653/2018. A instalação do sensor (microfone para ruídos e geofone para vibrações) deve estar sempre voltada para o local da detonação ou do ruído o qual se deseja monitorar. Deve ser evitado obstáculo natural ou artificial entre o local de ocorrência do ruído e o ponto de registro. Caso isso não possa ser evitado, recomenda-se que a distância horizontal entre o sensor e o obstáculo seja maior que a altura deste acima do sensor.

Quando a medição for executada junto ao limite da área de operação da obra, instalar o sensor no ponto onde presumivelmente deve ser atingido o maior valor de pico de pressão acústica. Quando apenas ou preferencialmente a pressão acústica for o objeto de monitoramento desejado, o nível de disparo desse canal deve ser baixo o suficiente para disparar a unidade pela pressão acústica proveniente da fonte que se deseja medir e suficientemente alto para minimizar a ocorrência de falsos disparos provocados por outras fontes (inclusive vento).

O tempo programado para captar e gravar um evento deve ser suficiente para registrar a totalidade da onda de vibração e da onda de pressão acústica, em um mesmo registro sismográfico.

#### 10.11.4.3 Medidas de Mitigação

Embora as medidas de controle e minimização dos ruídos e vibrações, pode ter risco de ocorrência de impactos; portanto, algumas medidas de mitigação podem vir a ser necessárias.

O objetivo do monitoramento da integridade das edificações é o acompanhamento de eventuais danos decorrentes das atividades de detonação que podem vir a ocorrer nos edifícios localizados na zona de influência da detonação dos túneis e áreas de desmonte a céu aberto. Este monitoramento é uma importante ferramenta que indica a real necessidade de mitigação de eventuais prejuízos materiais às edificações.

O monitoramento da integridade das edificações deve ser complementar às atividades de monitoramento de nível de pressão acústica e de vibrações.

Caso em monitoramento da integridade das edificações e vistoria cautelar posterior às obras se constate algum prejuízo/dano à edificação, em decorrência de não atendimento as normas

e aos limites estabelecidos na NBR 9653:2018 e realmente for constatada a responsabilidade da RODEIO ENERGÉTICA e/ou da empresa contratada, serão adotadas medidas com o intuito de sanar os eventuais prejuízos causados.

#### 10.11.4.4 Frequência do Monitoramento

Definiu-se que, durante a fase de execução das detonações a céu aberto, o monitoramento da pressão acústica deve ser realizado durante todas as detonações. Já para a fase de detonação no trecho subterrâneo, ao atingir determinada profundidade e distância dos imóveis e após avaliação da equipe técnica da empresa contratada, os monitoramentos poderão ser suspensos.

#### 10.11.5 Indicadores

- Níveis de ruídos, medidos em dB;
- Mapeamento dos níveis de ruído;
- Número de reclamações da vizinhança em função da execução da obra.

#### 10.11.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Serão elaborados relatórios semestrais contendo os dados das campanhas mensais.

#### 10.11.7 Equipe Técnica Envolvida

Deverão ser contratados profissionais habilitados para realização do monitoramento de ruídos.

#### 10.11.8 Correlação com Demais Programas

Este Programa tem correlação direta com o PAC, o Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental e o Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental.

#### 10.11.9 Base Legal e Normativa

- NBR 9.653/2018: Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas;
- NBR 10.151/2000: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento; e
- NBR 10.152/1987: Níveis de ruído para conforto acústico.

#### 10.11.10 Cronograma

Segue na próxima página.



Quadro 32 – Cronograma do Programa de Monitoramento dos Ruídos

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduitos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
Atividades do Programa	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
Fases da Operação	Monitoramento																								
	Relatórios																								
Atividades do Programa	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Monitoramento																								
	Relatórios																								

## **10.12 Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água Superficial**

### **10.12.1 Introdução**

A fase da implantação, com a construção das infraestruturas como ensecadeiras, barragem, circuito de geração e casa de força podem acarretar em alterações na qualidade da água em virtude do transporte de sedimentos, além da geração de efluentes e resíduos oriundos do canteiro de obras.

A formação de reservatórios provoca significativas modificações nas características físicas, químicas e bióticas originais do curso da água afetado, devido à mudança de um sistema lótico, o rio, para um sistema lêntico, formando o reservatório. Estas mudanças se iniciam com o enchimento do reservatório.

Observadas as alterações que ocorrerão e que podem ocorrer na qualidade da água, faz-se necessário o estudo destas características para a implantação deste programa, de modo a gerar subsídios para a adoção de medidas corretivas a serem aplicadas nos impactos evidenciados durante as fases de planejamento, implantação e operação da PCH.

Deverão ser definidos pontos amostrais, sendo um a montante do reservatório, um no reservatório, um ponto no trecho de vazão reduzida, e um após a casa de força, abrangendo assim os setores com potencial alteração na qualidade da água.

Para a realização do monitoramento, deverão ser abrangidos parâmetros físico-químicos e biológicos e a concentração de metais pesados no sedimento, além da contribuição de aporte de sedimentos a montante do reservatório, que será realizada trimestralmente na estação fluviométrica e sedimentométrica a ser instalada a montante do reservatório, para atendimento da Resolução Conjunta ANA/ANEEL Nº 003/2010 (Descrição no Programa de Monitoramento hidrossedimentológico).

Deverá ser calculado o IQA (Índice de Qualidade da água) e o IET (Índice de Estafo Trófico) em todos os pontos amostrais. Durante a fase de implantação e operação, deverão ser realizadas amostragens no reservatório, em três profundidades distintas: eufótica, afótica e anóxica (caso haja), além da determinação do IQAR (Índice de Qualidade da Água para Reservatórios), de ocorrência de estratificação térmica e/ou eutrofização.

### **10.12.2 Justificativa**

Este programa gerará subsídios para a adoção de medidas corretivas, em tempo hábil, caso sejam evidenciadas alterações na qualidade das águas deste manancial durante as fases de implantação e operação da PCH.

### 10.12.3 Objetivo

Especificamente, este programa pretende:

- Monitorar a qualidade das águas do rio Benedito antes, durante e após a implantação do empreendimento;
- Avaliar possíveis interferências nas comunidades aquáticas em função da implantação da PCH;
- Avaliar os parâmetros físicos, químicos e bióticos quanto aos limites estabelecidos segundo a classe do rio e de acordo com a legislação ambiental vigente;
- Identificar possíveis focos de poluição, localizados na rede de drenagem que aflui para o reservatório;
- Realizar o monitoramento da proliferação de macrófitas aquáticas no reservatório.

### 10.12.4 Materiais e Métodos

#### 10.12.4.1 Subprograma de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água Superficial

Este programa de periodicidade trimestral terá início antes das atividades de mobilização das obras civis, com a realização de uma campanha de monitoramento, prosseguindo durante o período de implantação do empreendimento.

Nos primeiros 4 anos da fase de operação serão realizadas campanhas também trimestrais e, após este período, com periodicidade semestral.

Os parâmetros analisados no reservatório serão realizados em três níveis de profundidade: superfície, zona eufótica e zona anóxica (caso esta exista, dado a pequena profundidade do reservatório).

A rede amostral estabelecida para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas foi definida considerando a abrangência da PCH neste corpo hídrico, bem como os diferentes focos com potencial poluidor na área de influência do empreendimento. Esta rede amostral consistirá de 04 (quatro) pontos, sendo um a montante do reservatório, um no reservatório, um no trecho de vazão reduzida e um à jusante da casa força, conforme desenho RDO-3C-DEEA-005, apresentado no Anexo C – Caderno de Desenhos do RDPA.

Considerando o cronograma de implantação da PCH Rodeio de 20 meses, prevê-se a realização de 07 (sete) campanhas de monitoramento durante a fase de implantação, sendo: 01 (uma) antes das mobilizações das obras civis e 06 (seis) durante a implantação da PCH.

O monitoramento na fase operação será trimestral nos 4 primeiros anos, passando a semestral a partir do quinto ano de operação da PCH, caso seja viável em relação aos resultados e acordado com o IMA, sendo as campanhas no verão e inverno de cada ano.

Os parâmetros analisados seguirão os métodos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) e obedecerão aos itens descritos na Resolução CONAMA Nº 357/2005 para rios de classe 2.

As amostras de água serão coletadas com auxílio de garrafa Van Dorn e encaminhadas para laboratório, onde serão analisadas segundo os métodos supracitados. Salienta-se que o laboratório utilizado será certificado pela Instituto do Meio Ambiente – IMA-SC. No momento da coleta serão medidas a temperatura e a transparência, utilizando-se termômetro e disco de Secchi, respectivamente. Após o enchimento do reservatório, as coletas no corpo do reservatório compreenderão três profundidades (zona eufótica, afótica e profunda).

Os parâmetros a serem analisados nas campanhas estão descritos na Tabela a seguir.

Tabela 8 – Parâmetros Limnológicos e de Qualidade de Água

Parâmetros	Parâmetros
Local/Coordenadas	Nitritos
Hora	Nitratos
Condição do Tempo	Nitrogênio Amoniacal
Profundidade da Coleta	Nitrogênio Total
Transparência da água	Óleos e Graxas
Temperatura Ambiente	Oxigênio Dissolvido
Temperatura da Água	pH
Alumino Dissolvido	Potássio
Cobre Dissolvido	Sólidos Totais
Condutividade	Sólidos Dissolvidos Totais
Cor verdadeira	Sólidos Suspensos Totais
Fenóis	Turbidez
DBO	Alcalinidade Total
DQO	Clorofila-a
Ferro Dissolvido Total	Coliformes Totais
Chumbo	Coliformes Termotolerantes
Cádmio	Fitoplâncton
Manganês	Índice de Diversidade
Cálcio	Índice de Equitabilidade
Cloreto Total	Invertebrados Bentônicos
Sulfato Total	Zooplanktons
Fósforo total	Densidade de Cianobactérias
Magnésio	IQA - BMWP

A avaliação dos resultados dar-se-á por meio da comparação entre os resultados laboratoriais e os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 para cada parâmetro avaliado.

Além da realização das análises, será realizada a classificação da água por dois métodos, o IQA (Índice de Qualidade das Águas), que utiliza alguns dos parâmetros físico-químicos analisados para o cálculo e o BMWP, que se baseia na ocorrência de famílias de macro-

invertebrados aquáticos, buscando verificar possíveis alterações causadas pela implantação deste empreendimento.

O cálculo do IQAR utilizará a metodologia desenvolvida pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), na qual os reservatórios podem ser classificados, de acordo com seus níveis de comprometimento, em seis classes de qualidade de água, que vão desde “Não a muito pouco degradado” (Classe 1) até “Extremamente Poluído” (Classe 6). Além disso deverá ser realizado o Índice da Comunidade Fictoplanctônica (ICF).

Deverá também ser avaliado o Índice do Estado Trófico (IET) do reservatório, pois este índice tem por finalidade classificar corpos d’água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

Além da análise dos parâmetros o programa deverá evidenciar possíveis fontes poluidoras na área de drenagem do reservatório.

### **Fitoplâncton e Zooplâncton**

As amostragens da comunidade fitoplanctônica serão realizadas à subsuperfície, utilizando-se garrafa de Van Dorn. As amostras serão fixadas com lugol acético e guardadas no escuro até o momento da identificação e contagem dos organismos.

Paralelamente, serão efetuadas coletas com rede de plâncton de 15 $\mu$ m de abertura de malha, com a finalidade de concentrar o material fitoplanctônico, visando facilitar o estudo taxonômico. Essas amostras serão fixadas com solução de Transeau, segundo Bicudo & Menezes (2006).

As amostras de zooplâncton serão coletadas com auxílio de uma moto-bomba filtrando-se 1000 litros de água por amostra nas estações lóticas, e 600 litros nas estações do corpo central do reservatório, em uma rede de plâncton de 63 $\mu$  de abertura de malha. O material coletado será acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

Análise em laboratório:

O estudo taxonômico e quantitativo do fitoplâncton usará microscópio invertido (Carl Zeiss – modelo Axiovert 135), com aumento de 400X. A densidade fitoplanctônica será estimada segundo o método de Utermöhl (1958) com prévia sedimentação da amostra e será calculada de acordo com APHA (1995). O resultado será expresso em indivíduos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por mililitro.

A biomassa fitoplanctônica será estimada por biovolume, multiplicando-se os valores de densidade de cada espécie pelo volume médio de suas células, considerando-se as dimensões médias das espécies mais abundantes. O volume de cada célula será calculado a

partir de modelos geométricos aproximados à forma dos indivíduos, como esferas, cilindros, cones, paralelepípedos, pirâmides, elipses e outros (Edler, 1979; Wetzel & Likens, 2000).

A abundância zooplancônica será determinada a partir da contagem das amostras em câmaras de Sedwigck-Rafter, sob microscópio ótico.

O número de espécies presentes em cada amostra será considerado como riqueza de espécies. Para a determinação da riqueza de espécies fitoplanctônicas serão utilizadas somente as amostras quantitativas. A exclusão das amostras qualitativas ou de rede, para esta análise, justifica-se pelo fato das mesmas serem seletivas e, portanto, não representarem de maneira fidedigna esse atributo da comunidade.

- Invertebrados Bentônicos

As amostras do substrato serão recolhidas com auxílio de um pegador tipo *Petersen*, modificado para amostragem benthica ou *suber*, de acordo com o tipo de substrato de fundo e profundidade. Em cada ponto de amostragem serão coletadas três amostras para estudo biológico e uma para análise sedimentológica.

As amostras serão pré-triadas em um jogo de peneiras com abertura de malha de 2; 1; 0,5 e 0,2 mm. Os invertebrados retirados nas duas primeiras malhas serão fixados em álcool 70% GL e o sedimento retido nas duas últimas peneiras será fixado em formol 4% e neutralizado com carbonato de cálcio.

A triagem, contagem e identificação dos organismos serão feitas em laboratório com microscópio estereoscópio. A identificação taxonômica dos organismos será feita com auxílio de chaves dicotômicas e comparação de pranchas ilustrativas, ao menor nível taxonômico possível.

A escala de Wentworth (1922) será utilizada para análise sedimentológica (textura granulométrica do sedimento). O teor de matéria orgânica do sedimento de fundo será obtido pela calcificação de uma subamostra em mufla à temperatura de 550°C por quatro horas.

- Monitoramento e controle das Macrófitas

Embora as macrófitas aquáticas apresentem função ecológica, formando micro-habitats e outras condições ambientais favoráveis às comunidades aquáticas, o seu aumento populacional eleva a DBO, comprometendo os níveis de oxigênio dissolvido que é compartilhado pelos demais elementos da cadeia trófica deste ambiente aquático, acelerando, por sua vez, o aumento da retenção de alguns nutrientes e sedimentos aportados pelas chuvas.

A taxa de crescimento das macrófitas aquáticas varia com as condições climáticas, quantidade de nutrientes e condições de misturas do reservatório.

Elevados níveis populacionais destes vegetais promovem a eutrofização do reservatório, diminuindo sua “vida útil” para fins hidroenergéticos. Portanto, seu monitoramento e manejo são fundamentais para a longevidade do empreendimento, bem como para manutenção de níveis compatíveis com o equilíbrio dinâmico das comunidades aquáticas.

As macrófitas aquáticas também serão monitoradas em vistorias no reservatório. Identificadas as áreas de ocorrência desses vegetais, a água circundante será caracterizada pela análise de OD, fósforo e nitrogênio. Além disso, serão estimadas as áreas cobertas e efetuadas coletas específicas para identificar as espécies presentes.

A equipe embarcada para verificar a existência de bancos de macrófitas deverá proceder à retirada destes vegetais e, após, enterrá-los em algum ponto localizado no canteiro de obras, em local a ser definido.

#### 10.12.5 Indicadores

Os indicadores deste programa serão diretamente os resultados das campanhas de monitoramento através das análises dos parâmetros medidos.

#### 10.12.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Os resultados das análises serão apresentados ao empreendedor e ao órgão ambiental competente sob a forma de relatórios técnicos, conforme segue:

- Relatório Semestral (parcial) – Estes relatórios devem relacionar todas as atividades realizadas em cada campanha (trimestrais), as análises laboratoriais e as interpretações pertinentes.
- Relatório Final – Este relatório deve apresentar as correlações entre as variáveis analisadas, a evolução dos dados ao longo do tempo e a inter-relação entre as informações limnológicas e físico-químicas diagnosticadas, bem como as características climatológicas e hidrológicas preponderantes nas campanhas, especialmente quanto à influência da precipitação pluviométrica e das vazões afluentes sobre os parâmetros limnológicos avaliados.

#### 10.12.7 Equipe Técnica Envolvida

A equipe técnica para execução deste programa será composta por profissionais da área ambiental (engenheiros sanitarista, químicos e biólogos, além de técnicos das respectivas áreas mencionadas) que deverão realizar coletas e análises trimestrais.



#### 10.12.8 Correlação com Demais Programas

Este Programa relaciona-se com a grande maioria dos demais Programas, mas mais diretamente com o Programa de Supressão da Vegetação, Programa de Implantação da Faixa Ciliar, Programa de Recuperação das Áreas Degradadas, Programa de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos e Efluentes, Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna, Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna Terrestre e Semi-Aquática, Programa de Monitoramento da Estabilidade de Taludes e Processo Erosivos, Programa Ambiental de Construção e com o Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental.

#### 10.12.9 Base Legal e Normativa

O presente Programa se baseia na seguinte base legal:

Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

Resolução CONAMA nº 274/2000, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras;

Resolução CONAMA nº 357/2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;

Resolução Conjunta ANA/ANEEL 003/2010, que estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos, e dar outras providências;

NBR 9897/1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores;

NBR9898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores;

CETESB/ANA (2011) – Guia nacional de coleta e preservação de amostras;

CETESB – Índices de Qualidade das Águas;

CETESB, Norma Técnica L5.303 – Fitoplâncton de água doce – métodos qualitativo e quantitativo; e

CETESB, Norma Técnica L5.304 – Zooplâncton de água doce – métodos qualitativo e quantitativo;

APHA (2012) – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22<sup>nd</sup> ed; e

IN 44 – IMA, licenciamento ambiental de hidrelétricas.

10.12.10      Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 33 – Cronograma do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água Superficial

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Condutos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
	Monitoramento (Campanhas de Campo)																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Monitoramento																								
	Relatórios																								

## **10.13 Programa de Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas**

### **10.13.1 Introdução**

Como se tem um reservatório de dimensões muito pequenas, com extensão de apenas 174,9 metros, também por se tratar de área urbana, sendo a área abastecida pela rede da CASAN, onde não há poços de captação, além disso, por estar situado em uma região de baixa potencialidade de aquíferos (afloramento de rocha neste trecho), e por fim, como mostrado nos estudos de remanso, a área de influência do barramento, de baixa altura e comprimento, sobre os NAs na região do reservatório, é muito pequena em comparação com o rio natural, sendo assim não acredita-se na possibilidade de impactos significativos sobre as águas subterrâneas.

Com a alteração do arranjo do Projeto Executivo, o reservatório reduziu de 0,59 hectares para 0,19 hectares. Portanto, para o monitoramento da qualidade da água subterrânea, foi indicado apenas um ponto na margem direita e o outro ponto de monitoramento foi realocado para próximo da casa de força subterrânea, para avaliar se há interferência dessa estrutura na qualidade da água subterrânea e no nível do lençol freático.

### **10.13.2 Justificativa**

Se faz necessária a análise do impacto do nível do lençol freático na região de influência do reservatório e da casa de força subterrânea a serem implantados, tanto para questão de estabilidade dos taludes, quanto para qualidade de água de poços na região que utilizam como abastecimento.

### **10.13.3 Objetivo**

O programa tem 2 principais objetivos, conforme já descrito na justificativa, os quais são:

- Monitorar a variação do nível do lençol freático antes e após o enchimento do reservatório e do circuito hidráulico, e verificar o impacto na estabilidade dos taludes e poços da região da ADA;
- Avaliar a qualidade da água antes e após o enchimento do reservatório e do circuito hidráulico, principalmente quanto a potabilidade, e verificar a influência deste em poços de abastecimento da região da ADA.

### **10.13.4 Materiais e Métodos**

A primeira etapa deste Programa será a instalação de 2 piezômetros (localização no desenho RDO-3C-DEEA-005 do Caderno de Desenhos), sendo que estes piezômetros terão cada um seu RN, locados pela equipe de topografia, a fim de determinar a cota (nível) da lâmina de

água. Estes Piezômetros também servirão para coleta da água subterrânea, a fim de análise de sua qualidade, principalmente quanto a potabilidade.

A função dos piezômetros é fornecer a carga de pressão no ponto em que foi instalado. Conhecida a carga de pressão, calcula-se a carga total naquele ponto, que é a cota de instalação mais a coluna de água sobre o mesmo. São comumente utilizados dois tipos de piezômetros: stand pipe (ou Casagrande) e elétrico de corda vibrante. Em ambos os casos, o valor de leitura fornecido é a cota piezométrica, que é a soma da carga de elevação mais a carga de pressão no ponto de instalação. Ou seja, é fornecida a carga total no ponto de instalação, em relação ao nível do mar.

O piezômetro stand pipe é um piezômetro de “tubo aberto”. Ele é constituído de um bulbo, instalado no local onde se pretende medir a carga de pressão, e um tubo que liga o bulbo até o local onde será feita a leitura. O bulbo é instalado em um furo de sondagem previamente limpo. Ao redor do bulbo normalmente é colocada uma camada de areia. Sobre a camada de areia, há um selo de bentonita ou solo-cimento, para isolar o bulbo. O resto do furo de sondagem é preenchido com o solo natural. Os piezômetros stand pipe são instrumentos de fácil confecção e instalação, alta durabilidade e confiabilidade. A leitura do instrumento normalmente é feita com um fio elétrico, que é uma trena com uma ponteira elétrica que emite som assim que entrar em contato com a água. Dessa forma, mede-se a distância entre a boca do tubo e o nível de água. Como a distância entre o bulbo e a boca do tubo é conhecida, por subtração encontra-se a altura de coluna de água sobre o bulbo. De posse da altura de coluna de água sobre o ponto de instalação, soma-se a mesma à cota de instalação, obtendo-se a cota piezométrica, em metros sobre o nível do mar. A cota piezométrica é a carga hidráulica total no ponto, em relação ao nível do mar.

O piezômetro também possibilitará a coleta de amostras para realizar a análise da qualidade da água, principalmente quanto a caracterização das águas subterrâneas e potabilidade. Os parâmetros são apresentados a seguir.

Quadro 34 – Parâmetros de Qualidade de Água Subterrânea

N	Parâmetros
1	Alcalinidade Total – $\text{CaCO}_3$ (mg/l)
2	Bicarbonatos – $\text{HCO}_3$ (mg/l)
3	Cálcio – Ca (mg/l)
4	Carbonatos – $\text{CO}_3$ (mg/l)
5	Cloretos – Cl (mg/l)
6	Condutividade (mS/cm) à 25°C
7	Cor (uH)
8	Dióxido de Carbono livre – $\text{CO}_2$ (mg/l)
9	Dureza total – $\text{CaCO}_3$ (mg/l)
10	Ferro total – Fe (mg/l)
11	Fluoretos – F (mg/l)

N	Parâmetros
12	Fosfatos – PO <sub>4</sub> (mg/l)
13	Hidróxidos – OH (mg/l)
14	Magnésio – Mg (mg/l)
15	Manganês – Mn (mg/L)
16	Nitratos – N-NO <sub>3</sub> (mg/L)
17	Nitritos – N-NO <sub>2</sub> (mg/l)
18	Odor
19	pH
20	Potássio – K (mg/l)
21	Sílica dissolvida – SiO <sub>2</sub> (mg/l)
22	Sódio – Na (mg/l)
23	Sólidos dissolvidos totais (mg/l)
24	Sólidos totais à 103°C (mg/l)
25	Sulfatos – SO <sub>4</sub> (mg/l)
26	Turbidez (UT)
27	Balanço iônico ( $\Sigma$ cátions e $\Sigma$ ânions)
28	DBI (%)
29	DQO
30	Coliformes Termotolerantes
31	Coliformes Totais

A periodicidade das análises de qualidade de água subterrânea será semestral, iniciando antes do início das obras. Após 2 anos de formação do reservatório, caso não haja influência do empreendimento sobre a qualidade das águas subterrâneas recomenda-se a eliminação da análise de qualidade da água, ficando apenas a análise do nível do lençol freático.

A periodicidade de análise do nível do lençol freático será mensal desde o início da instalação dos piezômetros, que serão instalados no mês anterior ao início das obras.

#### 10.13.5 Indicadores

Os indicadores são os parâmetros de análise de qualidade de água e nível do lençol freático, os quais serão avaliadas pela equipe responsável pelo programa.

#### 10.13.6 Emissão de Relatórios

Os resultados das análises serão apresentados ao empreendedor e ao órgão ambiental competente sob a forma de relatórios técnicos, conforme segue:

- Relatório Semestral (parcial) – Estes relatórios devem relacionar todas as atividades realizadas em cada campanha (trimestrais), as análises laboratoriais e as interpretações pertinentes, assim como os níveis levantados do lençol freático.

- Relatório Anuais – Este relatório deve apresentar as correlações entre as variáveis analisadas, a evolução dos dados ao longo do tempo e a inter-relação entre as informações de qualidade de água e nível do lençol freático diagnosticadas.

#### 10.13.7 Equipe Técnica Envolvida

O Programa exige um coordenador que deve ser um engenheiro geólogo especialista em recursos hídricos subterrâneos (hidrogeologia), o qual deve gerenciar a contratação da empresa que instalará os piezômetros e medirá os níveis do lençol freático, além da equipe de topografia que instalará os RNs, por fim a coleta e envio das amostras de qualidade da água ao laboratório.

#### 10.13.8 Correlação com Demais Programas

Este Programa relaciona-se com o Programa de Monitoramento da Estabilidade de Taludes e Processo Erosivos, Programa de Monitoramento limnológico e da Qualidade de Água Superficial, Programa Ambiental de Construção e com o Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental.

#### 10.13.9 Base Legal Normativa

Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de Setembro de 2017 – Padrões de potabilidade de Água

ABNT NBR 12212:2006 Poço tubular – Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea

ABNT NBR 12244:2006 Poço tubular – Construção de poço tubular para captação de água subterrânea.

MANUAL TÉCNICO DE OUTORGA – SUDERHSA Estabelece os critérios para outorga dos recursos hídricos.

NORMA CETESB 6410:1988 Amostragem e Monitoramento das águas Subterrâneas.  
RESOLUÇÃO CNRH N.º 15/2001 Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 2005  
Referência norte-americana para análises de qualidade de água e de águas residuárias.

#### 10.13.10 Cronograma

Segue na próxima página.



Quadro 35 – Cronograma do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade de Água Subterrânea

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Conduto Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Planejamento e Contratação da Equipe																								
	Monitoramento da Qualidade da Água																								
	Monitoramento Nível do Lençol Freático																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Monitoramento Nível do Lençol Freático																								
	Monitoramento da Qualidade da Água e Relatórios																								

#### **10.14 Plano Ambiental de Conservação e Uso no Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA)**

A Licença Ambiental de Instalação – LAI nº 7529/2021, traz entre os programas elencados o Plano Ambiental de Conservação e Uso no Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA), com o objetivo de conciliar o uso antrópico da área do entorno, já bem consolidado na região da PCH Rodeio com as normas operativas do empreendimento, com a conservação ambiental e melhoria dos ecossistemas locais.

A proposta de PACUERA da PCH Rodeio deverá ser apresentada na formalização do pedido de LAO, elencando os aspectos metodológicos que nortearam sua elaboração, descrevendo o processo de planejamento e incorporando elementos do Diagnóstico Ambiental e do Prognóstico de Impactos Ambientais que têm implicação direta na conservação do entorno do reservatório. O documento apresentará uma proposta de zoneamento do entorno, com diretrizes que deverão ser apresentadas e discutidas com a comunidade e os órgãos públicos e privados envolvidos no processo. Para tanto, deverá ser realizada consulta pública a ser agendada e adequadamente divulgada, de acordo com regras específicas para tal. Por fim, o documento incorpora propostas de ações visando a implantação deste zoneamento.

É importante destacar que o PACUERA é um documento em processo de elaboração até sua aprovação pelo IMA. Cabe salientar também, que com a alteração do arranjo do Projeto Executivo, a área total do reservatório reduziu de 0,59 hectares para 0,19 hectares.

Atualmente o PACUERA está em fase de planejamento, em que serão apresentadas as ações que deverão ser promovidas, proposta de zoneamento, bem como metodologias e mapeamento propostos.

## **10.15 Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico**

### **10.15.1 Introdução**

Com a implantação de um barramento, especialmente no que tange a destinação para geração de energia, há alterações no transporte de sólidos. Isso porque, à montante da barragem a tendência é a deposição de material sólido arrastado na área de remanso do reservatório, enquanto os sedimentos em suspensão tendem a depositarem-se no “Pé do barramento” ou arrastados pelas águas descarregadas pelas comportas.

Em contrapartida, pelo fato de a carga de sedimentos ser depositada a montante do barramento, à jusante o rio tenderá a ter redução de carga. Com isso, associado a retomada de velocidade das águas, poderá ocorrer a erosão das margens do rio em locais onde não há vegetação ciliar para proteção, processo conhecido como “erosão branca”.

### **10.15.2 Justificativa**

É fundamental o conhecimento e controle da sedimentologia da área do empreendimento, no que tange níveis à montante, no canal e à jusante do barramento, pois trata-se de um risco potencial ao empreendimento e as soluções poderão demandar custos altos quando não avaliada e conduzida de modo a evitar impactos desencadeados.

O transporte excessivo de sedimentos para o reservatório pode representar sérios riscos ao empreendimento, além de interferir na qualidade da água e nos ecossistemas aquáticos. No caso de sedimentos de maior diâmetro, estes podem ocasionar abrasão nas pás da turbina, reduzindo drasticamente sua vida útil.

As soluções para possíveis danos e impactos uma vez instalados, poderão demandar custos e atividades que poderiam ser evitadas, como por exemplo, dragagens periódicas para o desassoreamento do reservatório, que demanda de projetos ambientais para autorizações, paralisação de parte ou de toda a geração de energia gastos com a operação da atividade, sem contar a possibilidade de ter de arcar com custos de contratos de garantias de fornecimento de energia.

Pela complexidade do processo sedimentológico, a estimativa de sua deposição não é precisa. O Programa de monitoramento no reservatório fornecerá elementos e medidas de controle que poderão ser reavaliadas ao longo do tempo de vida útil do mesmo.

A Resolução Conjunta da ANEEL e ANA Nº 003/2010 estabelece que em todos os aproveitamentos hidroelétricos, os concessionários e os autorizados, são obrigados a instalar, manter e operar estações fluviométricas e pluviométricas.

O número de estações a serem instaladas é definido de acordo com a área de drenagem incremental de cada aproveitamento. De acordo com a resolução ANEEL nº 003/2010, para

área incremental entre 0 e 500 km<sup>2</sup>, deverá ser instalada apenas uma estação fluviométrica, caso da PCH Rodeio.

#### 10.15.3 Objetivo

O presente subprograma tem por objetivo o monitoramento das cargas de sedimentos transportadas e descarregadas no reservatório e à jusante do barramento, visando avaliar o processo de assoreamento do reservatório e propor medidas mitigadoras e de controle. Para tanto, objetiva-se a realização de campanhas periódicas de medição de descargas sólidas e líquidas.

#### 10.15.4 Materiais e Métodos

O monitoramento hidrossedimentológico deverá englobar atividades de medições de nível do reservatório, medições líquidas e de sólidos, tendo em vista a segurança do empreendimento e a prevenção de danos ambientais.

Tanto na fase de implantação como de operação, deverá ser realizada uma medição de descarga líquida e uma medição de descarga sólida em suspensão trimestralmente. Nestas campanhas também deverá ser coletado material de leito para verificação da granulometria dos sedimentos depositados.

Nas medições de descarga líquida poderá ser empregado molinete hidrométrico do modelo MLN-7 com contador de pulsos JCTM CPD - 10, acoplado a lastros de 15, 25 ou 35 kg, de acordo com a velocidade da água e suspensos por guincho hidrométrico e a medição realizada do tipo embarcado, com cabo estendido, ou a vau, com haste de medição.

O processo das medições poderá ser realizado pelo método detalhado e os cálculos realizados pelo método de seção média.

As medições de descarga sólida poderão realizadas pelo método de integração vertical e o método de amostragem realizado pelo igual incremento de largura (EWI – Equal Width Increment), que requer um volume de amostra proporcional à vazão em cada uma das várias verticais espaçadas igualmente ao longo da seção transversal.

Em posições alternadas nas verticais de amostragem de sedimento em suspensão (posições de igual incremento de largura) é efetuada amostragem de sedimento do leito.

As amostras coletadas para a obtenção do valor da descarga sólida deverão ser enviadas ao laboratório para análise, sendo que as amostras de sedimento de leito (material de fundo) sofrerão análise granulométrica por processo de peneiramento e as amostras de sedimento em suspensão terão sua concentração determinada.

A determinação da concentração de sedimento na amostra (mg/l) será feita por filtração em filtros milipore ou por evaporação, conforme a quantidade de sedimento na amostra, devendo toda a amostra ser analisada, não sendo permitida a bipartição da amostra.

Quando ocorrer quantidade suficiente de sedimento na amostra, será feita a análise pelo método do tubo de remoção pela base, que permitirá o traçado da curva granulométrica do material em suspensão.

O processo utilizado para obtenção da descarga sólida total será o método simplificado de Colby (1957).

É planejada a realização de um protocolo de ação de emergência na leitura limnimétrica (mudança da periodicidade), caso ocorra modificação extrema das condições de vazão hídrica do rio por certo período, como escassez hídrica ou incremento anormal da pluviosidade.

Prevê-se o cálculo da curva-chave de transporte de sedimentos das estações, pelo menos através de método gráfico. Este procedimento servirá de base para a avaliação controlada das medições de descarga e a notação de anormalidades – erros grosseiros.

### ***Medidas preventivas e de controle***

Para prevenir problemas relativos aos sedimentos, é importante tomar as seguintes medidas:

- controlar resíduos, em especial os provenientes da construção civil;
- remover ou desmontar blocos de rocha que se apresentem em posição perigosa, sujeitos a queda ou tombamento;
- implantar sistema de drenagem adequado no canteiro de obras;
- conter erosões de quaisquer tipos e origem.

### ***Estações Hidrossedimentológicas***

A instalação de estações hidrossedimentológicas deverá estar de acordo com a Resolução conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010, a qual estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas, visando o monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos.

Segundo critério estabelecido na Resolução 003/2010, o quantitativo de estações hidrológicas a implantar, bem como o tipo de instalação a implementar, dependem da extensão da área de drenagem incremental do empreendimento. Entende-se como área de drenagem incremental a diferença entre a área de drenagem do aproveitamento e o somatório das áreas

de drenagem de outros aproveitamentos outorgados localizados imediatamente à montante (Resolução ANA/ANEEL nº 03/2010).

A PCH Rodeio apresenta área incremental inferior a 500,00 km<sup>2</sup>. Logo, a Resolução ANA/ANEEL nº 03/2010 define como necessário, pelo menos, 01 ponto de monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico e sedimentométrico.

A localização da estação proposta a montante do reservatório encontra-se no RDO-3C-DEEA-007 em anexo.

#### 10.15.5 Indicadores

Os indicadores deste programa serão diretamente os resultados das campanhas de monitoramento através das análises dos parâmetros medidos.

#### 10.15.6 Emissão de relatórios

Os relatórios serão gerados semestralmente com base nas campanhas de medições trimestrais, contendo breve relato sobre as atividades desenvolvidas no período, as condições no momento das medições, bem como os dados brutos obtidos e informações importantes sobre o transporte de sólidos.

Na ocorrência de números discrepantes deverá ser comunicada ao empreendedor, para que possam ser adotadas medidas imediatas visando a mitigação e controle de processo causador desta alteração.

Ao final de cada etapa (implantação e operação – 2 em 2 anos), será elaborado um relatório técnico contendo a análise dos dados acumulados até o momento. Serão, então, avaliados os resultados obtidos e propostas medidas caso necessário.

O relatório será composto de:

- Descrição dos procedimentos utilizados nos levantamentos;
- Tabela resumo das medições de descarga líquida;
- Tabela resumo das medições de descarga sólida;
- Tabela com os resultados dos ensaios sedimentométricos;
- Cálculo das medições de descarga líquida;
- Cálculo das medições de descarga sólida total pelo método de Colby;
- Análise granulométrica do material de leito;
- Observações limnimétricas das estações;
- Ficha de inspeção das estações.

#### 10.15.7 Equipe Técnica Envolvida

Será contratada uma empresa terceiriza especialista em medições de descargas sólidas e líquidas, transmissão de dados à ANA e consolidação e consistência dos dados hidrométricos, a fim de atender os critérios estabelecidos pela ANA para atendimento da Res. Conjunta ANA/ANEEL nº 003/2010.

A partir desses dados medidos pela empresa terceirizada um engenheiro de Recursos Hídricos irá elaborar os relatórios e propor, caso necessário, as medidas necessárias.

#### 10.15.8 Correlação com Demais Programas

Este Programa relaciona-se com o Programa de Monitoramento da Estabilidade de Taludes e Processo Erosivos, Programa de Monitoramento limnológico e da Qualidade de Água Superficial, Programa Ambiental de Construção e com o Programa de Supervisão e Gerenciamento Ambiental.

#### 10.15.9 Base legal e Normativa

O presente Programa se baseia na seguinte base legal:

- Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Res. Conjunta ANA/ANEEL nº 003/2010.

#### 10.15.10 Cronograma

Segue na próxima página.



Quadro 36 – Cronograma do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Condutos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
	Monitoramento																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Monitoramento																								
	Relatórios																								

## **10.16 Programa de Monitoramento da Estabilidade dos Taludes e Processos Erosivos**

### **10.16.1 Introdução**

Na construção da PCH, diversos serviços podem intensificar processos erosivos, tais como a supressão de vegetação e limpeza do terreno, formação do reservatório, as atividades de movimentação de terra, implantação de canteiros de obras, barramento, casa de força, circuito de geração, entre outros.

### **10.16.2 Justificativa**

Para a implantação do empreendimento, serão necessários serviços de alto potencial erosivo, como a movimentação de solo e a exploração de rochas em áreas cobertas de vegetação.

No Estudo Ambiental Simplificado (EAS), foi diagnosticado que as estruturas da PCH se encontram em solo caracterizado como cambissolo háplico, que é significativamente susceptível à erosão. Portanto, em função do alto potencial erosivo dos serviços da obra, bem como da característica pedológica local, faz-se necessário o monitoramento da estabilidade dos taludes na área influenciada diretamente pelo empreendimento.

Para avaliar as áreas susceptíveis a erosão, foram aplicados três critérios principais: solo, declividade e uso e ocupação do solo. A declividade foi avaliada com base na classificação estabelecida pela EMBRAPA (1979), considerando os dados de topografia e do Modelo Digital de Terreno da SDS-SC (2010), apresentada nos desenhos RDO-3C-DEEA-012 e RDO-3C-DEEA-011 respectivamente. O mapa de Uso e Ocupação do Solo é apresentado no Des. RDO-3C-DEEA-014.

A partir da síntese e cruzamento das classes de erodibilidade baseadas nos critérios adotados e da classificação com base na literatura, foi possível identificar as áreas susceptíveis à erosão no entorno do arranjo. O desenho RDO-3C-DEEA-016 apresenta a distribuição espacial das áreas e sua classificação quanto ao potencial risco de erosão.

### **10.16.3 Objetivo**

O Programa em questão tem como objetivo o monitoramento dos taludes, visando:

- Mapear e caracterizar a estabilidade das encostas;
- Mapear e caracterizar os pontos com maior instabilidade dos taludes;
- Identificar e caracterizar os agentes e causas existentes e potenciais dos processos de instabilidade;
- Definir e implantar medidas de monitoramento e prevenção da instabilidade de massa;
- e

- Implantar estruturas de contenção de encostas, quando necessário, em casos de instabilidade de massas.

#### 10.16.4 Materiais e Métodos

##### 10.16.4.1 Monitoramento das Encostas Marginais do Reservatório

Inicialmente, deverão ser feitos os levantamentos de campo de superfície, com enfoque nas áreas de maior criticidade. O mapeamento de campo envolverá, principalmente, levantamentos fotográficos e observações de campo, visando a identificação de feições de instabilidade. Tais feições podem ser caracterizadas por quedas de blocos, sinais de processos erosivos, solapamentos de margens, escorregamentos, além de surgência de água, entre outros. No quadro a seguir, são apresentados os principais indicadores dos processos e possíveis parâmetros de mensuração. Tais dados serão utilizados para os estudos de prevenção e medidas de contenção adequadas para cada ponto crítico.

Quadro 37 – Processos de Instabilidade

Processo de Instabilidade	Indicadores	Parâmetros
Erosão pela Água	Feições erosivas (sulcos, ravinas, voçorocas)	Comprimento, largura e profundidade (m)
		Área afetada (m <sup>2</sup> ou há)
		Profundidade do NA aflorante (cm, m)
Movimentos de Massa	Feições de massas movimentadas (rastejos, escorregamentos, quedas de blocos, corridas de fluxo)	Geometria
		Volume (m <sup>3</sup> )
		Grau de Saturação (%)
		Número e tamanho de blocos instáveis
	Feições de massas em movimentação (trincas, degraus, embarrigamentos, árvores inclinadas)	Comprimento e largura de trincas (cm, m)
		Presença e altura de degraus (cm), inclinação (% ou graus)
		Grau de Saturação (%)
		Números/m <sup>2</sup> ou ha
Deposição de sedimentos ou partículas	Dimensão do assoreamento	Classificação do material (argila, silte, areia, detritos)
		Volume do depósito (m <sup>3</sup> )
		Área ocupada no corpo d'água (m <sup>2</sup> ou ha)
		Área ocupada na zona de inundação (ha)

Fonte: modificado de Bitar (1997)

Para o monitoramento, deverão ser realizadas inspeções periódicas enfocadas nos pontos identificados com maior susceptibilidade à erosão e à movimentação de massa nos taludes marginais ao reservatório e nas encostas a jusante do barramento. Tais inspeções devem, ainda, ser realizadas nas encostas já estabilizadas, a fim de avaliar a efetividade da estabilização, bem como alguma necessidade de readequação.

Nessas inspeções, deverão ser observados o aparecimento ou intensificação dos processos erosivos e de instabilidade de massas, que já existiam ou haviam sido levantados como potenciais pontos críticos. Deverão ser registrados os parâmetros mensurados, croquis, fotografias, situação das feições, entre outros. Após a inspeção, pode ser necessária a realização de investigações geológico-geotécnicas imprevistas ou monitoramento adicional. Ainda, podem ser solicitados levantamentos topográficos planialtimétricos para detalhar situações identificadas.

#### 10.16.4.2 Monitoramento da Área Diretamente Afetada

O Programa abrange as ações visando a mitigação dos impactos ocorridos em função dos processos que desencadeiam a instabilidade das encostas. Tais ações poderão se dar tanto no monitoramento quanto na implantação de estruturas de contenção.

Em termos do monitoramento, faz-se necessária a realização de inspeções periódicas. Deverá ser analisado se as ações previstas para a proteção correspondem adequadamente com o Projeto Executivo de Engenharia. Ademais, deve ser realizada uma inspeção de campo preliminar ao início de cada etapa significativa da construção, para confirmação da adequação entre o Projeto Executivo de Engenharia e das condições ambientais de campo.

As inspeções periódicas dar-se-ão em função do cronograma de obras, visando garantir a minimização dos processos, sobretudo, de erosão e instabilidade de massas. De modo geral, as inspeções devem ter o seguinte enfoque: a recuperação das áreas utilizadas para apoio às obras; a execução do desmatamento apenas nas dimensões estritamente necessárias; o gerenciamento para mínima defasagem possível entre frentes da obra; as condições de operação e remoção dos acampamentos e áreas industriais após o término da obra; e o cumprimento da legislação quanto ao uso e ocupação do solo.

As intervenções para a prevenção e controle dos processos erosivos e movimentos de massa podem ser caracterizadas como obras de caráter emergencial ou obras de rotina. As obras de caráter emergencial correspondem aos casos de estabilização ou recuperação de taludes de corte ou de aterro que apresentem sinais de instabilização de modo a configurar situação de risco. Essas áreas podem ser estabilizadas com contenções através de procedimentos que envolvem desde a implantação de um sistema de drenagem superficial e profundo, proteção superficial, como mantas vegetais ou geotêxtil, até intervenções de maior complexidade, envolvendo maiores equipamentos, como para reconfiguração topográfica.

Já as obras de rotina visam a prevenção contra o desenvolvimento de processos de erosão e instabilidade, compreendendo os seguintes métodos:

- Nas áreas exploradas como fonte de material de construção (jazidas e bota-fora): realizar o retaludamento com inclinação adequada, implantar um sistema de drenagem de serviço durante as operações e, após a sua conclusão, implantar um sistema de drenagem definitivo e de cobertura vegetal;
- Durante os serviços de terraplanagem implantar um sistema de drenagem de serviço;
- Após a realização de cortes e aterros, implantar cobertura vegetal;
- Nas áreas mais susceptíveis à erosão e à instabilidade de massas, implantar dispositivos de proteção nos deságues de valetas, sarjetas, descidas de água e nas bocas a montante a jusante das obras de arte correntes;
- Implantação de dispositivos para dissipação do escoamento concentrado;
- Implantar um sistema de drenagem superficial.

Cabe ressaltar a importância de enfoque no monitoramento e implantação de medidas mitigadoras nas aberturas de acessos, que se tem mostrado um ponto significativo de geração de impacto ambiental. Nesses locais, se fazem necessárias medidas preventivas para controlar os processos erosivos, tais como utilizar traçados existentes sempre que possível, não obstruir a rede de drenagem, utilizar-se de artifícios construtivos para desvio e dispersão de águas pluviais, entre outras.

#### 10.16.5 Indicadores

- Número de medidas preventivas implantadas;
- Regeneração nas margens do reservatório;
- Nível de crescimento das espécies vegetais utilizadas nos processos de estabilização (altura média da vegetação);
- Área total recuperada; e
- Evolução das feições erosivas.

#### 10.16.6 Emissão de Relatórios e Materiais

Deverá ser elaborado um mapa, com a localização dos pontos inspecionados, detalhe em unidades geológico-geotécnicas e a classificação dos pontos de monitoramento quanto ao potencial de risco relacionado aos processos erosivos ou de instabilização de massas. Ainda, deverão ser realizadas as plantas e seções resultantes nos pontos mais críticos. Devem também ser apresentados os projetos executivos das medidas de contenção adotadas.

Serão realizados relatórios com periodicidade semestral, contemplando as atividades de monitoramento realizadas, medidas de prevenção ou emergenciais aplicadas e uma análise da evolução do Programa. Ao final da implantação do empreendimento será gerado um relatório conclusivo com as informações mais importantes referentes ao programa.

#### 10.16.7 Equipe Técnica Envolvida

Para desenvolvimento do programa, serão necessários um engenheiro com especialização em geotécnica, um geólogo e um técnico de campo.

#### 10.16.8 Correlação com Demais Programas

O Programa de Monitoramento de Estabilidade de Taludes tem correlação com os seguintes programas do RDPA: Sub-Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico integrante do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, Programa de Implantação da Faixa Ciliar, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental.

#### 10.16.9 Base Legal e Normativa

- No que tange às legislações, destacam-se:
- A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;
- Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências;
- Área de Preservação Permanente em reservatórios artificiais é tratada na Lei 12.651/2012 alterada pela Lei 12.727/2012 (Código Florestal Brasileiro).

Ainda, cabe citar as seguintes normas técnicas da ABNT:

- ABNT NBR 10703/1989 – Degradação do solo; e
- ABNT NBR 11682/1991 – Estabilidade de taludes.

#### 10.16.10 Cronograma

Segue na próxima página.

Quadro 38 – Cronograma do Programa de Monitoramento da Estabilidade de Taludes e Processos Erosivos

Etapas	Descrição	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fases da Implantação	Mobilização																								
	Abertura de Acessos																								
	Implantação do Canteiro de Obras																								
	Desvio 1ª fase																								
	Desvio 2ª fase																								
	Desvio 3ª fase																								
	Barragem/Vertedor																								
	Escavações e Detonações																								
	Tomada de Água																								
	Túneis																								
	Condutos Forçados																								
	Ensecadeira de Jusante (Canal de Fuga)																								
	Casa de Força																								
	Enchimento do Reservatório																								
	Testes e Início da Operação																								
Atividades do Programa	Contratação da Equipe																								
	Planejamento																								
	Monitoramento																								
	Relatórios																								
Fases da Operação	Geração																								
	Manutenção																								
Atividades do Programa	Monitoramento																								
	Relatórios																								