

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0010	1/9
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC004	00

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0010	2/9	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N035500-C-1MC004	REV. 00	

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3.0	SOLUÇÃO PROPOSTA	3
4.0	DIMENSIONAMENTO	4

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0010	3/9	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N035500-C-1MC004	00	

1.0 INTRODUÇÃO

A concepção do projeto consiste na implantação de um Barramento submerso, localizado a, aproximadamente, 5.200m em relação ao eixo da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves com a crista fixada na cota 318,0 m, tendo como função a contenção de sedimentos e a dragagem do sedimento depositado entre o Barramento A e a Usina, antes do enchimento do reservatório. Esta dragagem permitirá a operação da Usina.

2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

G006970-O-1RT001	UHE Candonga – Estudo de Recuperação do Reservatório – Estudos e Avaliações Geotécnicas - Memória de Cálculo
G006900-C-100280	UHE Candonga – Estudo Recuperação do Reservatório - Barramento B – Arranjo Geral - Desenho
G006900-C-00294	Estudo de Recuperação do Reservatório – Barramento B – Sequência Construtiva
G006900-C-00281	Estudo de Recuperação do Reservatório – Barramento B – Sequência Construtiva
G006970-O-100001	Estudo de Recuperação do Reservatório – Estudos e Avaliações Geotécnicas – Planta – Desenho
G006970-O-100002	Estudo de Recuperação do Reservatório – Estudos e Avaliações Geotécnicas – Seções - Desenho
G006970-O-100005	Estudo de Recuperação do Reservatório – Estudos e Avaliações Geotécnicas – Seções – Desenho

3.0 SOLUÇÃO PROPOSTA

O Barramento é constituído por estruturas metálicas combinadas de estacas prancha, dotadas de encaixe nas extremidades, e estacas tubulares de aço que serão executados com a cravação sucessiva dos perfis encaixados uns aos outros, formando uma parede contínua, mas ao mesmo tempo flexível.

Na Figura 3.1 é mostrada uma representação esquemática da solução proposta para os Barramentos.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0010	4/9
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC004	00

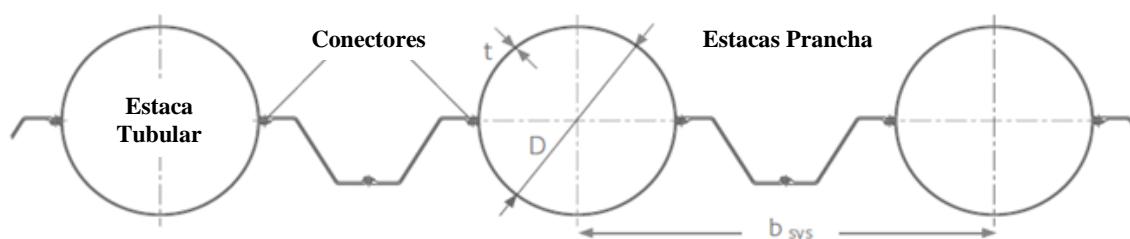


Figura 3.1: Representação esquemática da solução proposta para o Barramento

A crista do Barramento está posicionada na EL. 318,00.

No Barramento B constatou-se a necessidade de instalação de barras de ancoragem à montante, para redução das deformações geradas pelo rejeito/lama e auxiliar na sua estabilidade global.

4.0 DIMENSIONAMENTO

Os casos de carregamentos, esforços solicitantes (momento fletor e força cortante) e deslocamentos das estruturas estão apresentados na Memória de Cálculo G006970-O-1RT001, referenciada neste documento no item 2.

O software utilizado para o cálculo dos esforços solicitantes e deformações das estruturas apresentados nesta Memória de Cálculo foi o AMRetain.

Posteriormente, para aferição dos resultados, processou-se novo cálculo, considerando as mesmas hipóteses de carregamentos e resistência dos materiais, utilizando o software RIDO.

Com este novo cálculo observou-se um acréscimo de valores dos esforços solicitantes da ordem de 10%.

Os Anexos 1 a 3 apresentam os casos de carregamentos e os diagramas de esforços cortantes, momentos fletores e deformações nas estruturas do Barramento, empregando o software RIDO.

Em conformidade com a Norma EN 1993-5:2007, considerou-se uma perda de 2,4 mm na espessura das estacas devido corrosão, para o caso de Reservatório Cheio (TR 10.000 anos).

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0010	5/9
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC004	00

O dimensionamento consiste de:

- verificação de tensões;
- verificação da capacidade de carga a tração;
- cálculo das ancoragens.

Os itens a seguir (4.1 a 4.3) apresentam Alternativas de projeto e resumo dos esforços obtidos, tensões admissíveis, tensões atuantes e deformações.

4.1 DIMENSIONAMENTO INICIAL

Considerou-se inicialmente a crista do barramento na El. 319,00.

Estacas tubulares de aço verticais.

- Tubo D813x12 mm – A36
- Tensão de ruptura = 250 Mpa
- Tensão admissível = 166,67 Mpa
- Tensão atuante = 113 Mpa
- Tensão atuante (com corrosão) = 134 Mpa

O Anexo 1 apresenta o dimensionamento das estruturas.

4.2 ALTERAÇÃO DE PROJETO

Com a inclusão no reservatório do Barramento C, optou-se por projetar a crista do Barramento na El. 318,00.

Dimensionamento das estacas tubulares de aço:

O Anexo 2 apresenta o dimensionamento das estruturas.

Dimensionamento das ancoragens:

A tensão máxima na barra, de acordo com Eurocode BS EN 1993-1-12, deve atender a seguinte condição:

$$SF = T_d / T_{Rd} \leq 1,$$

Onde,

T_d = Carga atuante;

T_{Rd} = Carga resistente.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0010	6/9	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N035500-C-1MC004	REV. 00	

Seção F-F:

Barra utilizada = Gewi Plus (S670/800) D 75 mm.

$T_{Rd} = 0,9 \times 3.534 / 1,25 = 2.544 \text{ kN}$.

$T_{max} = 1.367 \text{ kN}$.

$T_d = 1.367 \times 1,4 = 1.914 \text{ kN}$.

$SF = 1.914 / 2.544 = 0,75 \text{ (OK)}$.

Verificação do comprimento de ancoragem da barra:

A tensão máxima na barra, de acordo com Eurocode BS EN 1997-1, deve atender a seguinte condição:

$SF = T_d / T_{Rd} \leq 1$.

Diâmetro do furo = 180 mm.

$L = 12,0 \text{ m}$.

$Q_s = 500 \text{ kPa}$ (aderência concreto/rocha)

Fatores de segurança = 1,25 e 1,4.

Assim,

$T_d = \pi \times 0,18 \times 12,0 \times 500 \times 1,25/1,4 = 1.938 \text{ kN}$.

$SF = 1.914 / 1938 = 0,98 \text{ (OK)}$

Seção E-E:

Barra utilizada = Dywidag Y1050 D 47 mm.

$T_{Rd} = 0,9 \times 1.820 / 1,25 = 1.310 \text{ kN}$.

$T_{max} = 850 \text{ kN}$.

$T_d = 850 \times 1,4 = 1.190 \text{ kN}$.

$SF = 1.190 / 1.310 = 0,90 \text{ (OK)}$.

Verificação do comprimento de ancoragem da barra:

A tensão máxima na barra, de acordo com Eurocode BS EN 1997-1, deve atender a seguinte condição:

$SF = T_d / T_{Rd} \leq 1$.

Diâmetro do furo = 140 mm.

$L = 10,0 \text{ m}$.

$Q_s = 500 \text{ kPa}$ (aderência concreto/rocha)

Fatores de segurança = 1,25 e 1,4.

Assim,

$T_d = \pi \times 0,14 \times 10,0 \times 500 \times 1,25/1,4 = 1.256 \text{ kN}$.

$SF = 1.190 / 1256 = 0,94 \text{ (OK)}$.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0010	7/9	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N035500-C-1MC004	00	

4.3 REVISÃO

Revisão feita no dimensionamento do Barramento, considerando a situação de “as built” da estrutura.

Casos de Carregamentos:

$$Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$$

NA Montante = El. 318,40

NA Jusante = El. 314,40

$$Q = 1.000 \text{ m}^3/\text{s};$$

NA Montante = El. 319,70

NA Jusante = El. 318,30

TR 25 anos ($Q = 1.897 \text{ m}^3/\text{s}$)

NA Montante = El. 322,50

NA Jusante = El. 322,50

$Q = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (reservatório cheio)

NA Montante = El. 327,50

NA Jusante = El. 327,50

Premissas adotadas neste novo dimensionamento do Barramento:

- ✓ Dimensionamento das estruturas para acúmulo de rejeito/lama até a cota da crista do Barramento;
- ✓ Dimensionamento considerado o “as built” do Barramento.
- ✓ Em conformidade com a Norma EN 1993-5:2007, considerou-se uma perda de 2,4 mm na espessura das estacas devido corrosão, para o caso de reservatório cheio. Tempo de Vida Útil considerado para a estrutura = 50 anos.

O Anexo 3 apresenta o dimensionamento das estruturas.

Resumo do dimensionamento das estacas:

Estacas tubulares de aço verticais:

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0010	8/9	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N035500-C-1MC004	REV. 00	

Trecho E1:

- Tubo D813x12 mm – Aço A572GR50
- Tensão de ruptura = 345 Mpa
- Tensão atuante = 117 Mpa
- Coeficiente de Segurança = 2,95

Trecho E2:

- Tubo D813x12 mm – Aço A572GR50
- Tensão de ruptura = 345 Mpa
- Tensão atuante = 112 Mpa
- Coeficiente de Segurança = 3,08

Trecho E3:

- Tubo D1575x16 mm – Aço A572GR50
- Tensão de ruptura = 345 Mpa
- Tensão atuante = 151 Mpa
- Coeficiente de Segurança = 2,28

Trecho E4:




- Estaca Prancha tipo SSP AZ 20-800-D – Aço S430GP
- Tensão de ruptura = 430 Mpa
- Tensão atuante = 222 Mpa
- Coeficiente de Segurança = 1,93

VALORES MÁXIMOS DE DEFORMAÇÃO:

Trecho E1 = 148 mm
Trecho E2 = 46 mm;
Trecho E3 = 201 mm
Trecho E4 = 400 mm

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA BARRAMENTO B – REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E ANÁLISE DAS INTERFACES COM OS TALUDES DAS OMBREIRAS – SE09084 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0010	9/9	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N035500-C-1MC004	00	

ANEXOS

 Anexo 1.pdf	ANEXO 1 - BARRAMENTO B - DIMENSIONAMENTO Formato: Adobe PDF Número de páginas (3)
 Anexo 2.pdf	ANEXO 2 - BARRAMENTO B – DIMENSIONAMENTO CONSIDERANDO A CRISTA NA EL. 318,00 E SEDIMENTOS NA EL. 312,00 Formato: Adobe PDF Número de páginas (2)
 Anexo 3.pdf	ANEXO 3 - BARRAMENTO B – REVISÃO DO BARRAMENTO CONSIDERANDO O AS BUILT Formato: Adobe PDF Número de páginas (20)