



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ÍNDICES PARA ESCAVAÇÃO DE REJEITO/BOTA-FORA				SETOR 8	
Produtividade dos equipamentos de escavação					
Escavadeira CAT - 320		produtividade =>		80,00	m³/h
Entrada de dados diversos					
Caminhão basculante	capacidade =>	14,00	m³	utilizada =>	12,00 m³
Bota fora - DMT				distância =>	1,00 km
Tempo de descarga do caminhão (observar se possui lonamento)				5,00	min
Trator de esteiras D - 6 (espalhamento)		produtividade =>		200,00	m³/h
Empolamento		tipo de material =>		1ª categoria	
Cálculo de dados diversos					
Velocidade média de transporte				25,00	km/h
Carga com CAT - 320				0,12	h
Viagem transporte (ida e volta)				0,08	h
Descarga				0,08	h
Ciclo com Carga CAT - 320				0,28	h
Cálculo das produtividades - Basculante (transporte)					
Produtividade caminhão (carga com Escavadeira CAT - 320)				33,12	m³/h
Cálculo dos índices das composições - Basculante (transporte)					
Descrição		Qtde		Índice	
Índice caminhão (carga com Escavadeira CAT - 320)		3,00	0,8052 h		
Cálculo dos índices das composições - Trator (espalhamento)					
Descrição		Qtde		Índice	
Índice trator (carga com Escavadeira CAT - 320)		1,00	0,4000 h		

Figura 49 – Quadro com Índices de Escavação/Setor 8



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ÍNDICES PARA ESCAVAÇÃO DE REJEITO/BOTA-FORA					
BACIA 2					
Produtividade dos equipamentos de escavação					
Escavadeira CAT - 320	produtividade =>		80,00	m³/h	
Entrada de dados diversos					
Caminhão basculante	capacidade =>	14,00	m³	utilizada =>	12,00 m³
Bota fora - DMT	distância =>		1,00	km	
Tempo de descarga do caminhão (observar se possui lonamento)			5,00	min	
Trator de esteiras D - 6 (espalhamento)	produtividade =>		200,00	m³/h	
Empolamento	tipo de material =>		1ª categoria		
Cálculo de dados diversos					
Velocidade média de transporte			25,00	km/h	
Carga com CAT - 320			0,12	h	
Viagem transporte (ida e volta)			0,08	h	
Descarga			0,08	h	
Ciclo com Carga CAT - 320			0,28	h	
Cálculo das produtividades - Basculante (transporte)					
Produtividade caminhão (carga com Escavadeira CAT - 320)			33,12	m³/h	
Cálculo dos índices das composições - Basculante (transporte)					
Descrição	Qtde	Índice			
Índice caminhão (carga com Escavadeira CAT - 320)	3,00	0,8052 h			
Cálculo dos índices das composições - Trator (espalhamento)					
Descrição	Qtde	Índice			
Índice trator (carga com Escavadeira CAT - 320)	1,00	0,4000 h			

Figura 51 – Quadro com Índices de Escavação/Bacia 2

EMBRANCO



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ESTUDO DE PRATICABILIDADE ADOTADO PARA O PLANEJAMENTO DA FAZENDA FLORESTA							
CALENDÁRIO	MÊS	DIAS ÚTEIS (sábado trabalhado)	HORAS PRATICÁVEIS NO MÊS - FATOR CHUVA	MÉDIA DE HORAS PRATICÁVEIS POR DIA - FATOR DE CHUVA	HORAS IMPRATICÁVEIS POR DIA FATORES DE SEGURANÇA / ADMINISTRATIVOS (DDS, TREINAMENTOS, ALMOÇO, TRANSLADOS)	MÉDIA DE HORAS PRATICÁVEIS POR DIA	MÉDIA DE HORAS PRATICÁVEIS NO MÊS
TERRAPLENAGEM	abr-17	23,00	254,88	11,08	4,00	7,08	162,88
	mai-17	26,00	280,84	10,80	4,00	6,80	176,84
	jun-17	25,00	285,56	11,42	4,00	7,42	185,56
	jul-17	26,00	285,56	10,98	4,00	6,98	181,56
	ago-17	26,00	302,08	11,62	4,00	7,62	198,08
	set-17	25,00	287,92	11,52	4,00	7,52	187,92
	out-17	25,00	257,24	10,29	4,00	6,29	157,24
	nov-17	24,00	238,36	9,93	4,00	5,93	142,36
	dez-17	24,00	212,40	8,85	4,00	4,85	116,40
	jan-18	26,00	259,60	9,98	4,00	5,98	155,60
	fev-18	21,00	214,76	10,23	4,00	6,23	130,76
	mar-18	25,00	254,88	10,20	4,00	6,20	154,88
	abr-18	24,00	254,88	10,62	4,00	6,62	158,88
	mai-18	25,00	280,84	10,80	4,00	6,80	176,84
	jun-18	26,00	285,56	11,42	4,00	7,42	185,56
	jul-18	26,00	285,56	10,98	4,00	6,98	181,56
	ago-18	27,00	302,08	11,62	4,00	7,62	198,08
	set-18	23,00	287,92	11,52	4,00	7,52	187,92
	out-18	25,00	257,24	10,29	4,00	6,29	157,24
	nov-18	23,00	238,36	9,93	4,00	5,93	142,36
dez-18	24,00	212,40	8,85	4,00	4,85	116,40	
TOTAL	320	3388,96	-	-	7,0	174,1	
<p>NOTAS:</p> <p>1) Considerado não trabalhado os feriados Nacionais, Estaduais e Municipais;</p> <p>2) Jornada de trabalho: Segunda à Sexta-feira, de 07:30 às 12:30 hs e 14:30 às 19:30 hs (8 horas normais + 2 horas extras / dia); Sábados de 07:30 às 12:30 hs e 14:30 às 16:30 hs (7 horas normais / dia);</p> <p>3) Horas não trabalhadas por dia: 1 hora de DDS e traslado ida + 2 horas de almoço + 1 hora de guarda de equipamentos e traslado volta = 4 horas / dia não trabalhadas. (Informações equipe de obra Samarco).</p> <p>4) Meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março dentro do período chuvoso, causando grande impacto na execução dos serviços. Portanto, foi considerado para esses meses o valor máximo de 4 horas trabalhadas por dia, e não o quantitativo calculado e apresentado acima.</p> <p>5) Os trabalhos realizados em 2º turno não foram considerados no planejamento. Caso necessário, serão considerados para recuperar atrasos, manutenção dos equipamentos e melhorias das vias de acesso.</p>							

Figura 52 – Quadro com Praticabilidade Adotada (Terraplenagem)



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ÍNDICES PARA ESCAVAÇÃO DE REJEITO / BOTA-FORA		DIQUE 4			
Produtividade dos equipamentos de escavação					
Escavadeira CAT - 320	produtividade =>	80,00	m ³ /h		
Entrada de dados diversos					
Caminhão basculante	capacidade =>	14,00	m ³	utilizada =>	12,00 m ³
Bota fora - DMT	distância =>	6,00	km		
Tempo de descarga do caminhão (observar se possui lonamento)			5,00	min	
Trator de esteiras D - 6 (espalhamento)	produtividade =>	200,00	m ³ /h		
Empolamento	tipo de material =>	1ª categoria			
Cálculo de dados diversos					
Velocidade média de transporte			25,00	km/h	
Carga com CAT - 320			0,12	h	
Viagem transporte (ida e volta)			0,48	h	
Descarga			0,08	h	
Ciclo com Carga CAT - 320			0,68	h	
Cálculo das produtividades - Basculante (transporte)					
Produtividade caminhão (carga com Escavadeira CAT - 320)			13,60	m ³ /h	
Cálculo dos índices das composições - Basculante (transporte)					
Descrição		Qtde	Índice		
Índice caminhão (carga com Escavadeira CAT - 320)		6,00	0,9804 h		
Cálculo dos índices das composições - Trator (espalhamento)					
Descrição		Qtde	Índice		
Índice trator (carga com Escavadeira CAT - 320)		1,00	0,4000 h		

Figura 50 – Quadro com Índices de Escavação/Dique 4



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ESTUDO DE PRATICABILIDADE ADOTADO PARA O PLANEJAMENTO DA FAZENDA FLORESTA

DIQUES	abr-17	23,00	254,88	11,08	4,00	7,08	162,88
	mai-17	26,00	280,84	10,80	4,00	6,80	176,84
	jun-17	25,00	285,56	11,42	4,00	7,42	185,56
	jul-17	26,00	285,56	10,98	4,00	6,98	181,56
	ago-17	26,00	302,08	11,62	4,00	7,62	198,08
	set-17	25,00	287,92	11,52	4,00	7,52	187,92
	out-17	25,00	257,24	10,29	4,00	6,29	157,24
	nov-17	24,00	238,36	9,93	4,00	5,93	142,36
	dez-17	24,00	212,40	8,85	4,00	4,85	116,40
	jan-18	26,00	259,60	9,98	4,00	5,98	155,60
	fev-18	21,00	214,76	10,23	4,00	6,23	130,76
	mar-18	25,00	254,88	10,20	4,00	6,20	154,88
	abr-18	24,00	254,88	10,62	4,00	6,62	158,88
	mai-18	25,00	280,84	11,23	4,00	7,23	180,84
	jun-18	26,00	285,56	10,98	4,00	6,98	181,56
	jul-18	26,00	285,56	10,98	4,00	6,98	181,56
	ago-18	27,00	302,08	11,19	4,00	7,19	194,08
	set-18	23,00	287,92	12,52	4,00	8,52	195,92
	out-18	25,00	257,24	10,29	4,00	6,29	157,24
	nov-18	23,00	238,36	10,36	4,00	6,36	146,36
dez-18	24,00	212,40	8,85	4,00	4,85	116,40	
TOTAL	320	3388,96	-	-	7,0	174,1	

NOTAS:

- 1) Considerado não trabalhado os feriados Nacionais, Estaduais e Municipais;
- 2) Jornada de trabalho:
Segunda à Sexta-feira, de 07:30 às 12:30 hs e 14:30 às 19:30 hs (8 horas normais + 2 horas extras / dia);
Sábados de 07:30 às 12:30 hs e 14:30 às 16:30 hs (7 horas normais / dia);
- 3) Horas não trabalhadas por dia: 1 hora de DDS e traslado ida + 2 horas de almoço + 1 hora de guarda de equipamentos e traslado volta = 4 horas / dia não trabalhadas. (Informações equipe de obra Samarco).
- 4) Meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março dentro do período chuvoso, impossibilitando os serviços de execução do dique. Portanto, foi considerado para esses meses 0 horas praticáveis por dia.
- 5) Os trabalhos realizados em 2º turno não foram considerados no planejamento. Caso necessário, serão considerados para recuperar atrasos, manutenção dos equipamentos e melhorias das vias de acesso.

Figura 53 – Quadro com Praticabilidade Adotada (Diques)



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ESTUDO DE PRATICABILIDADE ADOTADO PARA O PLANEJAMENTO DA FAZENDA FLORESTA							
OBRAS CIVIS	abr-17	23,00	264,32	11,49	4,00	7,49	172,32
	mai-17	26,00	285,56	10,98	4,00	6,98	181,56
	jun-17	25,00	290,28	11,61	4,00	7,61	190,28
	jul-17	26,00	290,28	11,16	4,00	7,16	186,28
	ago-17	26,00	302,08	11,62	4,00	7,62	198,08
	set-17	25,00	292,64	11,71	4,00	7,71	192,64
	out-17	25,00	276,12	11,04	4,00	7,04	176,12
	nov-17	24,00	257,24	10,72	4,00	6,72	161,24
	dez-17	24,00	240,72	10,03	4,00	6,03	144,72
	jan-18	26,00	278,48	10,71	4,00	6,71	174,48
	fev-18	21,00	228,92	10,90	4,00	6,90	144,92
	mar-18	25,00	278,48	11,14	4,00	7,14	178,48
	abr-18	24,00	264,32	11,01	4,00	7,01	168,32
	mai-18	25,00	285,56	11,42	4,00	7,42	185,56
	jun-18	26,00	290,28	11,16	4,00	7,16	186,28
	jul-18	26,00	290,28	11,16	4,00	7,16	186,28
	ago-18	27,00	302,08	11,19	4,00	7,19	194,08
	set-18	23,00	292,64	12,72	4,00	8,72	200,64
	out-18	25,00	276,12	11,04	4,00	7,04	176,12
	nov-18	23,00	257,24	11,18	4,00	7,18	165,24
dez-18	24,00	240,72	10,03	4,00	6,03	144,72	
TOTAL	1998	21405,20	-	-	7,3	182,3	
<p>NOTAS:</p> <p>1) Considerado não trabalhado os feriados Nacionais, Estaduais e Municipais;</p> <p>2) Jornada de trabalho: Segunda à Sexta-feira, de 07:30 às 12:30 hs e 14:30 às 19:30 hs (8 horas normais + 2 horas extras / dia); Sábados de 07:30 às 12:30 hs e 14:30 às 16:30 hs (7 horas normais / dia);</p> <p>3) Horas não trabalhadas por dia: 1 hora de DDS e traslado ida + 2 horas de almoço + 1 hora de guarda de equipamentos e traslado volta = 4 horas / dia não trabalhadas. (Informações equipe de obra Samarco).</p> <p>4) Meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março dentro do período chuvoso, causando grande impacto na execução dos serviços. Portanto, foi considerado para esses meses o valor máximo de 4 horas trabalhadas por dia, e não o quantitativo calculado e apresentado acima.</p> <p>5) Os trabalhos realizados em 2º turno não foram considerados no planejamento. Caso necessário, serão considerados para recuperar atrasos, manutenção dos equipamentos e melhorias das vias de acesso.</p>							

Figura 54 – Quadro com Praticabilidade Adotada (Obras Civis)



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

7. CENÁRIOS DE CONCLUSÃO DA FASE 1 (ANEXO IV)

Neste capítulo apresentamos os resultados do Range Analysis considerando as três principais variáveis que impactam na previsibilidade da data de conclusão da Fase 1:

- Viabilidade da Dragagem para montante do Barramento B;
- Volume livre necessário entre o Barramento A e o barramento da hidrelétrica para garantir o retorno operacional da UHE Risoleta Neves;
- Variação de volume de sedimentos que serão carreados para o local da Fase 1 durante o processo de remoção.

7.1 Dragagem para Montante do Barramento B

A Fundação Renova está conduzindo estudos hidrodinâmicos e avaliações de equipamentos para viabilidade da dragagem para montante do barramento B na Fase 1. A viabilidade desta operação seria uma relevante contribuição para anteciparmos o término da Fase 1. Entretanto, em virtude das incertezas desta operação, e considerando que esta operação mesmo viável será a que oferecerá maior risco ambiental, a Fundação Renova evoluiu com o Cenário 2 deixando esta dragagem como alternativa para eventuais paralisações de disposição de sedimentos nas demais áreas.

7.2 Volume Livre Necessário para Retorno Operacional da UHE Risoleta Neves

A Fundação Renova ratificou junto a concessionária da UHE Risoleta Neves as condições para retorno operacional com segurança. As condições mínimas necessárias para este retorno consideram a remoção dos sedimentos em 250 metros a montante da UHE Risoleta Neves, respeitando a elevação mínima de 297,00 no fundo. A figura abaixo ilustra esta condição.

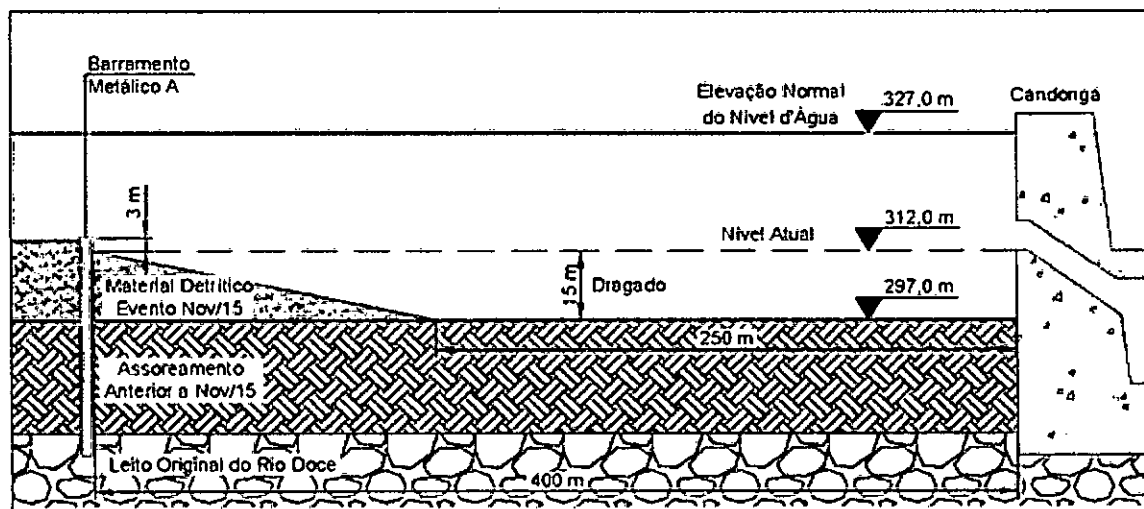


Figura 55 – Estudo de sedimentação entre Barramento A e UHE Risoleta Neves

Com isto, os cenários avaliados consideram as seguintes premissas:

- ✓ Para o volume inicial de 850.000 m³ está sendo considerado a limpeza mínima dos 250 metros iniciais a montante da UHE Risoleta Neves e estabilidade dos sedimentos remanescentes entre o barramento A e a UHE Risoleta Neves;
- ✓ Para o volume inicial de 1.000.000 m³ está sendo considerado a limpeza dos 400 metros iniciais a montante da UHE Risoleta Neves;
- ✓ O aporte mensal de 28.000m³ no período seco foi baseado numa expectativa de retenção de aproximadamente 30% no barramento B do volume carreado para o reservatório. Atualmente as batimetrias apontam para um carreamento médio de 40.000m³ mês que são depositados entre o barramento A e a UHE Risoleta Neves.
- ✓ A redução para 14.000m³ de aporte mensal foi baseada na premissa de mitigação adicional de 50% com as medidas de mitigação de carreamento que estão sendo estudadas e descritas no item 7.3 deste documento.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Tabela 09 – Quadro Dragagem Mensal (Volume 1.025.000m³)

Saldo ATUAL (m³) (a)	Dragagem MÊS (m³) (b)	Aporte MÊS (m³) (d)	Saldo (m³) (a-b)+(d)	Mês
850.000	75.000		775.000	abr/17
		28.000	803.000	mai/17
		28.000	831.000	jun/17
	90.000	14.000	755.000	jul/17
	140.000	14.000	629.000	ago/17
	140.000	14.000	503.000	set/17
	130.000	14.000	387.000	out/17
	150.000	21.000	258.000	nov/17
	150.000	21.000	129.000	dez/17
	150.000	21.000	0	jan/18
				fev/18
Total de Volume Dragado:				1.025.000

Tabela 10 – Quadro Dragagem Mensal (Volume 1.186.000m³)

Saldo ATUAL (m³) (a)	Dragagem MÊS (m³) (b)	Aporte MÊS (m³) (d)	Saldo (m³) (a-b)+(d)	Mês
850.000	75.000		775.000	abr/17
		28.000	803.000	mai/17
		28.000	831.000	jun/17
	90.000	28.000	769.000	jul/17
	140.000	28.000	657.000	ago/17
	140.000	28.000	545.000	set/17
	130.000	28.000	443.000	out/17
	150.000	42.000	335.000	nov/17
	150.000	42.000	227.000	dez/17
	150.000	42.000	119.000	jan/18
	150.000	42.000	11.000	fev/18
Total de Volume Dragado:				1.186.000

Tabela 11 – Quadro Dragagem Mensal (Volume 1.196.000m³)

Saldo ATUAL (m³) (a)	Dragagem MÊS (m³) (b)	Aporte MÊS (m³) (d)	Saldo (m³) (a-b)+(d)	Mês
1.000.000	75.000		925.000	abr/17
		28.000	953.000	mai/17
		28.000	981.000	jun/17
	90.000	14.000	905.000	jul/17
	140.000	14.000	779.000	ago/17
	140.000	14.000	653.000	set/17
	130.000	14.000	537.000	out/17
	150.000	21.000	408.000	nov/17
	150.000	21.000	279.000	dez/17
	150.000	21.000	150.000	jan/18
	150.000	21.000	21.000	fev/18
				mar/18
Total de Volume Dragado:				1.196.000



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Tabela 12 – Quadro Dragagem Mensal (Volume 1.378.000m³)

Saldo ATUAL (m ³) (a)	Dragagem MÊS (m ³) (b)	Aporte MÊS (m ³) (d)	Saldo (m ³) (a-b)+(d)	Mês
1.000.000	75.000		925.000	abr/17
		28.000	953.000	mai/17
		28.000	981.000	jun/17
	90.000	28.000	919.000	jul/17
	140.000	28.000	807.000	ago/17
	140.000	28.000	695.000	set/17
	130.000	28.000	593.000	out/17
	150.000	42.000	485.000	nov/17
	150.000	42.000	377.000	dez/17
	150.000	42.000	269.000	jan/18
	150.000	42.000	161.000	fev/18
	150.000	42.000	53.000	mar/18
Total de Volume Dragado:				1.378.000

7.3 Novos Carreamentos de Sedimentos a Jusante para o Barramento A

Conforme ocorrido até o momento, o nível atual do reservatório é um fator preponderante para o aumento de carreamento de sedimentos que são depositados entre o Barramento A e a UHE Risoleta Neves, diminuindo consideravelmente a eficiência da remoção de sedimentos na Fase 1. Para mitigar este efeito, a Fundação Renova tem buscado alternativas para viabilizar a elevação do nível de água do reservatório junto a concessionária. Além disso, estão sendo conduzidos estudos e análises complementares para identificação de ações para minimizar este carreamento, tais como a eventual elevação da cota final do barramento A, conforme figura anterior que simula uma eventual elevação de 3 metros deste barramento, contribuindo para a retenção do volume de fundo carregado para dentro da região da Fase 1.

7.4 Alteração do Lay-out da Fazenda Floresta (Cenário 3)

Em virtude do cronograma do Cenário 3 ter apresentado um resultado desalinhado com o objetivo da Fase 1 – concluir a remoção de sedimentos para retorno operacional da UHE Risoleta Neves o mais breve possível -, este Cenário não foi considerado nas análises finais de prazo para conclusão desta fase.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

7.5 Principais Riscos, Vantagens e Desvantagens dos Cenários

	RISCOS	VANTAGENS	DESvantagens
CENÁRIO 1 (com Dique Intermediário e Principal)	<ul style="list-style-type: none"> * licenças para liberação do início das obras; * disponibilidade do sistema de tubulação; * produtividade da dragagem do Setor 4 para os Ecobags; * contratação das obras da Fazenda Floresta; * contratação da Estação de Bombeamento / Draga; * não liberação da utilização dos polímeros; 	<ul style="list-style-type: none"> * conclusão das obras de terraplenagem da Fazenda Floresta no período seco; * conclusão da dragagem em abril de 2018; 	<ul style="list-style-type: none"> * variação da produtividade das dragas;
CENÁRIO 2 (com Dique Intermediário e Principal e Barramento B)	<ul style="list-style-type: none"> * licenças para liberação do início das obras; * disponibilidade do sistema de tubulação; * produtividade da dragagem do Setor 4 para os Ecobags; * contratação das obras da Fazenda Floresta; * contratação da Estação de Bombeamento / Draga; * não liberação da utilização dos polímeros; * negociação com o Consórcio Aliança para a elevação do NA do reservatório; 	<ul style="list-style-type: none"> * maior produtividade da dragagem utilizando o barramento B; * conclusão das obras de terraplenagem da Fazenda Floresta no período seco; * conclusão da dragagem em março de 2018. 	<ul style="list-style-type: none"> * variação da produtividade das dragas; * caso não seja liberado a utilização de polímeros, o atendimento do controle de turbidez pode inviabilizar a dragagem a montante do Barramento B; * caso não ocorra a elevação do NA do reservatório, pode inviabilizar a dragagem a montante do Barramento B;
CENÁRIO 3 (Dique Principal e 412)	<ul style="list-style-type: none"> * necessidade de licenciamento ambiental; * licenças para liberação do início das obras; * disponibilidade do sistema de tubulação; * produtividade da dragagem do Setor 4 para os Ecobags; * contratação das obras da Fazenda Floresta; * contratação da Estação de Bombeamento; * utilização das estradas municipais para o transporte do material do Setor 4 para a Fazenda Floresta; * paralisações na limpeza dos setores 4 e Bacia 2 em função das chuvas; 	<ul style="list-style-type: none"> * implantação das obras da Fazenda Floresta em definitivo, para atendimento às 2 fases; 	<ul style="list-style-type: none"> * detalhamento da Engenharia e Suprimentos durante todo o ano de 2017; * volume significativo de limpeza mecanizada do Setor 4 e Bacia 2; * início das obras da Fazenda Floresta em março/18; * Conclusão da dragagem em novembro de 2018.

Figura 56 – Quadro (Riscos, Vantagens e Desvantagens) por cenário

Após a realização de *Workshops* e debates técnicos, que envolveram planejamento, engenharia, fornecedores, prestadores de serviços, foram definidos 03 cenários (supracitados) contemplando os riscos, as vantagens e desvantagens para atendimento a clausula 150.

7.6 Range Analysis dos Cenários

Com base nas datas (otimistas, realistas e pessimistas), foi realizada a análise PERT do projeto. A análise PERT consiste na média ponderada das datas de conclusão dos três cenários, em que a data "realista" adquire um peso quatro vezes superior às demais, como indicado na equação abaixo. O resultado dessa análise é uma data mais realista de projeção de término de execução dos serviços.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

$$\text{Análise (Data) PERT} = \frac{[\text{Pessimista} + 4 * (\text{Mais Provável}) + \text{Otimista}]}{6}$$

Em posse das estimativas de cada uma das atividades do cronograma foi possível estimar a duração do projeto. Para tal, outros conceitos estatísticos são utilizados. O desvio padrão total projeto se estabelece pela raiz quadrada da soma das variâncias de cada atividade que compõe o projeto. Assim:

$$\text{Desvio Padrão Total do Projeto} = \sqrt{(V_1 + V_2 + \dots + V_{n-1} + V_n)}$$

O resultado final da estimativa de prazo para a execução do projeto será dado por:

Data PERT ± Desvio Padrão Total do Projeto

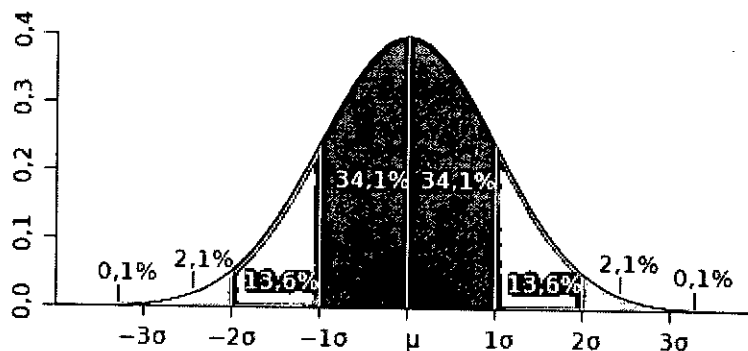


Figura 57 – Curva de Gauss para média (μ) e desvios padrão (σ)

Com base na curva de Gauss foi adotado a probabilidade de ocorrência desejada de *20%, 50%, 80% e 100% assim a data resultante calculada será: Análise PERT ± 1,645*(Desvio Padrão).



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Resultados Calculados:

➤ **CONCLUSÃO COMPLETA DAS OBRAS DOS CENÁRIOS**

RANGE ANALYSIS DE PRAZO DE CONCLUSÃO DA DRAGAGEM DOS CENÁRIOS						
DESCRIÇÃO	ITENS	VOLUME DE SEDIMENTOS (M ³)	P20 - (OTIMISTA, com 20% de chance de probabilidade de ser superado).	P50 - (MAIS PROVÁVEL, com 50% de chance de probabilidade de ser superado).	P80 - (CONSERVADOR, com 80% de chance de probabilidade de ser superado).	P100 - (PESSIMISTA, com 100% de chance de probabilidade de ser superado).
CENÁRIO 1 (com Dique Intermediário e Principal)	1.1	1.025.000	18/03/18	14/04/18	06/05/18	19/06/18
	1.2	1.186.000	01/05/18	06/06/18	08/07/18	21/08/18
	1.3	1.196.000	08/05/18	08/06/18	09/07/18	26/08/18
	1.4	1.378.000	01/07/18	03/08/18	14/09/18	10/11/18
CENÁRIO 2 (com Dique Intermediário e Principal e Barramento Ø)	2.1	1.025.000	15/02/18	05/03/18	26/03/18	27/04/18
	2.2	1.186.000	08/03/18	30/03/18	16/04/18	20/05/18
	2.3	1.196.000	10/03/18	03/04/18	22/04/18	30/05/18
	2.4	1.378.000	30/04/18	19/05/18	26/06/18	15/08/18

Figura 58 – Quadro (Range Analysis) por cenário

Sendo:

- ✓ **P20 – OTIMISTA**, com 20% de chance de probabilidade de ser superado;
- ✓ **P50 – MAIS PROVÁVEL**, com 50% de chance de probabilidade de ser superado;
- ✓ **P80 – CONSERVADOR**, com 80% de chance de probabilidade de ser superado;
- ✓ **P100 – PESSIMISTA**, com 100% de chance de probabilidade de ser superado;



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

8. Viabilidade Econômica da UHE Risoleta Neves e Alternativa Econômica em Avaliação

Com o objetivo de avaliar as melhores alternativas para equacionar os impactos econômicos ocasionados pelo evento que paralisou as operações da UHE Risoleta Neves, a Fundação Renova iniciou tratativas junto ao Consórcio Candonga que objetivam a definição da estratégia que ambas as partes deverão adotar para viabilizar o ressarcimento dos prejuízos e a retomada da geração de energia e, por consequência, o retorno da atividade econômica da UHE Risoleta Neves.

Ressaltamos que esses entendimentos como objetivo viabilizar a elevação do reservatório, que demanda a operação contínua das comportas da hidrelétrica e, conseqüentemente, envolvem custos operacionais não previstos pelo Consórcio Candonga.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

9. CONCLUSÕES FINAIS DA FUNDAÇÃO RENOVA

Considerando os cenários apresentados no item 7.6 e as respectivas incertezas que ainda envolvem este complexo processo de remoção dos sedimentos necessários para o retorno operacional da UHE Risoleta Neves, a Fundação Renova solicita o realinhamento das metas que tratam da recuperação socioeconômica e socioambiental da UHE Risoleta Neves, atualmente descritas Cláusulas 79, 80, 81 e 150 do TTAC.

Para tal, sugere-se uma revisão de cláusulas no TTAC de forma a refletir os objetivos desta recuperação socioeconômico e socioambiental da UHE Risoleta Neves, considerando as seguintes premissas:

Fase 1

A Fundação Renova deverá realizar todas as ações necessárias para assegurar a estabilidade do barramento e recuperação das condições de operabilidade da UHE Risoleta Neves até julho de 2018, considerando:

- ✓ Conclusão da limpeza do canal à jusante do barramento;
- ✓ Recuperação ambiental das margens do reservatório;
- ✓ Conclusão da remoção de sedimentos necessária para garantir a estabilidade do barramento e operação da UHE Risoleta Neves, nas condições previstas pelo concessionário desta hidrelétrica. Para tal, a Fundação Renova deverá concluir a remoção de sedimentos entre a barreira metálica A e o barramento da UHE Risoleta Neves até cota EL.297,00, respeitando o afastamento mínimo de 250 metros a montante da UHE Risoleta Neves e a estabilidade de eventual de sedimentos remanescentes.
- ✓ Validação das condições para enchimento do reservatório e retorno operacional da UHE Risoleta Neves através de Termo de Aceite a ser emitido pelo concessionário.

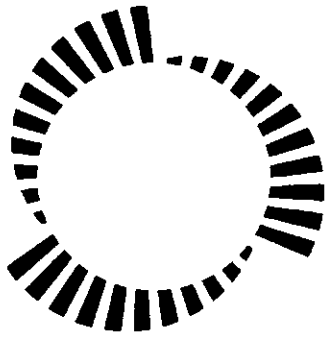


PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Fase 2

Considerando a relevância das decisões a serem tomadas para conclusão da recuperação socioeconômica e socioambiental da UHE Risoleta Neves, a Fundação Renova entende a necessidade de estabelecimento de um compromisso em relação a Fase 2 de Candonga. Para tal, além da revisão sugerida para a Fase 1, a Fundação Renova deverá conduzir estudos hidrodinâmicos e de hidrosedimentologia para caracterizar as ações que deverão ser implementadas com base nos objetivos definidos no item 4.2 e que deverão ser concluídos, para definição do escopo da Fase 2 de Candonga, até o dia 31 de outubro de 2017, devendo ser avaliados e aprovados pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS e de GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.



FUNDAÇÃO
renova
reparar, restaurar, reconstruir

PLANO DE TRABALHO
RECUPERAÇÃO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Belo Horizonte

Abril de 2017



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

SUMÁRIO EXECUTIVO

O Plano de Trabalho de Recuperação da UHE Risoleta Neves foi elaborado com o objetivo de caracterizar as ações necessárias para a recuperação socioeconômica e socioambiental do reservatório da UHE Risoleta Neves e, com isto, atender ao compromisso assumido pela Fundação Renova, em resposta à Deliberação nº 45 do Comitê Interfederativo, de apresentar o cronograma detalhado das obras e as alternativas e cenários para retorno operacional da UHE Risoleta Neves, denominada neste documento como Fase 1 de Candonga.

Com relação as principais obras para recuperação do reservatório, a Fundação Renova elaborou cronogramas detalhados, análises de histogramas de recursos e avaliações das restrições inerentes a localidade e condições climáticas e hidrológicas do reservatório.

O barramento metálico B foi finalizado na primeira quinzena de abril de 2017. Os próximos barramentos a serem construídos, denominados Barramentos Metálicos A e C, devem ser concluídos em outubro de 2017 e janeiro de 2018, respectivamente.

As obras da Fazenda Floresta, que garantem uma capacidade de disposição de sedimentos externa ao reservatório fundamental para a conclusão da Fase 1 de Candonga, devem ser concluídas entre os meses de outubro e dezembro de 2017, dependendo dos processos de autorizações e licenças necessárias. Estas obras serão executadas com base na engenharia desenvolvida pela Samarco, cujo conteúdo já é de conhecimento dos Órgãos Ambientais e Regulatórios.

Considerando as incertezas inerentes ao processo de dragagem na Fase 1, a Fundação Renova apresenta neste documento alguns cenários para término desta fase, que possibilita o retorno operacional da UHE Risoleta Neves, com base em três variáveis: a viabilidade da dragagem para montante do barramento B; o volume útil do reservatório entre o barramento metálico A e o barramento da UHE Risoleta Neves para retorno operacional; e a capacidade de mitigação de novos carreamentos de sedimentos na mesma região. Estes cenários, que ainda demandam estudos hidrodinâmicos e hidrosedimentológicos que devem apontar ações que precisam ser implementadas para otimizarmos o prazo de conclusão da Fase 1, indicam que esta fase deverá ser concluída até julho de 2018.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Além das definições aqui incluídas para conclusão da Fase 1, este documento define o cronograma e a metodologia para o estabelecimento de escopo e prazos para conclusão da Fase 2 de Candonga. Desta forma, os estudos acima citados deverão estar concluídos até o dia 31 de outubro de 2017, devendo os mesmos serem aprovados pelos Órgãos Ambientais e de Gestão de Recursos Hídricos, com base nos objetivos de implementar ações de recuperação que minimizem os impactos socioeconômicos e socioambientais após o retorno operacional da UHE Risoleta Neves.

O protocolo deste documento na presente data, tem como objetivo o atendimento de compromisso assumido pela Fundação Renova, em resposta à Deliberação nº 45 do Comitê Interfederativo, e os cenários apresentados para análise requerem um aprofundamento técnico que será atingido após concluirmos os estudos técnicos que já se encontram em andamento.

Além disso, importante destacar que o conteúdo deste documento ainda passará por uma avaliação detalhada do Conselho Curador da Fundação Renova, providência esta que deverá ocorrer concomitantemente à sua apreciação pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS e de GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

SUMÁRIO

1.	OBJETIVO	5
2.	INTRODUÇÃO.....	6
2.1	Cláusula do TTAC - Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta	6
2.2	Histórico da Transição – Samarco para Fundação Renova.....	6
2.3	Histórico das Obras e Principais Eventos.....	7
2.4	Contexto Atual, Referências Atuais e Principais Desafios (ANEXO I)	9
2.5	Status do Plano de Trabalho.....	10
3.	LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS.....	11
4.	DIRETRIZES E FASEAMENTO DAS ATIVIDADES	12
4.1	Fase 1.....	12
4.2	Fase 2.....	12
5.	CARACTERIZAÇÃO DOS DESAFIOS – OBJETIVOS, STATUS DAS OBRAS E PRÓXIMOS PASSOS	14
5.1	BARREIRAS METÁLICAS.....	14
5.1.1	Barramentos A, B e C.....	14
5.2	ÁREAS DE DISPOSIÇÃO	19
5.2.1	Setor 4 e Ecobags (limpeza mecânica/ecobags).....	19
5.2.2	Setor 8 e Velho Soberbo	20
5.2.3	Fazenda Floresta.....	20
5.3	SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	22
5.4	DRAGAGEM E REMOÇÃO MECÂNICA.....	23
5.5	LIMPEZA DO CANAL A JUSANTE DA UHE RISOLETA NEVES	30
5.6	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO	31
5.7	ELEVAÇÃO DO RESERVATÓRIO PARA A EXECUÇÃO DA FASE 1	32
6.	PLANEJAMENTO DETALHADO DAS OBRAS E DRAGAGEM	34
6.1	Plano de Ataque das Obras	34
6.2	Cronograma Detalhado das Obras (ANEXO II).....	42
6.3	Curvas de Serviços Notáveis.....	43
6.4	Histograma de MO e Equipamentos (ANEXO III).....	46
6.5	Memória de Cálculo das Produtividades	47
7.	CENÁRIOS DE CONCLUSÃO DA FASE 1 (ANEXO IV)	54
7.1	Dragagem para Montante do Barramento B.....	54
7.2	Volume Livre Necessário para Retorno Operacional da UHE Risoleta Neves	54
7.3	Novos Carreamentos de Sedimentos a Jusante para o Barramento A	57



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

7.4	Alteração do Lay-out da Fazenda Floresta (Cenário 3).....	57
7.5	Principais Riscos, Vantagens e Desvantagens dos Cenários.....	58
7.6	Range Analysis dos Cenários	58
8.	Viabilidade Econômica da UHE Risoleta Neves e Alternativa Econômica em Avaliação.....	61
9.	CONCLUSÕES FINAIS DA FUNDAÇÃO RENOVA.....	62



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

1. OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar um plano de trabalho, que abrange o planejamento, engenharia, análise de cenários e alternativas técnicas, assim como análises complementares visando o atendimento da cláusula 150, parágrafo 3º do TTAC, relativo aos serviços no reservatório da UHE Risoleta Neves.

Este documento foi gerado a partir de estudos obtidos com a realização de amplos debates técnicos, que envolveram engenharia, fornecedores, prestadores de serviços, além da colaboração de Órgãos Reguladores, Concessionário e demais partes interessadas. As possibilidades apresentadas e analisadas sempre ficaram como oriente aos objetivos de atender as melhores alternativas ambientais e em prazos compatíveis.

Apresentamos nos próximos capítulos os estudos detalhados dos cenários contemplando as opções de execução com os respectivos prazos, riscos, vantagens, desvantagens e histogramas dos recursos de mão de obra e equipamentos.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

2. INTRODUÇÃO

2.1 Cláusula do TTAC - Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta

Como compromissos firmados pela Samarco e seus acionistas para a execução pela Fundação Renova, em relação aos projetos de recuperação ambiental da região UHE Risoleta Neves, destacam-se os tópicos do TTAC abaixo citados:

- ✓ **CLÁUSULA 150:** Caberá à FUNDAÇÃO realizar estudos de identificação e de avaliação detalhada da ÁREA AMBIENTAL 1, considerando a SITUAÇÃO ANTERIOR e os efeitos derivados do EVENTO;

PARAGRAFO TERCEIRO: Especificamente quanto ao Reservatório da UHE Risoleta Neves, a SAMARCO realizará a dragagem dos primeiros 400 m (quatrocentos metros) desse reservatório até 31 de dezembro de 2016.

Há também que se considerar os seguintes tópicos do Termo de Acordo firmado entre a Samarco, o Consórcio Candonga e o MPE-MG em 10/06/2016:

- ✓ **CLÁUSULA 8:** A COMPROMISSÁRIA obriga-se a incorporar ao plano de dragagem eventuais sugestões a serem formuladas pelos COMPROMITENTES e/ou pela SEMAD, IBAMA, ANEEL e Defesa Civil ou a apresentar justificativa técnica para a não incorporação destas sugestões e obriga-se a executá-lo integralmente, nos estritos termos, condições e cautelas em que foi previsto, com envio de relatórios diários ao Ministério Público e aos referidos órgãos;
- ✓ **CLÁUSULA 9: PARÁGRAFO PRIMEIRO:** A lama e os demais rejeitos sólidos a serem retirados para cumprimento das obrigações previstas neste Termo deverão ser destinadas a local ambientalmente adequado para tal finalidade.

2.2 Histórico da Transição – Samarco para Fundação Renova

- ✓ **Mar/16** – Assinatura do Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC), que adjudica a responsabilidade das obras de contenção e manejo de rejeitos para a Fundação Renova;
- ✓ **Ago/16** – A Fundação Renova é instituída e inicia suas operações. Devido à criticidade das obras em Germano e Candonga, e considerando a proximidade do



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

período chuvoso 2016-17, definiu-se que as obras nestas localidades ficariam sob responsabilidade da Samarco até Mar/17;

- ✓ **Fev/17** – Samarco e Fundação Renova definem estratégia de transição do escopo das obras em Germano e Candonga, que deverá ocorrer entre os meses de março e julho, para garantir que não existirá descontinuidade das ações.

Cronograma da Transição da UHE Risoleta Neves – Candonga

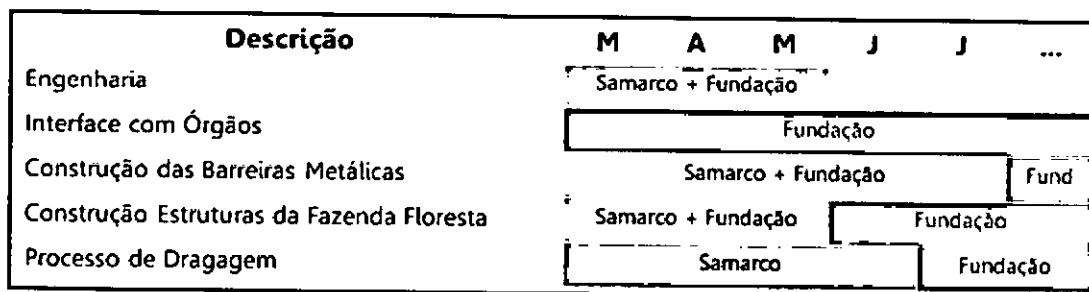


Figura 01 – Cronograma da Transição

Quadro Resumo das Atividades da UHE Risoleta Neves – Candonga

Tabela 01 – Atividades de Candonga

Item	Samarco	Fundação Renova
Engenharia	Samarco/Fundação Renova	
Barreiras Metálicas	Barreira A e B	Barreira C
Fazenda Floresta	-	Processo Concorrencial
Dragagem	Empresa Contratada	Empresa Contratada

2.3 Histórico das Obras e Principais Eventos

Em razão do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, no dia 05/11/2015, um grande volume de sedimentos, que anteriormente eram retidos naquela barragem, foi deslocado e depositado no reservatório da UHE Risoleta Neves entre os municípios de Santa Cruz do Escalvado e Rio Doce-MG.

Desde então estão sendo desenvolvidos vários serviços e estudos de engenharia para o manejo dos sedimentos depositados, além da identificação e desenvolvimento da



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

engenharia e das áreas de disposição, sua implantação, manutenção e futura ampliação, com frequência e volumes apresentados neste documento.

Para as áreas de disposição e os processos de dragagem estão sendo utilizadas as melhores e mais avançadas técnicas de engenharia, em concordância com a legislação vigente. Isso garante o atendimento às necessidades ambientais, dada a natureza da recuperação, e dos demais requisitos técnicos e econômicos envolvidos em todo e qualquer empreendimento dessa natureza.

Objetivo Principal - Primeiro Ano

O principal objetivo do primeiro ano foi garantir a estabilidade do barramento principal da UHE durante o período chuvoso de 2016/2017. Para isso, foi necessário aliviar a estrutura do referido barramento, através da contenção dos sedimentos depositados no reservatório e aqueles que, por ventura, fossem carreados e aportados junto a essa estrutura.

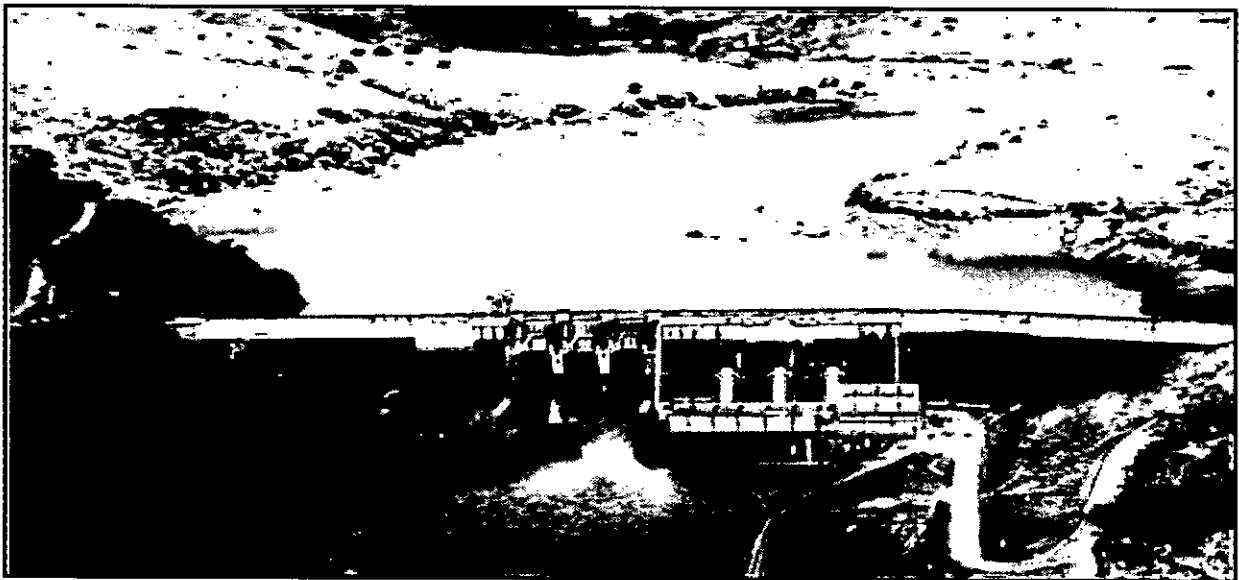


Figura 02 – UHE Risoleta Neves

Outras ações empreendidas imediatamente após o rompimento estavam focadas no atendimento emergencial para limpeza das margens e recuperação dos acessos entre o barramento principal e os nove quilômetros a montante, onde ocorreu o depósito de grande volume de material predominantemente lenhoso, arrastado pelo deslocamento de sedimentos.



Figura 03 – Material Lenhoso (Após o Rompimento)

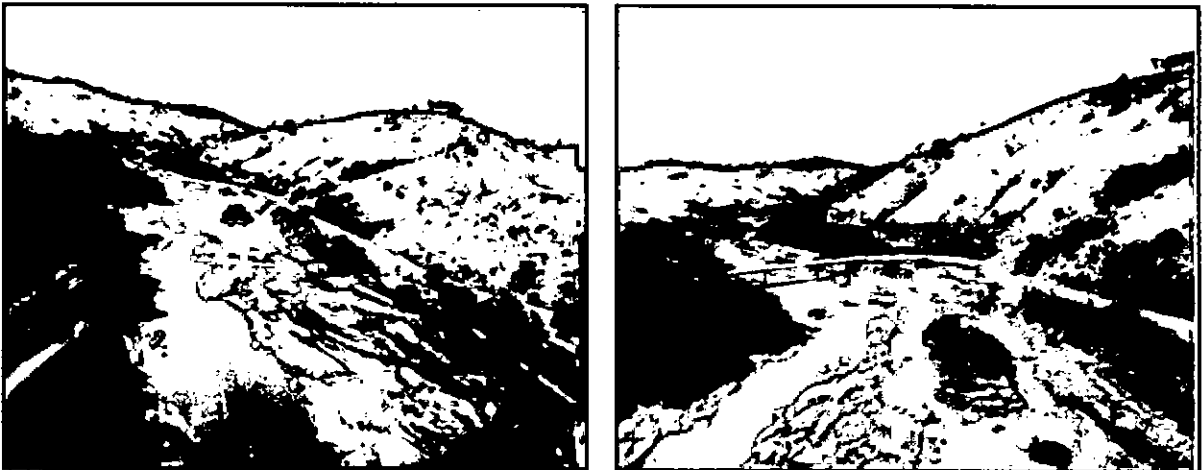


Figura 04 – Limpeza da Região (Atual)

2.4 Contexto Atual, Referências Atuais e Principais Desafios (ANEXO I)

Abaixo um sumário da atual situação na região, assim como os principais desafios a serem encaminhados:

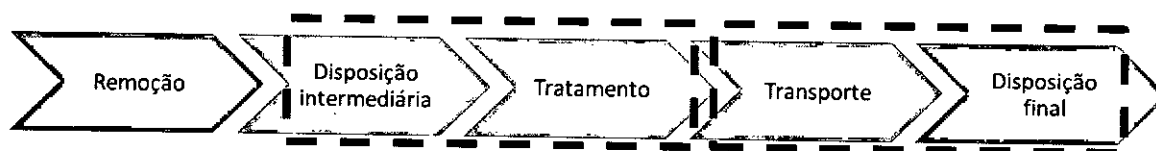
- ✓ Através de levantamento batimétrico realizado em Nov/15, pôde-se constatar a redução do volume do reservatório na ordem de 8.000.000 de m³ resultantes do evento, sendo que o volume atual de sedimentos nos primeiros 400m encontra-se na ordem de 1.000.000 de m³, segundo os dados da última batimetria realizada em março de 2017, e que segue **(ANEXO I)** a este documento;
- ✓ Foram realizados estudos e acompanhamentos periódicos que atestaram a estabilidade da estrutura do barramento principal da Hidrelétrica Risoleta Neves;



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

- ✓ Estão em andamento as Obras de Contenção (Barramentos Metálicos), Controle de Erosão e Recuperação Ambiental a montante, que tem como objetivo conter sedimentos carregados a partir dos cursos d'água Gualaxo do Norte e Carmo;
- ✓ É um compromisso da Fundação Renova apresentar um cronograma detalhado da solução de Candonga até 15/04/17, levando em consideração o resultado de estudos e simulações das melhores alternativas para cada etapa do processo, conforme esquemático abaixo.



2.5 Status do Plano de Trabalho

O presente documento foi elaborado com base na engenharia desenvolvida para construção das áreas de disposição e barramentos metálicos; realização de planejamento detalhado das obras; alternativas para otimização do prazo para retorno operacional da UHE Risoleta Neves e objetivos que deverão orientar as decisões de manejo de rejeitos no reservatório da hidrelétrica visando a melhor solução socioeconômica e socioambiental.

O protocolo deste documento na presente data, tem como objetivo o atendimento de compromisso assumido pela Fundação Renova, em resposta à Deliberação nº 45 do Comitê Interfederativo, e os cenários apresentados para análise requerem um aprofundamento técnico que será atingido após concluirmos os estudos técnicos que já se encontram em andamento.

Além disso, importante destacar que o conteúdo deste documento ainda passará por uma avaliação detalhada do Conselho Curador da Fundação Renova, providência esta que deverá ocorrer concomitantemente à sua apreciação pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS e de GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

4. DIRETRIZES E FASEAMENTO DAS ATIVIDADES

Com base nos estudos executados, aliados aos *Workshops*, painéis e debates realizados com entidades e especialistas, certifica-se que para o atendimento dos objetivos fixados, algumas premissas técnicas e um faseamento fazem-se necessários, e alternativas foram elaboradas com base nessas premissas:

- ✓ Priorização do prazo de conclusão da Fase 1;
- ✓ Dimensionamento das etapas do processo considerando os objetivos da Fase 2;
- ✓ Prazo necessário para implantação das áreas de disposição e barreira metálica A;
- ✓ Viabilidade técnica e estudos detalhados em cada etapa do processo;
- ✓ Viabilidade ambiental das soluções de dragagem e disposição de sedimentos.

A execução da totalidade do escopo necessário será realizada em duas fases (Fases 1 e 2, abaixo descritas), que obedecem a uma melhor expectativa de performance e atendimento aos objetivos, que seja relativo à segurança, ao meio ambiente, ou a sustentabilidade da região, das operações e das comunidades vizinhas.

4.1 Fase 1

Dragagem dos 400m a montante da Barragem UHE Risoleta Neves

- ✓ Garantir a conclusão da dragagem o mais breve possível;
- ✓ Ganhos na qualidade da água a jusante do Reservatório (Cláusula 150);
- ✓ Condições para retorno operacional da UHE Risoleta Neves (Cláusula 80).

4.2 Fase 2

Dragagem Adicional dos 400m no Reservatório da UHE Risoleta Neves

- ✓ Garantir uma solução de longo prazo com os melhores resultados socioeconômicos e socioambientais. Para tal, devem ser desenvolvidos estudos que apontem a



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

solução que garanta a continuidade operacional da UHE Risoleta Neves, o menor impacto ambiental para a operação e disposição final dos sedimentos. A Fundação Renova entende que, com base nesses objetivos, irá definir as ações da Fase 2 fundamentado nas Diretrizes de Manejo de Rejeitos.

5. CARACTERIZAÇÃO DOS DESAFIOS – OBJETIVOS, STATUS DAS OBRAS E PRÓXIMOS PASSOS

5.1 BARREIRAS METÁLICAS

5.1.1 Barramentos A, B e C

As barreiras metálicas são estruturas instaladas transversalmente ao lago, sendo prevista a construção de 03 (três) unidades ao longo do Rio Doce até a UHE Risoleta Neves. A primeira será construída a 400m (barramento A), a seguinte a 5,1 quilômetros (barramento B) e a terceira a aproximadamente 6,5 quilômetros de distância até a usina (barramento C).

Seu objetivo é impedir ou minimizar o aporte de sedimentos na região dos primeiros 400 m a montante da UHE, permitir a conclusão da dragagem na fase 1 e viabilizar a retomada da operação da usina.

O Barramento B desempenha um papel de grande importância, pois na sua posição, além de conter o deslocamento do sedimento dentro do reservatório, gera um recinto capaz de acumular um volume da ordem de 1.300.000 m³.

O método construtivo desses barramentos consiste na execução de um aterro de conquista no leito do Rio Doce, o qual irá possibilitar o avanço da cravação dos perfis metálicos para que o barramento possa ser construído.

São utilizadas estacas tubulares associadas à execução de estacas prancha, de maneira a formar estrutura contínua. A jusante do barramento será ainda executada proteção com enrocamento argamassado para reduzir a possibilidade de erosão no pé do barramento, causada principalmente pela queda da água sobre o leito do rio.

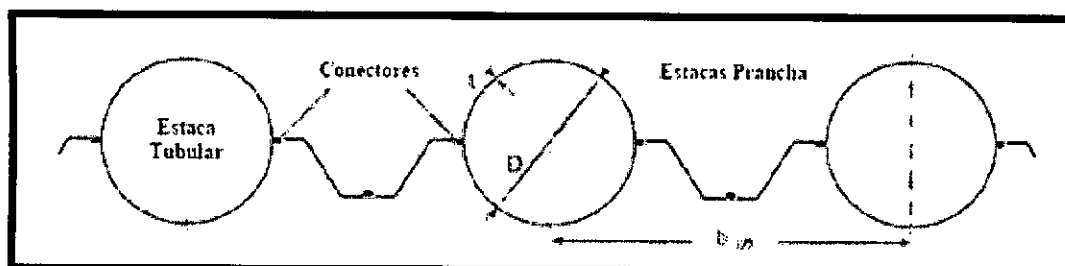


Figura 06 – Esquemático Típico da Construção do Barramento Metálico

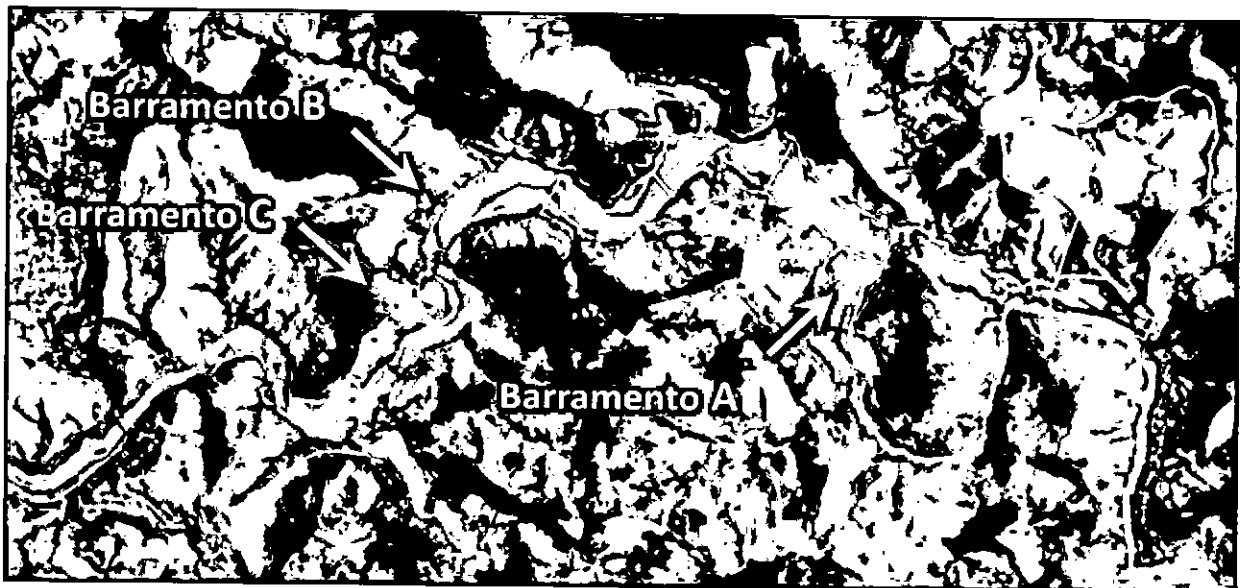


Figura 07 – Localização dos Barramentos A, B e C

Barramento A

A 400 metros da UHE Risoleta Neves encontra-se em instalação a Barreira Metálica A, considerada a mais importante para viabilizar a dragagem da área e, conseqüentemente, a operação da usina. Em função da proximidade com o vertedouro, a barreira possui 250 metros de comprimento (margem a margem) e devido a sua extensão é considerada a mais complexa a ser executada.



Figura 08 – Vista Superior do Barramento A



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Cronograma Macro das Obras do Barramento A (STATUS: Mar/17)

Atividade	Início	Término	2017											
			mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez		
UHE RISOLETA NEVES - CANDONGA	mar/16	ago/17												
BARRAMENTOS METÁLICOS	mar/16	ago/17												
Barramento A	mar/16	ago/17												
Engenharia Detalhada	mar/16	mai/16												
Contratações	mai/16	ago/16												
Execução do Barramento A	ago/16	ago/17												

Figura 09 – Cronograma Resumo

Atividades em Andamento do Barramento A

- ✓ Concluído a cravação das estacas do trecho “D”, através de martelo vibratório acoplado em guindaste;
- ✓ Em andamento o recebimento das estacas tubulares/pranchas no *pipe shop*, serviços preliminares de emenda dos tubos (12 metros) e execução das soldas “guias” para o alinhamento durante a cravação das estacas tipo “pranchas”;
- ✓ Em andamento o deslocamento dos tubos até a área próxima ao eixo da barreira, posicionamento/içamento/cravação das estacas do trecho “C”, através de martelo vibratório acoplado em guindaste.

Barramento B

Em seguida encontra-se a Barreira Metálica B, distante 5,1 quilômetros da UHE Risoleta Neves.

Os serviços de cravação de estacas do Barramento B foram concluídos pela empresa Piacentini Costruzioni em março/17, sendo cravadas 59 estacas tubulares ($\varnothing 813\text{mm}$ e $\varnothing 1.575\text{mm}$) e 78 estacas pranchas.

Os demais serviços complementares de proteção da barreira a jusante, e o fechamento de algumas janelas ao longo de sua seção longitudinal foram concluídos em abril/17.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA



Figura 10 – Vista Superior da Barreira B

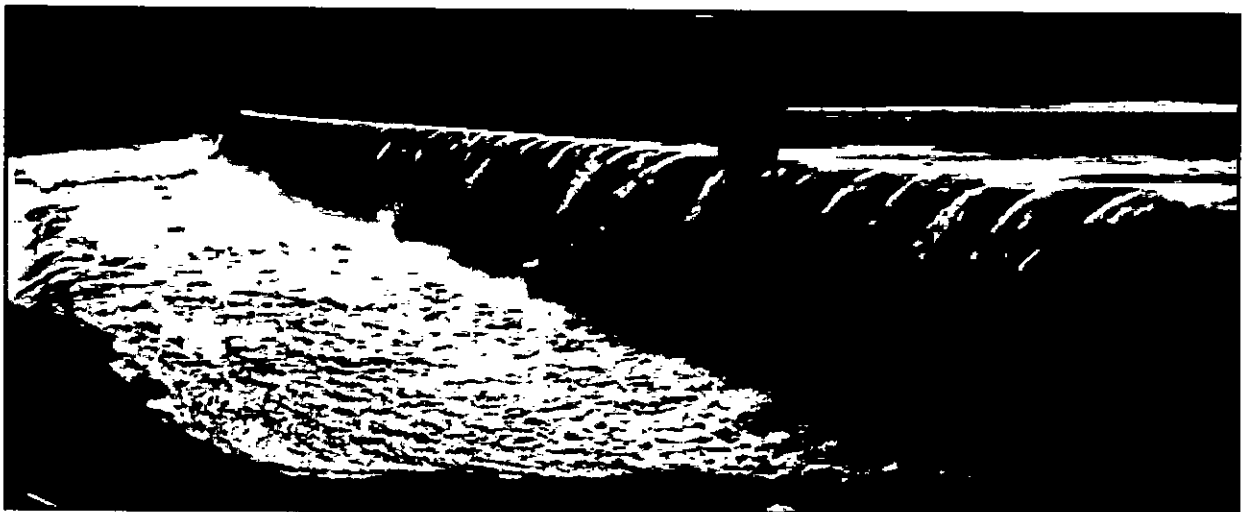


Figura 11 – Vista Lateral da Barreira B

Cronograma Macro das Obras do Barramento B

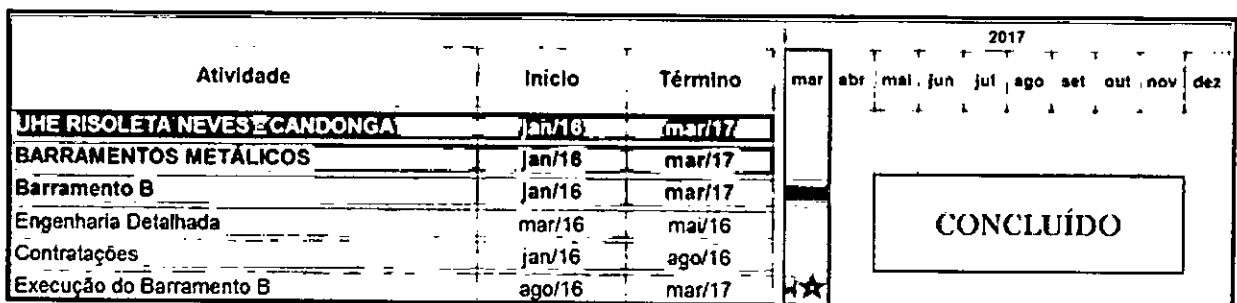


Figura 12 – Cronograma Resumo



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Barramento C

A primeira barreira à montante no Rio Doce a ser construída será a Barreira Metálica C, distante cerca de 6,5 quilômetros da UHE Risoleta Neves.

O barramento C desempenha um papel similar ao barramento B no sentido de prover, a partir da sua instalação, um recinto capaz de acumular um volume na ordem de 3.000.000 m³, a serem confirmados a partir do desenvolvimento do projeto.

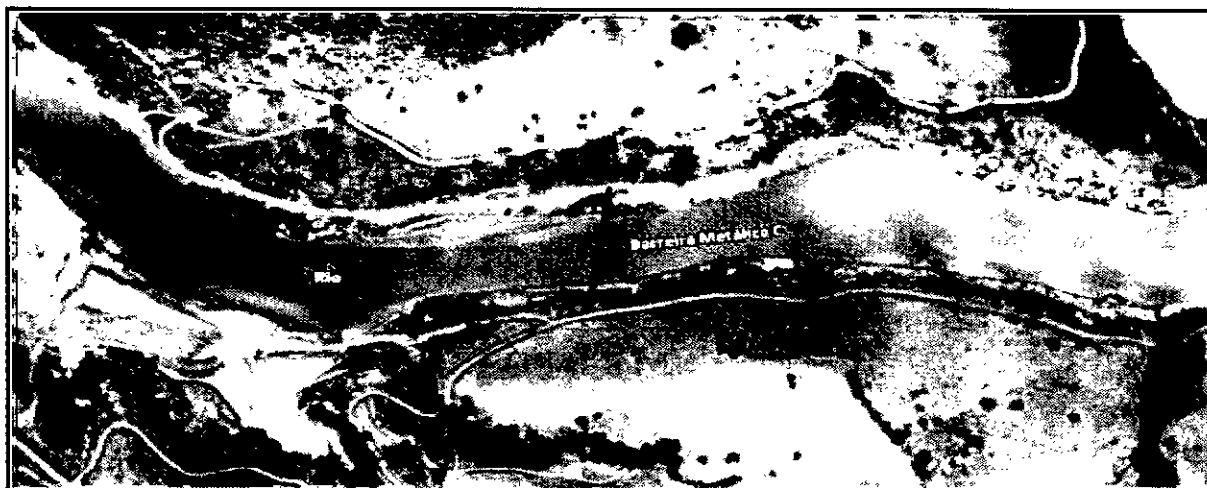


Figura 13 – Vista Superior da Barreira C

Cronograma das Obras do Barramento C (STATUS: Mar/17)

Atividade	Início	Término	2017												
			mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
UHE RISOLETA NEVES - CANDONGA	jan/16	mar/17													
BARRAMENTOS METÁLICOS	jan/16	mar/17													
Barramento C	jan/17	out/17													
Engenharia Detalhada	jan/17	abr/17		☆											
Contratações	abr/17	jun/17				☆									
Execução do Barramento C	jun/17	out/17												☆	

Figura 14 – Cronograma Resumo

Atividades em Andamento do Barramento C

- ✓ Concluídos os furos de sondagem na região do barramento C;
- ✓ Em desenvolvimento a engenharia detalhada para a execução do Barramento C.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

5.2 ÁREAS DE DISPOSIÇÃO

Um dos principais gargalos para alcançar os objetivos dos Programas PG009 (Reservatório UHE Risoleta neves) e PG023 (Manejo dos Rejeitos) são as áreas disponíveis para a disposição dos rejeitos a serem dragados.

São diversas áreas e potenciais alternativas para atender a demanda e o fluxo contínuo de dragagem de rejeitos, que devem considerar dentre outras as seguintes premissas básicas de projeto:

- ✓ Escolha de locais sem a presença de estágios médios e avançados de regeneração, buscando preferencialmente áreas dentro do próprio reservatório da UHE Risoleta Neves;
- ✓ Relevo favorável à disposição dos sedimentos de dragagem;
- ✓ Facilidades de acesso para a realização da disposição do material dragado;
- ✓ Regiões menos cultivadas e pouco habitadas, menos valorizadas e de menor impacto socioeconômico-cultural;
- ✓ Minimização dos eventuais impactos e dos custos ambientais advindos da sua mitigação.

5.2.1 Setor 4 e Ecobags (limpeza mecânica/ecobags)

Como alternativa para a disposição dos rejeitos está prevista a utilização da área a jusante do dique 4, através da dragagem para Ecobags e/ou limpeza a montante do dique 4 utilizando escavadeira mecânica e caminhões basculantes para o transporte dos sedimentos para Fazenda Floresta.

Os serviços de limpeza e reforços de fundação da área supracitada, foram iniciados em dezembro/16 e concluídos em março/17, sendo que o volume previsto para a disposição é de aproximadamente 150.000 m³. Este volume poderá ser aumentado dependendo da capacidade de adensamento (Com utilização ou não de Reagentes Químicos) que será



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

promovido por este tipo de disposição. Este coeficiente será determinado durante a operação de enchimento através do monitoramento contínuo dos trabalhos.

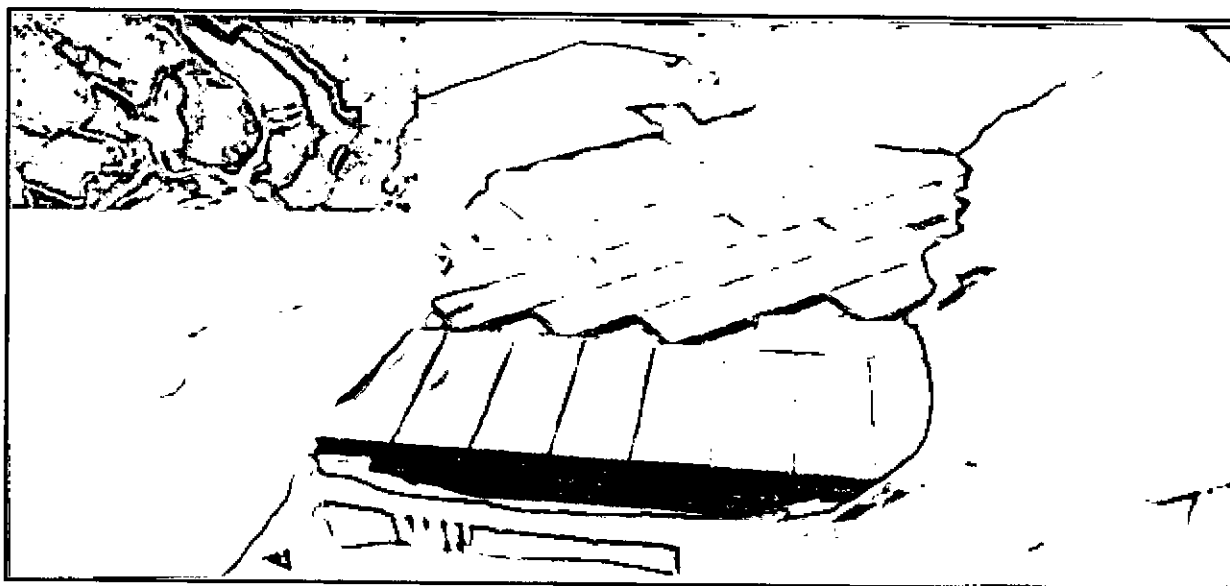


Figura 15 – Disposição encapsulada a jusante do Setor 4

Atividades em Andamento nas Obras do Setor 4

- ✓ Em andamento os serviços de recomposição dos taludes do Dique 4A;
- ✓ Em andamento a limpeza dos drenos existentes e execução da escavação para a instalação do dreno no Dique 4.

5.2.2 Setor 8 e Velho Soberbo

A área de disposição denominada Velho Soberbo é um dique já construído com capacidade para disposição de aproximadamente 140.000 m³. Atualmente é o local utilizado para destinação dos resíduos dragados.

A Pilha externa ao Velho Soberbo, área destinada a comportar 150.000 m³, está com os serviços de limpeza e preparação da área concluídos. O empilhamento de material de origem do Setor 8 encontra-se em andamento.

5.2.3 Fazenda Floresta

A Fazenda Floresta é a área adquirida para disposição final dos rejeitos, conforme layout a seguir.

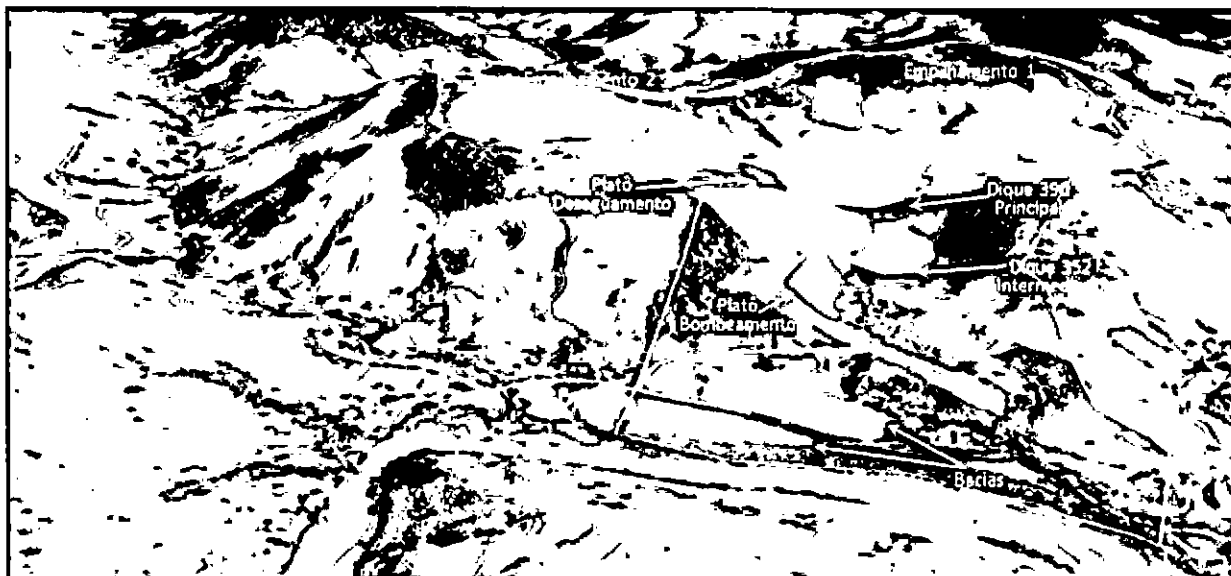


Figura 16 – Esquemático da Fazenda Floresta

- ✓ Dois diques, sendo um intermediário e um principal, ambos para disposição dos rejeitos dragados, na elevação 354 e 390, com capacidades para bombeamento de 113.000 m³ e 1.380.000 m³ de rejeito, respectivamente. Será utilizada uma estação de bombeamento ou draga para direcionamento de rejeito do dique intermediário para o dique principal.



Figura 17 – Diques El. 354 (Intermediário) e El. 390 (Principal)

- ✓ Prevista a construção de duas pilhas de rejeito no sentido leste / oeste das áreas denominadas empilhamentos 1 e 2. Estes dois empilhamentos apresentam um



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

volume geométrico na ordem de 3.700.000 m³. Considerando a densidade de acomodação, há potencial para comportar no reservatório praticamente todo o volume de sedimento carregado e depositado pelo evento ocorrido em 05/11/2015.

Os prazos para a execução destas obras detalhadas serão apresentados nos cronogramas detalhados, nos capítulos seguintes.

5.3 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

O Sistema de Tratamento de Efluentes é composto de duas bacias que desempenham um importante papel, também voltado para a garantia da qualidade da água, sendo a Bacia 1 de decantação de rejeitos e a Bacia 2 com volume de 230.000m³ para disposição de rejeitos, ambas localizadas na Fazenda Floresta.

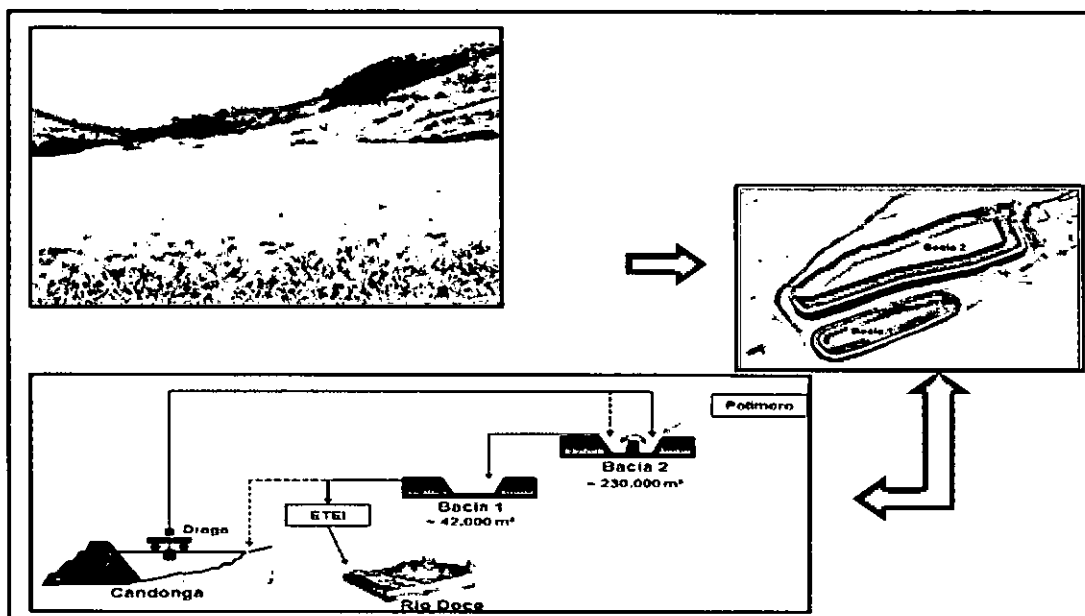


Figura 18 – Esquemático das Bacias/Estação de Tratamento de Efluentes

Segue abaixo o quadro com os tipos de ETE's (Estação de Tratamento de Efluentes) e identificação dos pontos positivos e negativos de cada alternativa, para o processo de tratamento de efluentes.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Tabela 02 – Quadro com os processos para a ETE's

Processo	Pontos Positivos	Pontos Negativos
ETE Convencional	Domínio da Tecnologia Eficiência de Tratamento Baixo Consumo de Energia	Construção das Instalações Armazenamento de Produto Químico Utilização de Reagentes Tempo de Implantação
ETE modular	Domínio da Tecnologia Implantação em escala Eficiência de Tratamento Baixo Consumo de Energia Menor Porte de Instalação	Construção das Instalações Armazenamento de Produto Químico Utilização de Reagentes
Flotlux	Domínio da Tecnologia Eficiência de Tratamento	Construção das Instalações Armazenamento de Produto Químico Utilização de Reagentes Fornecedor Único Baixo Domínio da Tecnologia Alto Consumo de Energia Tempo de Implantação Alta Geração de Resíduos Não contempla disposição dos Resíduos Nível Elevado de Ruídos
Nanobactéria	Domínio da Tecnologia Baixo Consumo de Energia Baixa Geração de Resíduos Não Utilização de Reagentes	Fornecedor Único Baixo Domínio da Tecnologia Desconhecimento da Capacidade de Tratamento Teste apenas em pequena escala Desconhecimento do comportamento biológico Assistência Técnica

Após análise criteriosa de especialistas dos pontos supracitados, ficou definido que será adotada a Estação de Tratamento de Efluentes Modular, tipo Compacta.

5.4 DRAGAGEM E REMOÇÃO MECÂNICA

Em paralelo à execução dos barramentos metálicos estão sendo executados os serviços de dragagem dos 400 m a jusante da UHE Risoleta Neves.

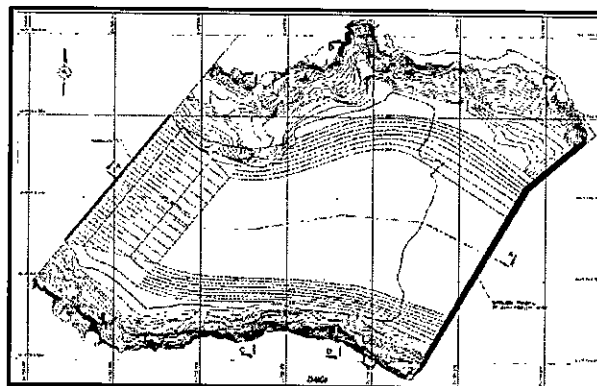


Figura 19 – Área da Dragagem



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Dragagem dos rejeitos a montante da usina

Estima-se que o volume atual de rejeito depositado a montante e compreendido entre o Barramento A e a usina (distância de 400 metros) seja de 1.000.000 m³. Considerado nos estudos uma variação de volume em função do aporte mensal de sedimentos, conforme apresentado nos próximos capítulos.

Caracterização do Material Dragado

- ✓ Peso específico dos grãos varia entre 2,395 g/cm³ e 3,276 g/cm³;
- ✓ Densidade aparente seca variou entre 1,529 g/cm³ e 1,799 g/cm³;
- ✓ Densidade média de poupa de 1,150 g/cm³, atingindo valores de até 1,250 g/cm³.

Tabela 03 – % Relativa da Amostra

Furo	Profundidade	% Relativa da Amostra			
		Argila	Silte	Areia Fina	Areia Grossa
1	0	15,8	79,2	5	0
	3	15,3	71	13,7	0
	6	7,5	46,5	43	1
2	0	12	73	15	0
	3	17	72	11	0
	6	11	69,4	18,9	0,7
3	0	8,2	71,3	20,5	0
	3	12	75	13	0
	6	27,5	66,7	5,8	0
4	0	17	76	7	0
	3	15,5	79,1	5,4	0
	6	23,3	73	4,8	0
5	0	4	62,4	32,9	0,7
	3	14,2	84	1,8	0
	6	14,2	84	1,8	0

Equipamentos Mobilizados

Os serviços de dragagem nos 400m a montante da UHE Risoleta Neves – Candonga foram iniciados no primeiro trimestre do ano de 2016, pela empresa Allonda. Para isto foram mobilizados 02 equipamentos de dragagem, que estão especificados a seguir.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

DRAGA IHC BEAVER 50

- ✓ Comprimento: 21,65 m;
- ✓ Largura: 7,87 m;
- ✓ Calado Carregado: 1,30 m + 0,50 m de folga para livrar interferência do suporte Spuds.

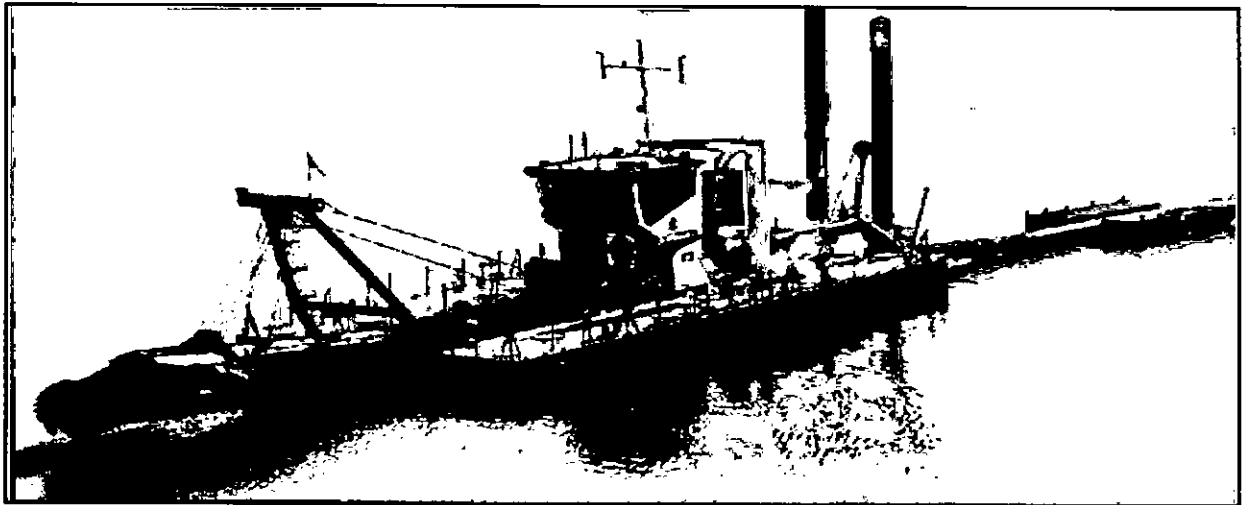


Figura 20 – Draga IHC BEAVER 50

DRAGA IHC BEAVER 1500 (B20)

- ✓ Comprimento: 41,00 m;
- ✓ Largura: 9,00 m;
- ✓ Calado Carregado: 1,30 m + 0,50 m de folga para livrar interferência do suporte Spuds.



Figura 21 – Draga IHC BEAVER 1500 (B20)

Performance dos equipamentos em função das áreas de disposição:

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 50 PARA A BACIA 2

- ✓ Distância de Recalque: 3.000 m;
- ✓ Desnível Máximo: 23 m;
- ✓ Produção considerada: 100.000m³/mês.

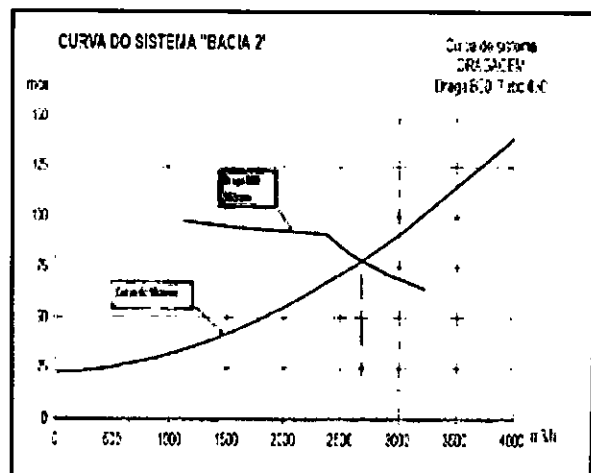


Figura 22 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema “Bacia 2”

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 50 PARA O BARRAMENTO B

- ✓ Distância de Recalque: 7.000 m;



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

- ✓ Desnível Máximo: 11 m;
- ✓ Produção considerada: 100.000m³/mês.

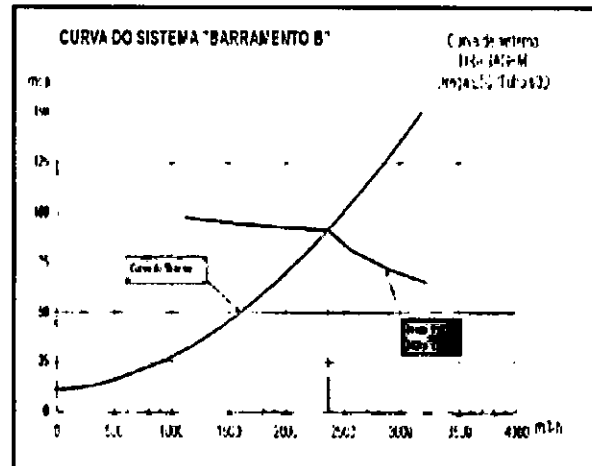


Figura 23 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema "Barramento B"

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 50 PARA O SETOR INTERMEDIÁRIO

- ✓ Distância de Recalque: 3.500 m;
- ✓ Desnível Máximo: 42 m;
- ✓ Produção considerada: 100.000m³/mês.

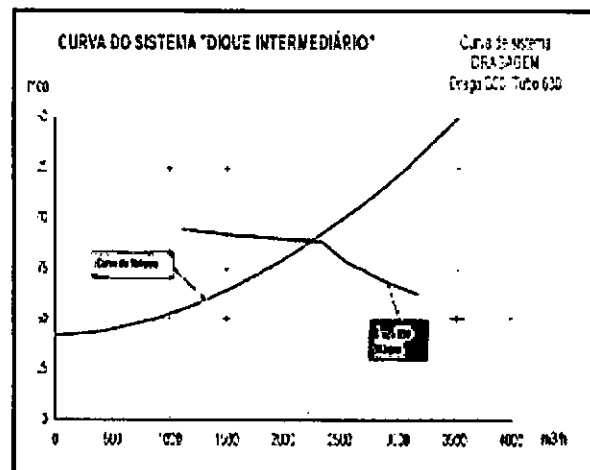
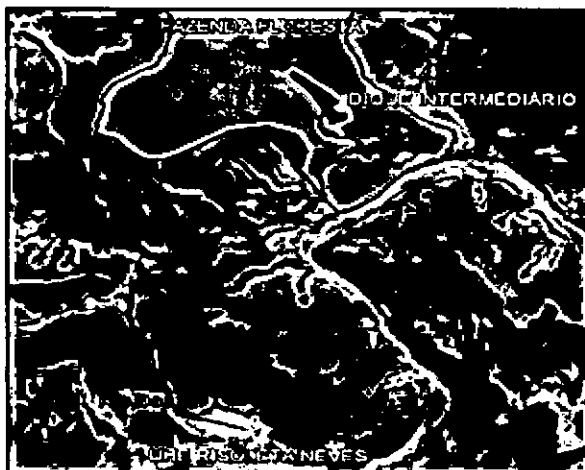


Figura 24 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema "Dique Intermediário"

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 50 PARA O SETOR 4 E 5



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

- ✓ Distância de Recalque: 4.000 m;
- ✓ Desnível Máximo: 20 m;
- ✓ Produção considerada: 100.000m³/mês.

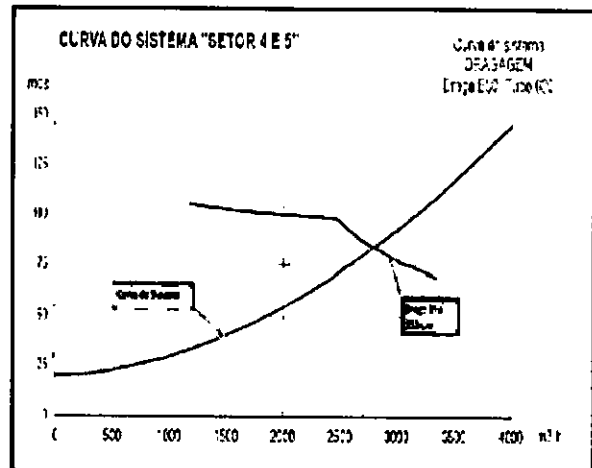


Figura 25 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema “Setor 4 e 5”

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 50 PARA O SETOR 8

- ✓ Distância de Recalque: 8.700 m;
- ✓ Desnível Máximo: 15 m;
- ✓ Produção considerada: 50.000m³/mês.

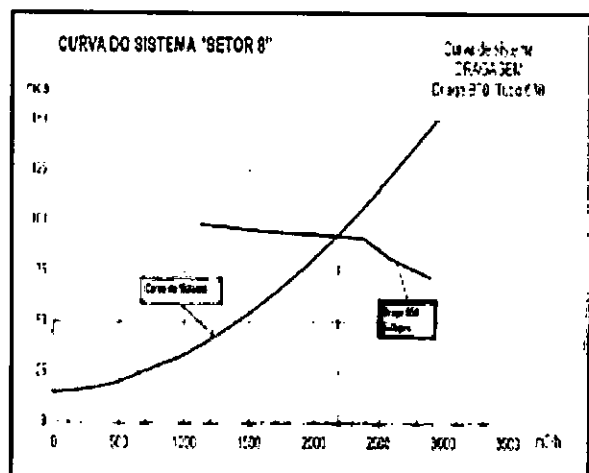
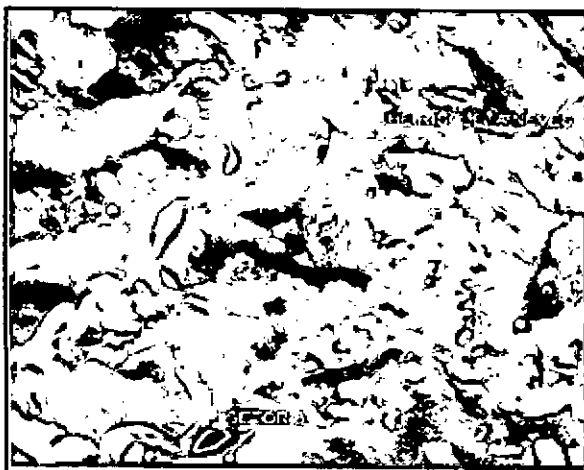


Figura 26 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema “Setor 8”

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 1500 (B20) PARA A BACIA 2



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

- ✓ Distância de Recalque: 3.000 m;
- ✓ Desnível Máximo: 23 m;
- ✓ Produção considerada: 50.000m³/mês.

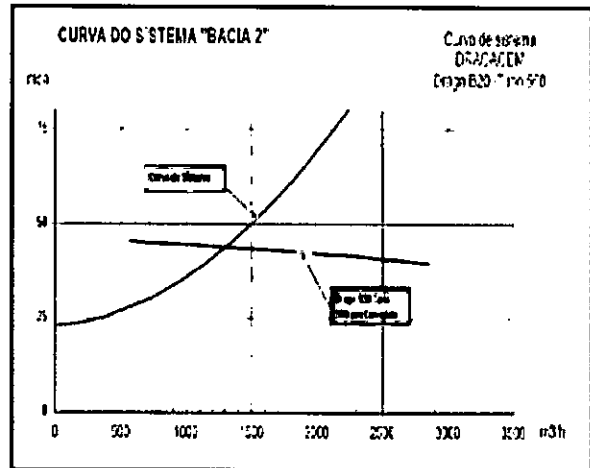
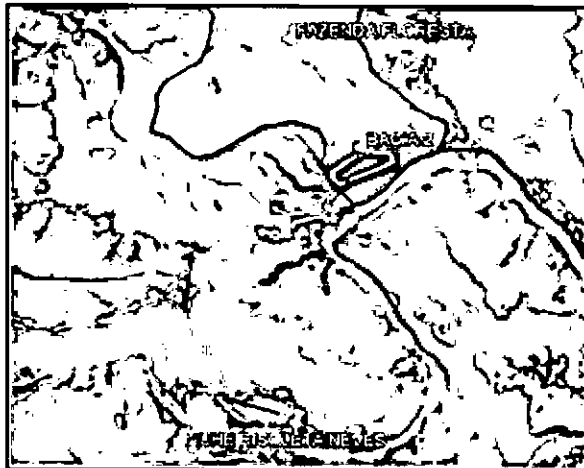


Figura 27 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema “Bacia 2”

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 1500 (B20) PARA O BARRAMENTO B

- ✓ Distância de Recalque: 7.000 m;
- ✓ Desnível Máximo: 11 m;
- ✓ Produção considerada: 50.000m³/mês.

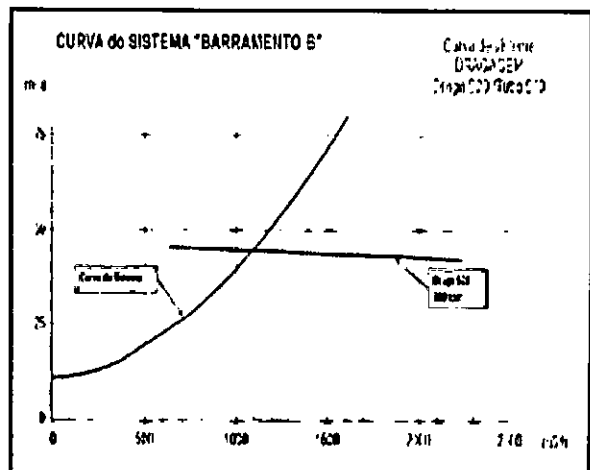
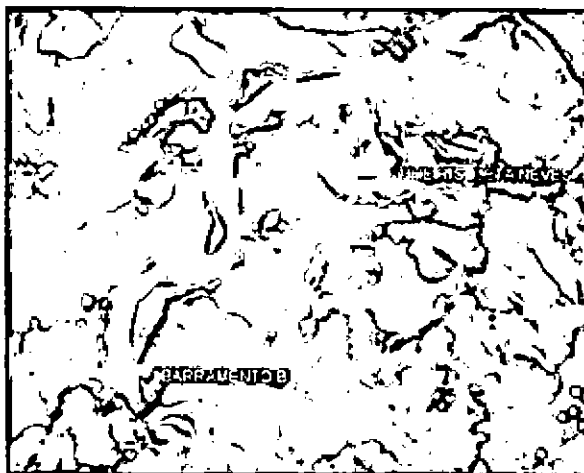


Figura 28 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema “Barramento B”

DRAGAGEM COM DRAGA IHC BEAVER 1500 (B20) PARA SETOR 4 E 5



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

- Distância de Recalque: 4.000 m
- Desnível Máximo: 20 m
- Produção considerada: 50.000m³/mês

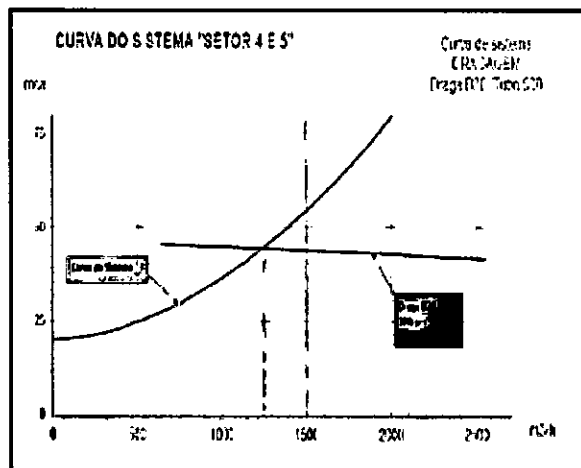


Figura 29 – Rota da Tubulação/Curva do Sistema “Setor 4 e 5”

5.5 LIMPEZA DO CANAL A JUSANTE DA UHE RISOLETA NEVES

Em andamento os estudos técnicos para a definição do escopo final da limpeza do canal a jusante da UHE Risoleta Neves. Foi realizada uma visita técnica em uma usina similar a UHE Risoleta Neves para verificação da metodologia a ser adotada para a limpeza.

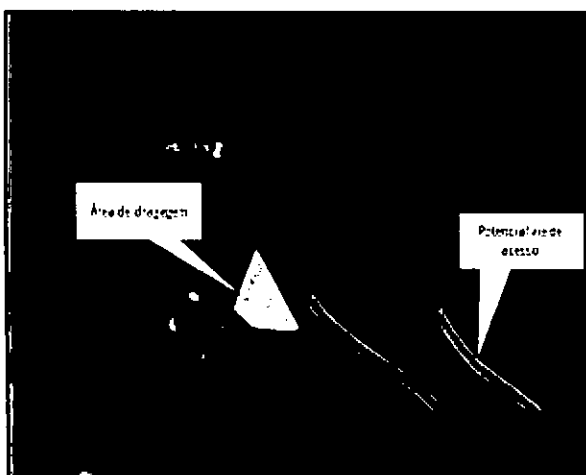


Figura 30 – Localização dos sedimentos a jusante da UHE



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

O nível de sedimentos atualmente encontra-se na cota El. 275,00 e tem um volume estimado de dragagem de 25.000,00 m³.

Serão apresentados até 31/07/17 os estudos de engenharia, juntamente com os estudos de execução, incluindo o planejamento detalhado para estas atividades.

5.6 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO

Estabilidade das Encostas

Análise da estabilidade das encostas é uma importante ferramenta para garantia operacional de barramentos em geral, uma vez que podem causar redução do volume útil de reservação, aumento da turbidez da água, prejuízos ao barramento, entre outros. Sob este aspecto, estão sendo avaliadas as condições de estabilidade dos taludes às margens do reservatório da UHE Risoleta Neves.

As análises foram iniciadas pelo reservatório do barramento B que encontra-se concluído. Após o estudo da geologia da região e a elaboração do mapa de declividades (**Figura – 31**) foram identificados 02 pontos (133 e 143), que podem sofrer com a subida do reservatório.

Para os demais pontos identificados (**Figura – 32**) serão realizadas análises para a proposição de melhorias, quando o nível d'água for elevado para seu nível operacional.

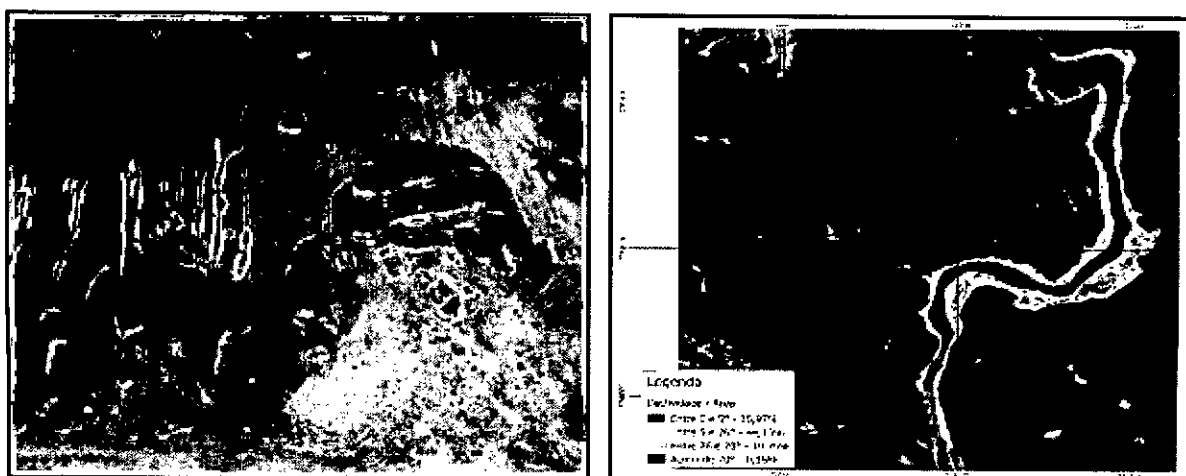


Figura 31 – Característica do Solo/Mapa de declividades



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

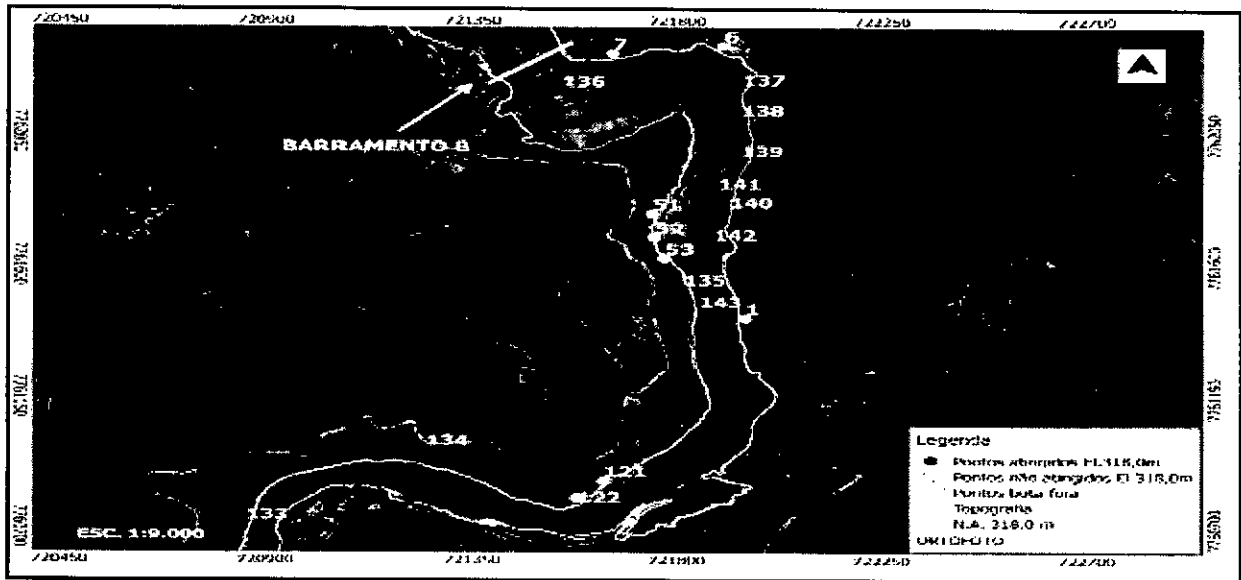


Figura 32 – Mapa dos pontos atingidos com a elevação

Durante o mapeamento realizado foi identificado que parte das encostas apresenta afloramentos rochosos e inclinações favoráveis a estabilidade dos taludes; além disso através das análises de estabilidade realizadas, pôde ser constatado que nenhum talude do reservatório do Barramento B apresenta fator de segurança inferior ao recomendado pela NBR 11.682:2009, portanto, é possível afirmar que a subida do reservatório para a El. 318,00 não apresentará qualquer influência na condição atual das encostas.

Demais Áreas Afetadas

Está previsto no programa PG-025 a recuperação ambiental das áreas afetadas pelo evento, utilizando as melhores técnicas de recuperação ambiental para o controle das erosões (supracitadas) e carreamento dos sedimentos.

5.7 ELEVAÇÃO DO RESERVATÓRIO PARA A EXECUÇÃO DA FASE 1

Após a realização de *Workshops* e debates técnicos, que envolveram engenharia, fornecedores, prestadores de serviços, conclui-se que elevação do reservatório melhora as condições de operação da dragagem e qualidade da água a jusante do reservatório.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Dependendo da elevação é possível que esta ação auxilie na viabilidade da dragagem à montante da barreira metálica B. Para viabilizar esta operação, a Fundação Renova buscará viabilizar a operacionalização das comportas junto ao concessionário da UHE Risoleta Neves.



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

6. PLANEJAMENTO DETALHADO DAS OBRAS E DRAGAGEM

6.1 Plano de Ataque das Obras

Introdução

O Planejamento das obras foi realizado seguindo uma sequência lógica definida no cronograma de serviços e as especificidades de cada frente de serviço.

Como pode ser observado no cronograma de permanência de equipamentos, serão disponibilizados os recursos necessários para evolução simultânea das frentes de serviço, mecanizando ao máximo os processos executivos e garantindo, assim, o cumprimento dos prazos.

Considerando as incertezas de prazos de execução, em especial considerando as variações das condições climáticas e de comportamento do rio que afetam diretamente a produtividade das obras em Candonga, os prazos para conclusão das principais obras serão apresentados considerando as datas: otimista (P20), provável (P50), conservador (P80) e pessimista (P100). Estas datas foram definidas a partir de um Range Analysis, metodologia aplicada nos cronogramas detalhados constantes deste capítulo e melhor descrita no Capítulo 7.6 deste documento.

Frentes de Serviços

Conforme informado no item anterior, as frentes de serviço serão divididas de forma a beneficiar a sequência de ataque à obra. A obra deverá ser dividida em 7 (sete) áreas, cuja execução será realizada de forma independente.

A seguir são apresentadas as frentes de serviço consideradas no planejamento dos cenários:

Frente de Serviço 1: Barramento A;

Frente de Serviço 2: Barramento B;

Frente de Serviço 3: Barramento C;

Frente de Serviço 4: Dragagem dos sedimentos;

Frente de Serviço 5: Setor 8 e Pilha do Velho Soberbo;



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Frente de Serviço 6: Setor 4,5 e Ecobags;

Frente de Serviço 7: Setor 11 – Fazenda Floresta.

Apresentamos abaixo uma planta chave com as localizações das frentes de serviços:

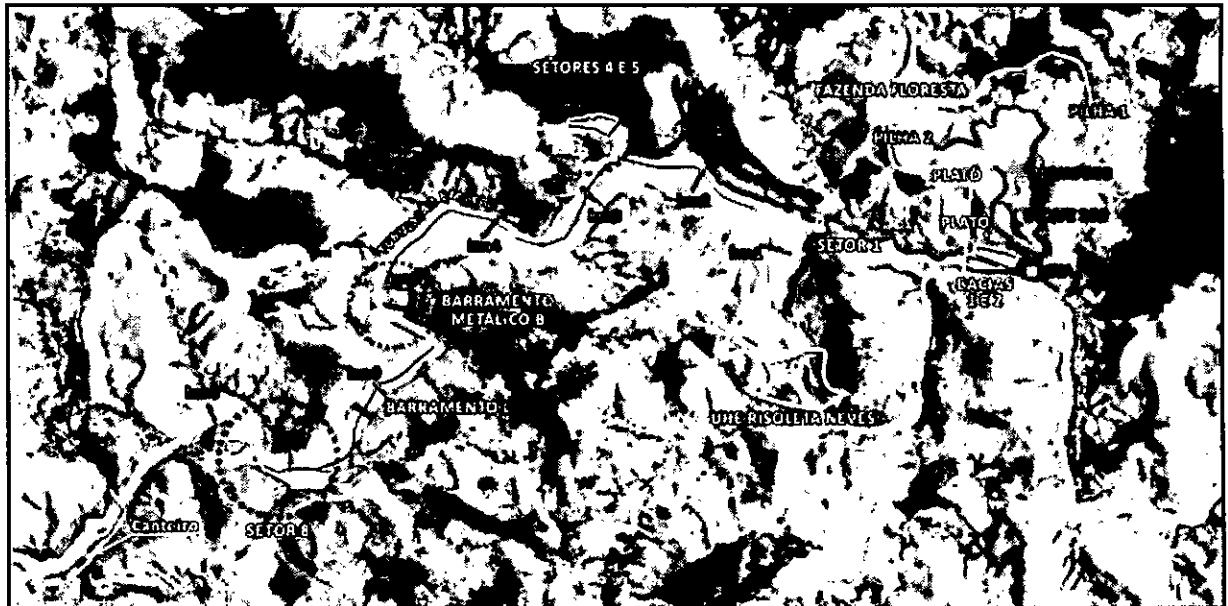


Figura 33 – Áreas de disposição da UHE Risoleta Neves

As dragas B20 e B50 atualmente estão dragando para os setores 1 e 8. A estratégia da Fundação Renova é ampliar as áreas de disposição através da implantação das estruturas da Fazenda Floresta (bacia 1, bacia 2, dique intermediário, dique principal, pilha 1, pilha 2 e a ETE) e executar as limpezas dos setores 4, 5 e 8, aumentando significativamente o volume para disposição do material dragado.

Apresentaremos as frentes de serviços com as principais informações das obras, conforme segue abaixo:

Frente de Serviço 1: Barramento A

Status das obras: Em execução os serviços de cravação de tubos e perfis e execução do aterro de conquista.

Principais equipamentos utilizados: Guindaste de esteira, martelo vibratório, caminhão guindauto, escavadeira hidráulica, caminhão traçado e trator de esteira.

Término das Obras:



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Tabela 04 – Previsão de término do Barramento A

Otimista (P20)	Provável (P50)	Conservador (P80)	Pessimista (P100)
18/08/17	02/09/17	07/10/17	07/10/17



Figura 34 – Eixo/Pipeshop do Barramento A

Frente de Serviço 2: Barramento B

Status das obras: Barramento 100% executado. Em andamento as proteções das ombreiras e instalações dos equipamentos de monitoramento.

Principais equipamentos utilizados: Escavadeira hidráulica, Caminhão traçado e trator de esteira.

Término das Obras: Concluído.



Figura 35 – Vista Superior / Lateral do Barramento B



PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Frente de Serviço 3: Barramento C

Status das obras: Obra não iniciada. Em fase de elaboração de projetos e contratação dos serviços.

Término das Obras:

Tabela 05 – Previsão de término do Barramento C

Otimista (P20)	Provável (P50)	Conservador (P80)	Pessimista (P100)
30/09/17	31/10/17	19/01/18	19/01/18

Frente de Serviço 4: Dragagem dos sedimentos

Status das obras: Dragagem em andamento para o setor 1 e 8.

Principais equipamentos utilizados: Dragas B20 e B50

Término das Obras: Conforme cenários apresentados nos capítulos seguintes.

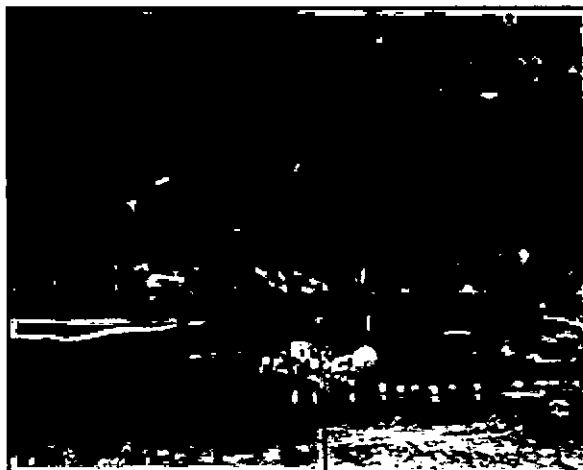


Figura 36 – Vista Superior / Lateral do Barramento B

CONFIDENTIAL



Figura 37 – Posicionamento dos Equipamentos de Dragagem

Frente de Serviço 5: Setor 8 e Pilha do Velho Soberbo

Status das obras: Limpeza do setor 8 para a pilha do Velho Soberbo e dragagem dos sedimentos para o setor;

Principais equipamentos utilizados: Escavadeira hidráulica, caminhão traçado, trator de Esteira e Draga B50;

Término das Obras: Conforme cenários apresentados nos capítulos seguintes.



Figura 38 – Escavação Mecanizada do Setor 8

