



**Atualização do Plano de Recuperação
Ambiental Integrado
PRAI**

Março 2017



Sumário

1.0 RESUMO.....	10
2.0 INTRODUÇÃO	13
2.1 Resumo do Plano de Recuperação Ambiental Integrado	13
3.0 OBJETIVOS, RESTRIÇÕES E FATORES DE AVALIAÇÃO	15
4.0 METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO ADOTADA	18
4.1 Alternativas, Decisões e Tempo	18
4.2 Embasamento Científico do Processo de Decisão	19
4.3 Embasamento Técnico das Alternativas de Recuperação.....	20
4.4 Riscos e Incertezas.....	20
4.5 Monitoramento e Gestão Adaptativa.....	20
4.6 Documentos de Referência da Seção 4.0.....	21
5.0 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE RECUPERAÇÃO UTILIZANDO AS INFORMAÇÕES ATUAIS	22
5.1 Reforço das Estruturas e Recuperação da Infraestrutura	22
5.2 Contenção de Sedimentos e Clareamento da Água	23
5.3 Recuperação Ambiental dos Rios.....	23
5.3.1 Estabilização de Rejeitos e Recuperação Ambiental	23
5.3.2 Remoção dos Rejeitos	23
5.3.3 Áreas de Alta Prioridade.....	24
5.4 Plano de Recuperação Ambiental Integrado das Áreas Afetadas	24
5.5 Critérios de Desempenho das Ações de Recuperação Ambiental.....	28
5.6 Documentos de referência da Seção 5.0.....	30
6.0 PREMISSA TÉCNICA QUE EMBASA AS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO ATUAIS.....	31
6.1 Distribuição e Volume de Rejeitos	31
7.0 AÇÕES PRIORITÁRIAS IMEDIATAS	34
7.1 Foco na Segurança.....	34
7.1.1 Manejo de Águas Superficiais	35
7.1.2 Sistemas de Emergência.....	36
7.1.2.1 Sistema de Alerta de Emergência.....	36
7.1.2.2 Sistema de Alerta Contra Cheias.....	39
7.1.3 Dragagem do Reservatório da UHE Risoleta Neves.....	41

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

7.1.3.1	Áreas de Disposição de Sedimentos	42
7.1.3.1.1	Áreas de Disposição Prevista	42
7.1.3.1.2	Novas Alternativas de Disposição	2
7.1.3.2	Construção dos Barramentos Metálicos	53
7.1.4	Documentos de Referência da Seção 7.1	61
7.2	Criação de Capacidade de Armazenamento	63
7.2.1	Documentos de Referência da Seção 7.2	66
7.3	Ações Emergenciais para a Estabilização e Controle de Erosão	66
7.3.1	Plantio Emergencial	66
7.3.1.1	Estudo de Alternativas	67
7.3.1.2	Metodologia	69
7.3.1.3	Resultados Obtidos	75
7.3.1.4	Manutenção da Revegetação Inicial	82
7.3.2	Afluentes/Tributários	84
7.3.2.1	Estudo de Alternativas	84
7.3.2.2	Resultados Esperados/Obtidos	96
7.3.3	Reconformação das Calhas dos Rios Principais e Controle de Erosão	99
7.3.3.1	Levantamento de Campo	101
7.3.3.2	Definição das Premissas e Critérios do Projeto	102
7.3.3.3	Definição das Seções Tipo	103
7.3.3.4	Planícies de Inundação	108
7.3.3.5	Etapas de Construção	109
7.4	Plano de Ações para o Período Chuvoso	109
8.0	EMBASAMENTO CIENTÍFICO DA AVALIAÇÃO DE RISCOS E DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO	112
8.1	Determinação dos Volumes de Rejeitos Depositados	112
8.1.1	Metodologia Utilizada para o Cálculo dos Volumes	112
8.1.1.1	Metodologia Utilizada na Área A Montante da Barragem de Santarém	112
8.1.1.2	Metodologia Utilizada na Área a Jusante da Barragem de Santarém	112
8.2	Geomorfologia	113
8.3	Caracterização Geoquímica	117
8.4	Avaliação de Impactos e Definição de Ações de Restauração da Fauna	118
8.4.1	Conservação da Biodiversidade Aquática	118
8.4.1.1	Monitoramento em Caráter Emergencial	119

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

8.4.2	Conservação da Fauna e Flora Terrestre.....	119
8.5	Monitoramento de Qualidade da Água e Sedimentos.....	120
8.5.1	Pontos de Monitoramento do Rio Doce.....	121
8.5.1.1	Coleta e Análises	122
8.5.2	Monitoramento Hídrico do Rio Doce – Qualidade da Água	123
8.5.2.1	Qualidade da Água (Fundação renova) – Parâmetros Físico-Químicos	124
8.5.2.2	Qualidade da Água (Fundação renova) – Ecotoxicidade	125
8.5.3	Monitoramento Hídrico do Rio Doce (Fundação renova) – Qualidade dos Sedimentos	126
8.6	Qualidade do Ar	128
8.7	Documentos de Referência da Seção 8.0.....	130
9.0	ATIVIDADE DE RECUPERAÇÃO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	131
9.1	Manejo de Rejeitos	131
9.2	Recuperação da “Área Ambiental 1”.....	133
9.2.1	Testes Piloto de Revegetação.....	134
9.2.2	Plano de Monitoramento para Acompanhamento das Intervenções Prioritárias.....	136
9.2.2.1	Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos	136
9.2.2.2	Programa de Monitoramento de Processos Erosivos	137
9.3	Plano de Recuperação de Nascentes e APPs Degradadas	137
9.3.1	Recuperação de Nascentes	138
9.4	Fortalecimento das Estruturas de Triagem e Reintrodução da Fauna Silvestre	144
9.5	Melhoria nos Sistemas de Tratamento de Esgoto e Disposição de Resíduos Sólidos	145
9.6	Melhorias nos Sistemas de Abastecimento de Água	146
9.7	Unidades de Conservação.....	147
9.8	Documentos de Referência da Seção 9.0.....	149
10.0	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO E LICENCIAMENTO	150
10.1	Documentos de Referência da Seção 10.0.....	150
11.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	151

Índice de Tabelas

Tabela 1: Resumo das estimativas de volumes de rejeitos depositados até a barragem de Candonga.	31
Tabela 2: Fatores de segurança globais das estruturas remanescentes.	35
Tabela 3: Áreas de disposição estudadas inicialmente.	42
Tabela 4: Priorização das áreas de disposição.	44
Tabela 5: Volumes confirmados após o desenvolvimento do projeto.	45
Tabela 6: Critérios e pontuação para priorização de áreas.	48
Tabela 7: Classificação prioritária das áreas de disposição.	48
Tabela 8: Análise das alternativas de implantação do Barramento C.	57
Tabela 9: Avaliação das alternativas do Programa de Revegetação Inicial Emergencial.	69
Tabela 10: Lista de espécies de leguminosas (Fabaceae) não invasoras passíveis de utilização do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.	70
Tabela 11: Lista de espécies de gramíneas (Poaceae) não invasoras passíveis de utilização do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.	71
Tabela 12: Espécie de outra família (Brassicaceae) não invasoras passível de utilização do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.	71
Tabela 13: Lista de espécies nativas ruderais cujas sementes estavam disponíveis para coleta e podem ser utilizadas para o enriquecimento do mix de sementes comerciais do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.	71
Tabela 14: Avaliação de opções de recuperação.	89
Tabela 15 - Ações preventivas e ações de contingência para o período chuvoso.	111
Tabela 16: Sumário dos pontos de monitoramento e os órgãos solicitantes.	120
Tabela 17: Histórico dos principais marcos relacionados ao manejo de rejeitos.	131

Índice de Figuras

Figura 1: Visão consolidada da estratégia adotada pela Samarco para a recuperação ambiental.	12
Figura 2: Visão temporal da estratégia adotada pela Samarco e Fundação Renova para a recuperação ambiental.	14
Figura 3 - Representação esquemática das etapas 1 a 3 de recuperação ambiental.	25
Figura 4 - Representação esquemática das etapas 4 e 5 de recuperação ambiental.	26
Figura 5 - Representação esquemática das etapas 6 e 7 de recuperação ambiental.	27
Figura 6 - Representação esquemática da etapa 8 de recuperação ambiental.	28
Figura 7: Estimativa de Carga de Rejeitos/Sedimentos em milhões m ³	32
Figura 8: Obras emergenciais de contenção e estabilização realizadas durante o período chuvoso 2015/2016.	34
Figura 9: Localização dos bombeamentos implantados – Pontos vermelhos.	36
Figura 10: Sirenes de Longo Alcance.	37
Figura 11: Central de comando com log de dados de acionamento (Vektra).	38
Figura 12: Visão Geral de todas as Sirenes.	38
Figura 13: Sirenes da Barragem de Germano e Santarém.	38
Figura 14: Sirenes das Comunidades de Mariana.	39
Figura 15: Sirenes das Comunidades de Barra Longa.	39
Figura 16: Áreas e trechos fluviais para o sistema de alerta contra cheias.	40
Figura 17: Estação pluviográfica e <i>data logger</i>	41
Figura 18: Seção linimétrica e sensor de nível automático.	41
Figura 19: Estudo de novas áreas de disposição de sedimentos dragados, Obs.: Os termos fazenda ponte do soberbo, área 8.1 e área 8.2 correspondem a identificação fazenda Velho Soberbo.	46
Figura 20: Estudo de novas áreas de disposição de sedimentos dragados.	1
Figura 21: Produção média por período de sedimento dragado.	2
Figura 22: Empilhamento externo – Fazenda Velho Soberbo.	50
Figura 23: Variação granulométrica dos sedimentos dragados.	52
Figura 24: Plano diretor Fazenda Floresta.	53
Figura 25: Volumes de retenção dos barramentos A e B.	54
Figura 26: Evolução dos perfis topo batimétricos.	55

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

Figura 27: Estudos locacionais para barramento C.....	56
Figura 28: Introdução do Barramento C no reservatório da UHE.....	58
Figura 29: Efeitos da elevação do NA para tempo de recorrência (TR) 100 anos.....	58
Figura 30: Mapa geral de referência.....	59
Figura 31: Visualização geral do avanço das obras do Barramento B.	59
Figura 32: Registro de afluência e pluviometria.....	60
Figura 33: Visualização geral do avanço das obras do Barramento A.	61
Figura 34: Vista aérea da Nova Barragem Santarém, concluída até a El. 765 m.....	65
Figura 35 - Obras no dique S4 concluídas.	66
Figura 36: Microcoveamento manual do solo com uso de enxadinhas nas proximidades de Barra Longa.....	73
Figura 37: Preparação semi-mecanizada do substrato utilizando motocultivador nas proximidades de Barra Longa.....	74
Figura 38: Preparação do solo utilizando métodos manuais e semi-mecanizados de escarificação do substrato, sementeira e fertilização sendo realizadas nas proximidades de Paracatu de Baixo.....	74
Figura 39: Semeio a lanço realizado por trabalhadores locais.	75
Figura 40: Revegetação na região da Ponte do Gama.	77
Figura 41: Revegetação na região de Barra Longa.....	78
Figura 42: Revegetação na região de Barra Longa.....	79
Figura 43: Revegetação na região de Paracatu de Cima.....	80
Figura 44: Revegetação na região de Paracatu de Baixo.	81
Figura 45: Revegetação na região de Paracatu de Baixo.	82
Figura 46 – Sementeira manual – Paracatu: Sirene 79SR170 (esquerda), Hidrossementeira – Gesteira: Sirene 72SR192 (direita).	83
Figura 47 - Sementeira manual – Borda rio Gualaxo (esquerda), Sementeira manual – Tributário 41 (direita).	83
Figura 48 – Adubação de cobertura (esquerda), Sementeira manual – Fazenda Porto Alegre (direita). ...	83
Figura 49: Opções típicas de bioengenharia – Opções 1 a 6.....	87
Figura 50: Opções típicas de bioengenharia – Opções 7 a 12.....	88
Figura 51: Recuperação ambiental do tributário TG05.....	97
Figura 52: Recuperação ambiental do tributário TG49.....	98

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

Figura 53: Recuperação ambiental do tributário TG51.....	99
Figura 54: Áreas prioritárias – Parte 1.....	100
Figura 55: Áreas prioritárias – Parte 2.....	101
Figura 56: Levantamento realizado pela equipe de campo.....	102
Figura 57: Seção TIPO A esquemática.....	104
Figura 58: Seção TIPO B esquemática.....	105
Figura 59: Seção TIPO C esquemática.....	106
Figura 60: Seção TIPO D esquemática.....	107
Figura 61: Seção TIPO E esquemática.....	108
Figura 62 - Precipitação acumulada mensal registrada no complexo de Germano em 2015 e 2016.....	109
Figura 63 - Estratégia integrada para o período chuvoso 2016/2017.....	110
Figura 64 - Pontos de Coleta e análise de sedimento.....	121
Figura 65 - Pontos de monitoramento de Turbidez e ETA's.....	122
Figura 66 - Ecotoxicidade aguda - Total: número de ensaios realizados. NT: Não Tóxico.....	126
Figura 67 - Ecotoxicidade crônica - Total: número de ensaios realizados. NT: Não Tóxico.....	126
Figura 68: Recuperação ambiental no alto Gualaxo do Norte – Área 3 (esquerda), implantação de canaletas de drenagem – Área 3 (direita).....	134
Figura 69 - Reconformação de calha de rio – Área 9 (esquerda), atividades de bioengenharia e reconformação de calha – Área B (direita).....	134
Figura 70: Esquema de plantio da etapa 1, com espécies de grupo de reconhecimento e adubação verde (à esquerda) e esquema da etapa 2, com espécies dos grupos de recobrimento e de diversidade (à direita).....	135
Figura 71: Sub bacias priorizadas para recuperação das primeiras 500 nascentes.....	139
Figura 72: Reuniões com as lideranças municipais de Frei Inocêncio, Itambacuri, Jampruca e Campanário.....	140
Figura 73: Assinatura do Termo de Compromisso.....	140
Figura 74: Entrega de insumos aos proprietários da Bacia do Rio Santa Maria do Doce.....	140
Figura 75: Entrega de insumos aos proprietários da Bacia do Rio Pancas.....	141
Figura 76: Entrega de insumos aos proprietários da Bacia do Rio Suaçuí Grande.....	141
Figura 77: Equipe do Instituto Terra fazendo cerca e realizando roçada seletiva.....	141
Figura 78: Vistoria de cercamento.....	142
Figura 79: Nascentes isoladas.....	142

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAIA



reparar, restaurar, reconstruir

Figura 80: Vistoria técnica da equipe da Fundação Renova.	142
Figura 81 - Representação da instalação de fossas sépticas (arquivo Instituto Terra).	142
Figura 82 - Representação da implantação de barraginhas (arquivo Instituto Terra).....	143
Figura 83: Cronograma de recuperação das nascentes do ano 01.....	143
Figura 84: Avanço físico da recuperação de nascentes.....	144

1.0 RESUMO

Após o rompimento da barragem de Fundão, dois núcleos de trabalho principais foram estabelecidos, um socioeconômico e outro socioambiental. As ações para mitigar os danos ambientais ao longo de 650 km fazem parte do Plano de Recuperação Ambiental Integrado - PRAI. O relatório do PRAI demonstra que as atividades realizadas, aquelas em curso e as que ainda estão sendo planejadas, estão interligadas e convergem para a recuperação dos rios e do meio ambiente. O arquivo está alinhado ao Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC), assinado em março de 2016 entre Samarco, Vale e BHP Billiton com os governos federal e dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo.

Em caráter emergencial, a Samarco realizou iniciativas referentes à **segurança das estruturas remanescentes da empresa** – localizadas no Complexo de Germano, em Mariana –, impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão. Também no primeiro momento, a Samarco se concentrou em outras duas frentes: a **ampliação da capacidade de armazenamento de rejeitos** e a **contenção e controle da erosão das áreas impactadas ao longo dos rios**.

Paralelamente ao trabalho inicial, entraram em cena duas vertentes do PRAI que são conduzidas pela Fundação Renova, estabelecida em conformidade com o TTAC para conduzir as medidas de reparação dos impactos causados pelo rompimento. A primeira é o desenvolvimento de um **embasamento científico da análise de riscos e do processo de recuperação**, constituído por uma série de avaliações científicas e sociais que visam orientar a tomada de decisões relativas à remediação no médio e longo prazos. A segunda diz respeito às ações que irão contribuir para a **recuperação dos rios**, sempre com orientação e aprovação dos órgãos ambientais competentes. Essas duas frentes de trabalho encontram-se em andamento e envolvem ações de curto, médio e longo prazos.

O plano de recuperação integrado segue uma abordagem baseada em riscos, incluindo análises de impacto e execução de obras de recuperação ambiental ao longo dos próximos 2 a 3 anos, seguidos de monitoramento, manutenção e recuperação assistida do meio. O objetivo do plano é de recuperar a área impactada pelo rompimento da barragem de Fundão, ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo, Doce e tributários, bem como implantar ações de cunho compensatório que irão contribuir para restauração do meio ambiente na bacia do rio Doce. O plano se fundamenta através de uma série de atividades integradas e de acordo com as prioridades baseadas na ciência, no conhecimento e nas necessidades das comunidades. Embora ainda existam avaliações científicas a serem concluídas para subsidiar as decisões quanto à recuperação final no que se refere ao manejo dos rejeitos e conservação da fauna e flora impactadas pelo evento, há uma série de atividades desenvolvidas em caráter emergencial ou que avançam com base nos estudos já realizados.

O foco do presente documento é expor de forma integrada as ações de recuperação ambiental, bem como ações compensatórias que estão sendo desenvolvidas pela Fundação Renova. Entre elas as diretrizes para manejo de rejeitos; recuperação ambiental da área onde houve deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios; ações compensatórias de recuperação de nascentes e APPs degradadas na bacia do rio Doce; diagnóstico de impactos à fauna aquática, terrestre e a unidades de conservação, que

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



irá direcionar ações de reparação; melhorias nos sistemas de tratamento de água e monitoramento da qualidade da água na bacia do rio Doce, mar e zona estuarina. O documento também apresentara de forma sumarizada ações que foram realizadas ou se encontram em andamento por parte da Samarco, com foco na garantia da segurança das estruturas remanescentes e aumento da capacidade de retenção de rejeitos na área do complexo minerário, evitando novos aportes de rejeitos para o meio ambiente.

Como indicado na Figura 1, as áreas de foco primário para as estações chuvosas e no curto prazo são:

Foco na Segurança – Garantir que as estruturas existentes na área das barragens permaneçam com fator de segurança global superior a 1,5 e garantir a segurança do barramento da UHE Risoleta Neves (Candongá) por meio da dragagem dos sedimentos depositados no seu reservatório.

Criação de Capacidade de Armazenagem – Criar capacidade de armazenagem adicional na área da mina e seu entorno, por meio da construção de determinadas estruturas e da aplicação de métodos de dragagem para coletar sedimentos. A vazão de descarga de água local será regulada através de um vertedouro operacional (variável) para ajudar a reduzir a turbidez a jusante.

Estabilização e Controle de Erosão – Estabilização dos sedimentos depositados ao longo das margens dos rios Gualaxo do Norte e Carmo, especialmente como preparação para a estação chuvosa, mas também visando prevenir erosão no longo prazo, e início do desenvolvimento de vegetação e perfis de solo. Estas ações iniciadas em caráter emergencial são as primeiras etapas para recuperação ambiental do trecho entre a Samarco e a UHE Risoleta Neves.

A ciência como subsídio para avaliação de risco e remediação – Conclusão de uma série de avaliações científicas e sociais para subsidiar as avaliações de risco e de impacto e orientar a tomada de decisões relativas à recuperação ambiental.

Atividades de Recuperação Ambiental – Desenvolvimento de projetos e execução de atividades de recuperação das áreas impactadas, incluindo recuperação da mata nativa, conservação da biodiversidade aquática e terrestre, melhorias nos sistemas de tratamento de água e esgoto e recuperação de áreas de preservação permanente e nascentes degradadas em toda a bacia do rio Doce.

A abordagem baseia-se em uma metodologia adaptativa que busca testar alternativas de recuperação e analisar o monitoramento, de modo a fornecer subsídios para futuros desenvolvimentos e assegurar a eficiência do projeto.

A Figura 1 apresenta as atividades integradas requeridas no curto e médio prazo, a fim de reduzir os riscos e impactos das estações chuvosas e concluir as avaliações técnicas e científicas necessárias para embasar a abordagem plena e integrada de recuperação dos rios.



Figura 1: Visão consolidada da estratégia adotada pela Samarco para a recuperação ambiental.

Por ser um plano de recuperação ambiental integrado, a abordagem objetiva amplamente:

- Evitar que haja aporte de sedimentos e aumento da turbidez nos cursos hídricos impactados;
- Recompôr a mata ciliar e o ecossistema fluvial;
- Recuperar a infraestrutura social e econômica das comunidades afetadas no menor prazo possível.

O gerenciamento da recuperação neste horizonte de tempo permite que o sistema fluvial se readapte naturalmente, com a assistência de técnicas regenerativas e de recuperações práticas e orientadas. Entretanto, vem sendo de suma importância a intervenção no curto prazo (nos próximos 2 – 3 anos), visando estabilizar e prevenir a erosão adicional dos depósitos de rejeito ao longo das margens dos rios e melhorar a qualidade da água.



2.0 INTRODUÇÃO

Tendo como base o contexto apresentado na Seção 1.0, este documento tem o objetivo de apresentar a metodologia integrada adotada pela Fundação Renova para o planejamento das ações de recuperação. Será demonstrado que nos meses que se sucederam ao rompimento da Barragem de Fundão, em novembro de 2015, dadas às circunstâncias emergenciais, foram elaborados múltiplos planos individuais a partir de estudos técnicos com variados níveis de aprofundamento e, para dar sequência, outros estão sendo, ou serão elaborados no futuro. Também será demonstrado que os planos, embora individuais, seguem uma sequência lógica e concatenada, que busca conciliar as ações urgentes no curto prazo com a necessidade de se desenvolver um projeto de recuperação de caráter abrangente e integrado no longo prazo.

Nesse sentido, este relatório descreve em detalhes as ações atualmente propostas e tem como finalidade descrever os objetivos, as restrições e contexto do planejamento anterior, atual e futuro a fim de superar a discussão isolada e descontextualizada de medidas específicas. Isto contribuirá sobremaneira para compreensão geral a respeito da estratégia adotada e para o diálogo com diversos atores externos interessados.

2.1 Resumo do Plano de Recuperação Ambiental Integrado

O gráfico abaixo (Figura 2) demonstra o processo adotado inicialmente pela Samarco e a continuidade do mesmo que vem sendo conduzida pela Fundação Renova no planejamento das ações de recuperação, em formato de cronograma. Destaca-se a separação que existe entre as ações:

- a) De reforço emergencial das estruturas e de recuperação da infraestrutura;
- b) De contenção de sedimentos e clareamento da água; e
- c) Avaliações ambientais, sociais e de recuperação ambiental dos rios.

A razão desse agrupamento e seus efeitos no planejamento das ações de recuperação serão abordados em maior detalhe nas próximas seções.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI

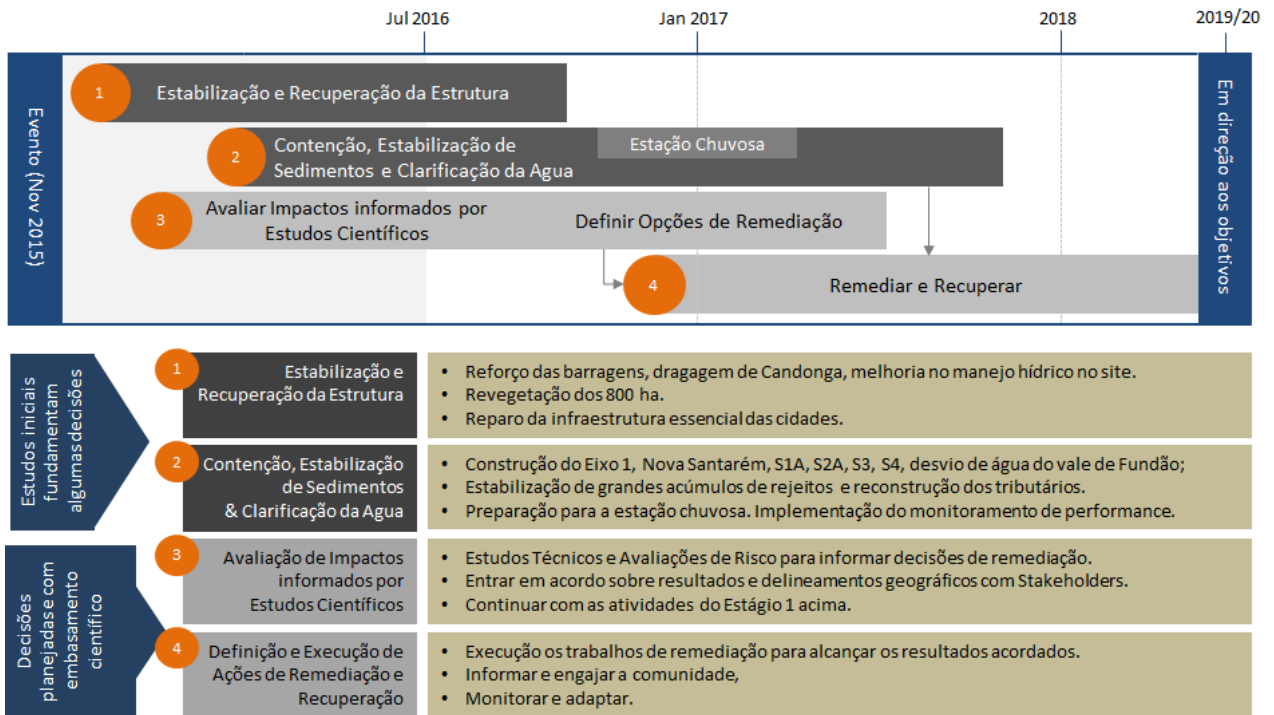


Figura 2: Visão temporal da estratégia adotada pela Samarco e Fundação Renova para a recuperação ambiental.



3.0 OBJETIVOS, RESTRIÇÕES E FATORES DE AVALIAÇÃO

Esta seção apresenta a perspectiva da Fundação Renova quanto aos objetivos das ações de recuperação, às suas restrições críticas e aos fatores de avaliação.

O planejamento das ações de recuperação da Fundação Renova tem como objetivo maior promover a recuperação do meio ambiente, das comunidades afetadas e de suas atividades econômicas. Esse objetivo global pode ser dividido em três sub-objetivos com prazos distintos definidos na Seção 9.8.

- Evitar que haja aporte de sedimentos e aumento da turbidez em períodos chuvosos;
- Recomposição da mata ciliar na área impactada;
- Recuperação de infraestrutura social e econômica das comunidades afetadas no menor prazo possível; e
- Conservação da biodiversidade aquática e terrestre na área impactada pelo evento.

Os dois primeiros sub-objetivos têm como principais restrições o tempo e processos naturais. É improvável que as ações que visam evitar aporte de sedimentos e aumento da turbidez, em período chuvoso, tenham eficácia no primeiro ano, sendo mais provável que um prazo de 2 a 3 anos permita realizar os ajustes, melhorias e adequações necessárias. A recuperação da mata ciliar e do ecossistema fluvial é, por definição, um processo natural que, embora possa ser iniciado e facilitado por ações específicas, deverá seguir seu curso a seu tempo, em um processo de mais longo prazo.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Principal Restrição na Execução das Ações de Recuperação:

Até o momento, a principal restrição no planejamento e na execução das alternativas de recuperação tem sido o tempo. Elencaram-se abaixo as principais restrições temporais que incidiram na busca dos objetivos de recuperação a partir do momento do incidente:

Nos primeiros meses após o incidente, a Samarco priorizou as ações emergenciais de reforço das estruturas de contenção remanescentes e de recuperação de infraestruturas críticas. Nas ações para assegurar a segurança estrutural e a recuperação da infraestrutura – objetivos de curto prazo – as limitações de tempo implicaram a necessidade de abreviar o processo de planejamento, dado que a postergação dessas ações geraria riscos ainda maiores.

A segunda grande restrição temporal foi a proximidade do período chuvoso. O período seco de 2016 possibilitou que se realizassem estudos de apoio e discussões com públicos interessados. Diante da multiplicidade de atores envolvidos, da complexidade técnica e da necessidade de se implementar ações de modo emergencial, o prazo não foi suficiente para uma análise plena e conjunta de todas as alternativas possíveis, entretanto a postergação das ações propostas traria riscos muito maiores.

Já os planos de recuperação ambiental em longo prazo serão menos afetados por restrições temporais. Na realidade, os prazos maiores permitirão entender mais amplamente os resultados das ações iniciais de recuperação. Também será possível uma discussão mais aprofundada com os públicos interessados sobre alternativas, benefícios, riscos e oportunidades e uma análise mais iterativa dos resultados dos estudos e dos projetos de engenharia.

Embasamento científico das decisões: outra restrição a ser considerada são os limitados conhecimentos científicos sobre os processos fluviais, estuarinos e costeiros. Para uma compreensão plena de todos os processos subjacentes ou que possam influenciar as decisões sobre as ações de recuperação, são necessários vários anos de estudos. Em outras regiões do mundo, como no rio Colúmbia (América do Norte), onde já há vários anos estudam-se os impactos nos rios, permanece até hoje um debate sobre algumas das conclusões geradas;

Magnitude e complexidade das ações de recuperação: a complexidade de algumas das ações propostas é outra restrição. A construção de diques, o desvio de cursos d'água e os trabalhos de contenção das margens dos rios são ações complexas que devem ser subsidiadas por avaliações e estudos de engenharia adequados. Sempre que o tempo permitir, o ideal é que se realizem ciclos iterativos de investigação, engenharia, execução e análise retrospectiva. Em obras complexas, outra restrição com que se depara é o ritmo dos trabalhos. Por exemplo, o aumento da frota de equipamentos pode acelerar a construção dos diques, mas as limitações de espaço, o difícil acesso e as propriedades dos materiais impossibilitam trabalhar acima de determinada velocidade de construção sem prejudicar a segurança e a qualidade;

Interação com sistemas naturais: os projetos de recuperação dos rios sofrem outra restrição decorrente da associação da engenharia com processos naturais. Os conhecimentos acumulados na recuperação de determinado sistema fluvial podem não ser válidos para outros rios ou para outros trechos de um mesmo rio, fazendo com que os estágios iniciais do processo de recuperação sejam, pelo menos parcialmente, experimentais. Na prática, essa restrição implica que até mesmo os projetos de recuperação planejados

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



com grande perícia podem não apresentar os resultados esperados, podendo ser necessários vários anos de adaptação até que os projetos alcancem plena maturidade;

Avaliação de alternativas: os principais fatores de avaliação, adotados inicialmente pela Samarco e a partir de agosto/16, pela Fundação Renova, são os riscos inerentes a cada alternativa (consideram-se limites aceitáveis), o apoio do público ou das partes interessadas (consideram-se limites mínimos aceitáveis), e a viabilidade da alternativa de recuperação. A experiência em outros projetos indica que esses grupos contemplam os interesses da maioria das partes interessadas. No entanto, a definição daquilo que se deve incluir no grupo "apoio de públicos interessados", por exemplo, pode variar entre uma decisão e outra. A Fundação Renova reconhece que a complexidade do trabalho atribuído a cada grupo pode variar a depender de quem os avalia; e

Avaliação de riscos: são considerados três níveis de risco no processo de remediação, que ajudam a nortear a priorização das atividades e do foco dos esforços.

No primeiro nível, a redução dos riscos ambientais, de saúde e socioeconômicos representa uma parte essencial do objetivo global das ações de recuperação. Essas avaliações de risco estão sendo conduzidas no âmbito dos estudos científicos, servindo de base para definições quanto às áreas em que devem ser retirados rejeitos ou quanto à necessidade de estabilização de determinados depósitos de rejeitos, definições estas que são fortemente influenciadas pela existência de riscos à saúde ou ambientais.

O segundo nível refere-se às ações propostas e se estas terão os resultados esperados ou, na pior das hipóteses, se serão inteiramente ineficazes. Esses chamados "riscos de desempenho" são considerados nas ações emergenciais e no período chuvoso, sendo um dos aspectos fundamentais a serem considerados nas análises de acompanhamento dos projetos de recuperação. Nas obras emergenciais, esse tipo de avaliação permite definir se o risco com determinada solução de recuperação (por exemplo, o dique S3) será menor do que no caso de não ser tomada medida nenhuma.

O terceiro nível refere-se aos "riscos residuais", ou seja, os riscos que permanecem mesmo quando as ações de recuperação são devidamente planejadas, executadas, monitoradas e, se necessário, adequadas. Estes riscos são inerentes a projetos de recuperação fluvial e poderão se prolongar no tempo. Esse motivo, por si só, torna importante que esses riscos sejam abertamente discutidos e considerados na avaliação das alternativas de recuperação. O conhecimento destes riscos é um dos fatores que reforça a necessidade de realizar o manejo de rejeitos com base em fundamentação científica robusta, mitigando o risco de a movimentação dos sedimentos gerar impactos maiores que os relacionados a não fazer intervenções nos mesmos, além de se alongar no tempo a solução que se busca para a sociedade e o meio ambiente.

Na Seção 8.0 são apresentados os resultados disponíveis da análise de impactos causados pelo evento ocorrido na barragem de Fundão ao meio ambiente. As informações apresentadas neste capítulo e documentação de referência mostram que os riscos de se manter o rejeito onde está, até a conclusão dos estudos necessários para determinação da sua destinação definitiva, é baixo quando comparado ao risco residual de movimentar os rejeitos sem embasamento científico (definição da real necessidade de

remoção dos rejeitos dos pontos de vista ambiental e social, definição do local de disposição e metodologias de manejo adequadas).

4.0 METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO ADOTADA

Esta seção descreve a metodologia geral adotada pela Fundação Renova no planejamento das ações de recuperação.

4.1 Alternativas, Decisões e Tempo

O planejamento das ações de recuperação consiste basicamente em uma série de decisões a respeito das alternativas de recuperação, levando em conta fatores como riscos, tempo, restrições e viabilidade. O ideal é que cada decisão seja subsidiada por uma análise completa de todas as alternativas possíveis frente aos objetivos, restrições e fatores de avaliação.

Diante do grande número de alternativas possíveis para tratar dos riscos e prazos impostos, o planejamento das ações de recuperação dos impactos exige a adoção de uma hierarquia de avaliação de alternativas. Em um primeiro momento, estuda-se um amplo leque de alternativas com grandes diferenças entre si e, posteriormente, os detalhes e diferenças mais sutis entre as alternativas. A sequência de estudos de escopo, pré-viabilidade, viabilidade e detalhamento são um exemplo da hierarquia de planejamento comumente aplicada na indústria de mineração.

Opções e decisões no período emergencial: como observado na seção anterior, os projetos de recuperação em Fundão estão sujeitos a restrições temporais distintas. O caráter de emergência das medidas iniciais de reforço das estruturas e a atual urgência em iniciar as atividades de preparação para o período chuvoso impuseram um encurtamento do ciclo de planejamento. Embora a Samarco não tenha deixado de avaliar alternativas em todos os casos, as restrições de tempo impediram uma avaliação completa e iterativa. Priorizou-se, portanto, a identificação de alternativas viáveis e a minimização de eventuais riscos associados a essas alternativas, assegurando que fossem, em todo caso, menores do que aqueles decorrentes da ausência de implementação de quaisquer medidas. Em alguns casos, os processos, por terem sido abreviados em razão de restrições temporais, podem se sujeitar a revisões futuras. No entanto, é possível afirmar que se fosse aguardada a realização de estudos mais aprofundados, os riscos seriam inaceitáveis para todas as partes.

Processo de decisão de mais longo prazo: à medida que o projeto se encaminha para as ações de recuperação ambiental de mais longo prazo, sujeitas a menores restrições de tempo, dado seu caráter não emergencial, será retomado o processo de avaliação mais aprofundada de alternativas. Em especial, haverá tempo suficiente para obter maiores subsídios para as avaliações da Fundação Renova com maior segurança, incluindo outras perspectivas sobre alternativas, objetivos, restrições e riscos. Também haverá maior tempo para estudos científicos e de engenharia e para a realização de análises, pelos órgãos competentes, do planejamento final proposto pela Renova sem o comprometimento da segurança das comunidades.

4.2 Embasamento Científico do Processo de Decisão

As decisões sobre ações de recuperação devem ser sempre subsidiadas por estudos científicos em diversas disciplinas, realizados conforme o tempo disponível e a urgência na implementação das medidas, incluindo:

- Estudos geoquímicos para avaliar se os rejeitos são tóxicos ou possam comprometer a qualidade da água;
- Estudos geomorfológicos para identificar os mecanismos de mobilização, transporte e deposição dos rejeitos;
- Estudos ecológicos para avaliar os efeitos dos rejeitos no habitat e na fauna aquática nos rios, afluentes e áreas adjacentes marinhas;
- Estudos de adequação do solo para avaliar se a distribuição de sedimentos nas margens e várzeas do rio irá inibir a recomposição topográfica e da vegetação; e
- Estudos sociais e econômicos para diagnóstico dos principais impactos dos rejeitos e das obras de recuperação nas indústrias, nos produtores rurais e na infraestrutura.

Alguns destes estudos já foram elaborados e entregues aos órgãos competentes. De toda forma, a expressão “sempre que o tempo permitir” é uma ressalva importante. Os estudos acima seguem uma sequência lógica. Por exemplo, os estudos geoquímicos identificam o potencial global para efeitos tóxicos e, portanto, geralmente precedem os estudos ecológicos ou de adequação do solo. Como ocorre em todos os campos da ciência, convém que os estudos descritos sejam objeto de análises iterativas e revisões aprofundadas.

Em determinados casos certas decisões precisam ser tomadas antes que seja possível consolidar o conhecimento científico em virtude da emergência da situação, embora nada seja feito sem razoável respaldo técnico. Foi justamente esse o caso das ações de reforço estrutural e recuperação de infraestruturas, cujas obras emergenciais iniciaram imediatamente após o acidente, ainda no período chuvas, assim como das atividades preparatórias para o período chuvoso de 2016/2017, relacionadas à contenção de sedimentos e clarificação da água.

As decisões sobre as ações de recuperação de longo prazo têm maior embasamento científico, mas é provável e tecnicamente aceitável que ainda permaneçam incertezas pontuais. Nesse sentido, é fundamental que em todas as fases de planejamento das ações de recuperação sejam consideradas todas as evidências científicas disponíveis, incluindo eventuais incertezas remanescentes. Mas é igualmente importante que os planos de recuperação com caráter de urgência não se tornem reféns da exigência de um “embasamento científico perfeito”, sob pena de se inviabilizar a realização de medidas necessárias e urgentes e criação de outros riscos decorrentes da inação. Os relatórios e estudos que subsidiaram as decisões e a formulação de alternativas estão detalhados na Seção 8.0 deste relatório.

4.3 Embasamento Técnico das Alternativas de Recuperação

Como observado na Seção 2.0, muitas das ações de recuperação propostas são empreendimentos complexos que exigem a elaboração de estudos e projetos de engenharia anteriormente à sua execução. Essas ações estão sujeitas a restrições temporais similares às mencionadas anteriormente em relação aos estudos científicos.

Para que o planejamento transcorra nos prazos definidos e atenda à emergência da situação, também é importante que as decisões sejam baseadas em considerações razoáveis, em contraponto a expectativas de “embasamento técnico perfeito”. Em geral, o nível de detalhamento da engenharia aumenta conforme vai se reduzindo o número de alternativas disponíveis.

A seleção inicial de alternativas nos primeiros 06 (seis) meses após o evento baseou-se em grande parte na experiência e em conhecimentos de engenharia anteriormente adquiridos e não somente em estudos científicos específicos, dada a urgência e a iminência das circunstâncias. Nas fases posteriores do planejamento das ações de recuperação, em que o número de alternativas possíveis se reduz, espera-se que as diferenças entre as diversas alternativas possam ser claramente definidas com pouco esforço de engenharia. Todavia, em alguns casos, podem ser necessários estudos de engenharia mais intensivos para entender as diferenças sutis nos níveis de risco técnico. O diálogo aberto, desde o princípio, sobre as incertezas associadas a cada decisão poderá contribuir para que a Fundação Renova e os órgãos reguladores definam em comum acordo os níveis adequados de esforço de engenharia.

Os relatórios e estudos de engenharia que foram ou, em breve serão apresentados, são descritos na Seção 9.0 do relatório.

4.4 Riscos e Incertezas

Os diversos tipos de “riscos” envolvidos no planejamento das ações de recuperação foram descritos na Seção 3.0. Os riscos e, de forma mais ampla, as incertezas, têm grande influência no planejamento das ações. A análise dos riscos e incertezas procurará:

- Entender riscos ambientais, à saúde humana e socioeconômicos na situação atual e definir, em comum acordo, os objetivos de redução desses riscos;
- Avaliar as incertezas associadas ao êxito de cada alternativa e considerá-las na seleção de alternativas; e
- Compreender e comunicar os riscos residuais que permanecerão após a conclusão da ação de recuperação.

4.5 Monitoramento e Gestão Adaptativa

A Fundação Renova tem ciência das limitações dos atuais conhecimentos científicos e da engenharia das ações de recuperação fluvial, além das restrições inerentes ao planejamento dessas opções. O monitoramento e a gestão adaptativa são, portanto, estratégias importantes para gerir tais restrições.

O monitoramento permite avaliar a eficácia das ações de recuperação. As avaliações realizadas pelo IBAMA nas fases Hélios à Argos da operação Áugias (ver anexos da Seção 4.0) trouxeram bons

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



exemplos de técnicas de monitoramento que podem ser empregadas na avaliação do desempenho de ações de recuperação, como a restauração de afluentes. As recomendações apresentadas no relatório da fase Hélios foram discutidas em fóruns específicos com o IBAMA e estão sendo consideradas pela Fundação nas ações de recuperação das áreas impactadas. Igualmente, com relação à Fase Argos, cada uma das recomendações do IBAMA indicadas no relatório de vistoria de campo foi considerada pela Fundação Renova. Todas as considerações e ações da Fundação Renova em atendimento às recomendações apresentadas pelo IBAMA foram abordadas no documento “Posicionamento FRenova Fase Argos” (ver anexos da Seção 4.0). Em fevereiro de 2017, foi elaborado um documento complementar a este último, cujo conteúdo relata as atividades realizadas em cada ponto dos 29 tributários vistoriados pela equipe do IBAMA durante a Fase Argos da Operação Águas. Estas atividades objetivaram corrigir as não conformidades identificadas pelo IBAMA. O referido documento encontra-se listado na Seção 4.0.

A gestão adaptativa é um processo pelo qual os aspectos de desempenho são formalizados sob a forma de hipóteses científicas, permitindo que sejam concebidos programas de monitoramento para tratar definitivamente dessas questões. Assim, a inclusão de um processo de gestão adaptativa cria um ciclo de feedback para melhoria das técnicas de remediação ao longo do tempo.

O monitoramento do desempenho no período chuvoso de 2016/2017 foi essencial como subsídio ao desenvolvimento dos projetos para o alcance dos resultados desejados, como a redução da turbidez e do aporte de sedimentos oriundos de grandes depósitos ao longo do rio Gualaxo do Norte.

4.6 Documentos de Referência da Seção 4.0

DOCUMENTO	NOME DO DOCUMENTO	EMPRESA	DATA
Relatório_fase_hélios_operacao_augias	Relatório Fase Hélios - Operação Águas (NAP DOCE)	IBAMA	Julho/16
relatorio_fase_argos_operacao_augias	Relatório Fase Argos - Operação Águas (NAP DOCE)	IBAMA	Outubro/16
Posicionamento FRenova Fase Argos	Posicionamento da Fundação Renova em relação aos comentários feitos pelo IBAMA no relatório da inspeção de campo, Fase Argos	F. Renova	Novembro/16
Atendimento_recomendações_operação_augias	Relatório de Atendimento às Recomendações da Operação Águas do IBAMA	F. Renova	Fevereiro/17

5.0 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE RECUPERAÇÃO UTILIZANDO AS INFORMAÇÕES ATUAIS

A Figura 2 apresenta o cronograma da Fundação Renova e da Samarco para as principais ações relacionadas aos três principais eixos:

- Reforço emergencial das estruturas e de recuperação da infraestrutura;
- Contenção de sedimentos e clareamento da água; e
- Recuperação ambiental dos rios.

Este capítulo resume as ações propostas para os grupos 1 e 2. Vale lembrar que o menor nível de detalhamento é intencional, tendo-se por foco a metodologia de planejamento.

Na Seção 2.0 deste relatório, apresenta-se um resumo completo das atividades.

A Figura 2 apresentou o processo para executar estas fases e mostra as conexões entre as várias ações do estágio inicial, que estão amplamente detalhadas neste relatório, bem como a avaliação de impactos e proposição de diretrizes para o manejo de rejeitos descritos no documento nº RT-023_159-515-2282 (ver Anexo Seção 5.0).

Os métodos de recuperação e estabilização adotados até o momento são baseados:

- Na compreensão dos mecanismos de transporte e distribuição de sedimentos;
- No tempo para implementar qualquer solução específica; e
- Na viabilidade e eficácia da solução (segura e prática).

À medida que o conhecimento aumenta e as informações sobre o desempenho das soluções iniciais são avaliadas, as soluções futuras deverão se tornar mais amplas, mais eficazes e mais adequadas. Devido a restrições temporais, ainda existem avaliações técnicas a serem concluídas de modo a embasar de forma completa as avaliações das opções. Este nível de rigor técnico introduziu o tempo como um fator restritivo. Não foi considerado o uso de tecnologias emergentes, a não ser experimentalmente, uma vez que o foco primário consistiu em adotar soluções seguras, conhecidas e práticas. Os métodos adotados se concentram nas seguintes categorias amplas de esforço de recuperação.

5.1 Reforço das Estruturas e Recuperação da Infraestrutura

A contenção e a recuperação da infraestrutura de rejeitos existentes foram, sem dúvida, as atividades mais importantes conduzidas pela Samarco nos primeiros meses após o evento ocorrido na barragem de Fundão. Os trabalhos concluídos até o momento asseguraram a estabilidade das estruturas existentes através da execução de obras de recuperação e minimização da erosão (desvio de águas). Outras estruturas, por sua vez, foram idealizadas, algumas das quais já vêm sendo implementadas e, em conjunto, conferem uma solução integrada para a contenção de sedimentos. As técnicas adotadas e utilizadas para recuperar as estruturas constituem a melhor prática de engenharia, não tendo sido aplicadas as alternativas fora do que já se comprovou eficaz em outros locais.

5.2 Contenção de Sedimentos e Clareamento da Água

Estruturas físicas no rio são consideradas a medida mais apropriada para minimizar de forma rápida e eficaz a descarga de sedimentos durante eventos de movimentação de massas ou a continuidade da erosão após eventos de precipitação. A Samarco realizou e continua realizando um grande esforço para implantação destas estruturas. As soluções de contenção desenvolvidas para a emergência e para as estações chuvosas iniciais visam instalar alternativas comprovadas e simples, cujos critérios de desempenho, eficácia e controle de gerenciamento de risco são conhecidos. Essencialmente, trata-se de uma série de barragens e diques.

5.3 Recuperação Ambiental dos Rios

A Figura 2 apresenta também as ações de recuperação ambiental ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce. As ações prioritárias para a próxima estação chuvosa estão em andamento ou em estágio avançado de planejamento. O plano integrado de médio e longo prazo para todas as áreas afetadas encontra-se em fase inicial de desenvolvimento.

5.3.1 Estabilização de Rejeitos e Recuperação Ambiental

Grandes depósitos de sedimentos resultantes dos rejeitos encontram-se ao longo dos primeiros 75 km de margens de rio. Estes depósitos continuarão a gerar turbidez e carga de sedimento no rio durante os períodos chuvosos. Portanto, a estabilização deste material é uma importante ferramenta de controle no curto e médio prazo. A alternativa à estabilização é a remoção do sedimento (descrita na Seção 5.3.2). Avaliações, incluindo os relatórios do IBAMA (Relatório Fase Hélios e Argos, ver Anexo Seção 4.0), cujos comentários foram / estão sendo analisados e, quando aplicáveis, considerados pela Fundação Renova como pontos a serem melhorados, identificam áreas e atividades prioritárias e estabelecem fatores de sucesso viáveis e realistas.

Embora a maioria dos estudos seja abrangente, persiste a incerteza quanto aos controles ambientais e às medidas de estabilização mais eficazes e sustentáveis, sendo necessário um gerenciamento adaptativo ao longo de muitos anos. Os atuais controles são baseados nas melhores informações geomorfológicas e hidrológicas disponíveis, bem como na experiência acumulada em outras partes do Brasil e do mundo. O monitoramento continuará a ser uma importante atividade para otimizar o desempenho e o projeto. As atividades de estabilização em execução são descritas na Seção 7.3, incluindo o controle de drenagem e a conformação do contorno de planícies aluviais, a recuperação de tributários, revegetação e enrocamento no canal principal.

5.3.2 Remoção dos Rejeitos

Os dois principais métodos de remoção de sedimentos estão sendo aplicados, quais sejam, escavação e dragagem. A escavação e remoção de sedimentos de rejeitos ao longo das margens dos rios se limitam atualmente a cidades e áreas de infraestrutura. A remoção de sedimentos será considerada de maneira mais ampla como parte do planejamento de impacto ambiental e social conforme descrito na Seção 9.1.

5.3.3 Áreas de Alta Prioridade

O estudo de geomorfologia e as investigações associadas indicaram dezesseis áreas de depósitos de rejeitos como prioritárias para as ações de contenção para o período chuvoso. As ações recomendadas têm por objetivo evitar a erosão de grandes acúmulos de sedimentos nas margens e várzeas do rio e seus afluentes, através de medidas de recomposição topográfica e controle de drenagem, enrocamento e bioengenharia.

Na elaboração dos planos para áreas prioritárias, foram avaliadas diversas técnicas de contenção, geralmente com base na experiência adquirida em outras regiões. Algumas dessas técnicas já foram implementadas ou estão sendo implementadas no período chuvoso 2016/17. Sua eficácia está sendo avaliada por meio de um programa de gestão adaptativa e monitoramento no período chuvoso, contribuindo para o planejamento futuro.

Nos próximos 2 (dois) anos dar-se-á continuidade à dragagem da UHE Risoleta Neves (Barragem de Candonga) e à modernização das estações de tratamento e redes de abastecimento de água para evitar impactos nas indústrias e na saúde humana e para mitigar o risco à estabilidade do barramento.

5.4 Plano de Recuperação Ambiental Integrado das Áreas Afetadas

A recuperação ambiental das áreas impactadas pelos rejeitos da barragem de Fundão contempla a recuperação do meio físico (na área onde houve deposição de rejeitos dentro e fora das calhas dos rios, identificada como ÁREA AMBIENTAL 1), diagnóstico de impactos à fauna, tanto aquática quanto terrestre e ações de conservação para reparação dos impactos mapeados.

A recuperação da área ambiental 1 envolve 8 etapas principais indicadas abaixo:

1. Criação / recuperação de acessos (realizado);
2. Cobertura inicial com gramíneas e leguminosas (realizado, atualmente recebendo manutenção);
3. Recuperação dos tributários (em andamento – 67 recuperados de 101 mapeados);
4. Reconformação e controle de erosão nas planícies (em andamento);
5. Regularização das margens dos rios (em andamento);
6. Revegetação das margens e planícies (a ser realizado após a execução dos itens 4 e 5);
7. Plantio de agricultura (a ser realizado após a execução do item 4);
8. Plantio de mata ciliar (a ser realizado após a execução do item 6).

As 8 etapas listadas são apresentadas de forma esquemática nas Figuras 3 à 6, a seguir:

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir



ETAPAS DO PROJETO EXECUTADAS

- 1 - ACESSOS
- 2 - VEGETAÇÃO EMERGENCIAL
- 3 - RECUPERAÇÃO DOS TRIBUTÁRIOS

Figura 3 - Representação esquemática das etapas 1 a 3 de recuperação ambiental.



ETAPAS DO PROJETO EXECUTADAS

- 4 – RECONFORMAÇÃO E DRENAGEM DAS PLANÍCIES
- 5 – RECONFORMAÇÃO DAS MARGENS DOS RIOS

Figura 4 - Representação esquemática das etapas 4 e 5 de recuperação ambiental.



ETAPAS DO PROJETO A SEREM EXECUTADAS

- 6 – REVEGETAÇÃO DAS MARGENS E PLANÍCIES
- 7 – PLANTIO AGRICULTURA

Figura 5 - Representação esquemática das etapas 6 e 7 de recuperação ambiental.



ETAPAS DO PROJETO A SEREM EXECUTADAS

8 – PLANTIO DE MATA CILIAR

Figura 6 - Representação esquemática da etapa 8 de recuperação ambiental.

Os processos de identificação e avaliação de alternativas e o planejamento integral das ações de recuperação ambiental terão continuidade até 2017. O alongamento do prazo é necessário para a conclusão dos estudos científicos e para a execução das ações prioritárias no período chuvoso de 2016/2017. O prazo proposto tem ainda como vantagem o fato de permitir maior participação de órgãos de fiscalização e outros públicos interessados na seleção e análise de alternativas.

O plano integrado será baseado, em grande parte, nos resultados dessas avaliações, mas também terá seções dedicadas aos riscos residuais associados à estabilização das estruturas, à contenção de sedimentos, à clarificação da água e às áreas prioritárias.

5.5 Critérios de Desempenho das Ações de Recuperação Ambiental

Os critérios de desempenho das ações de recuperação ambiental no período chuvoso compreendem objetivos específicos para as áreas consideradas prioritárias, incluindo:

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- Revegetação de 800 ha em áreas impactadas;
- Elaboração e implementação de um plano de monitoramento do desempenho das medidas de contenção, baseada nos princípios de gestão adaptativa.
- Os critérios de desempenho para o plano integrado ainda serão definidos, mas no Termo de Transação e Ajustamento de Condutada (“TTAC” ou “Acordo”), firmado em 02 de março de 2016, foram apresentados alguns exemplos de possíveis critérios:
 - Redução da turbidez para <100 NTU no Gualaxo do Norte até a estação seca de 2019;
 - Execução dos compromissos referentes ao abastecimento de água até meados de 2018;
 - Gestão do acúmulo de sedimentos no barramento da UHE Risoleta Neves (barragem de Candonga) até o fim de 2016;
 - Reabilitação de 2.000 ha até março de 2020; e
 - Recuperação de 5000 nascentes, sendo 500 por ano ao longo de 10 anos.

Prevê-se que alguns dos critérios acima sejam substituídos por outros mais abrangentes. Por exemplo, objetivo de 100 NTU é, na realidade, reflexo de uma ação mais abrangente de recuperação da qualidade da água e dos recursos hídricos. A definição final dos critérios de desempenho deve ser subsidiada por estudos científicos e pelo monitoramento do desempenho, sendo um elemento central do planejamento integrado.

A Operação Águas do IBAMA trouxe uma base sólida para a definição dos critérios de desempenho e a Fundação Renova vem considerando estes critérios de desempenho, tanto para os períodos chuvosos quanto para o longo prazo, para que sejam desenvolvidos em articulação com os principais públicos interessados.

Além de critérios técnicos, convém também que sejam definidos critérios relacionados a processos para o planejamento integrado. O Acordo traz um exemplo ao referir-se aos planos de recuperação, levando em consideração os benefícios socioeconômicos locais. Outro possível critério relacionado a processos seria que o processo de identificação e avaliação de alternativas tenha total transparência, garantindo tempo e oportunidades para a participação de públicos interessados, que o embasamento científico e técnico seja devidamente detalhado, que os resultados e riscos residuais sejam discutidos com transparência e definidos em comum acordo entre todas as partes e que seja adequadamente previsto o monitoramento e a gestão adaptativa. Em síntese, deve-se fazer uso do tempo disponível para assegurar que todas as questões levantadas na Seção 2.0 sejam devidamente tratadas.



5.6 Documentos de referência da Seção 5.0

DOCUMENTO	NOME DO DOCUMENTO	EMPRESA	DATA
RT-023_159-515-2282	Avaliação dos Impactos Físicos Associados ao Rompimento da Barragem de Fundão - Relatório Técnico	Golder	Julho/16
RT_003-159-515-2282_02-B_PT	Relatório do Plano de Amostragem e Análises (SAP) que descreve as investigações de campo e de laboratório planejadas como parte do estudo de caracterização geoquímica de rejeitos, solos e sedimentos.	Golder	Agosto/16
RT_008-159-515-2282_02-B	Relatório de Trabalho de Campo que descreve as atividades dos trabalhos de campo conduzidos pela Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda (Golder) entre os dias 23 de Janeiro e 12 de Abril de 2016 como parte do Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos (Golder, 2015).	Golder	Agosto/16
Anexo A	Lista de amostras coletadas	Golder	Agosto/16
ART_Golder	ART da Empresa Golder Associates	Golder	Mai/16

6.0 PREMISSA TÉCNICA QUE EMBASA AS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO ATUAIS

Esta seção resume a atual compreensão da distribuição dos rejeitos desde a mina até a UHE Risoleta Neves. Estas estimativas variaram ao longo dos últimos nove meses, na medida em que mais dados se tornaram disponíveis. As decisões sobre obras e infraestruturas de emergência tiveram que levar em consideração as informações disponíveis à época.

6.1 Distribuição e Volume de Rejeitos

A Tabela 1 e a Figura 7 apresentam um resumo do volume estimado de rejeitos desde a mina até a UHE Risoleta Neves (Candonga) em julho de 2016.

Tabela 1: Resumo das estimativas de volumes de rejeitos depositados até a barragem de Candonga.

Componente	Volumes (Mm ³)			Descrição	Fonte de Informação
	Nov/2015 (antes do rompimento)	Nov/2016	Diferença (liberado ou acumulado)		
Barragem de Fundão	56,4	12,8	-43,8	Material perdido pelo rompimento e perdas subsequentes	Samarco (topografia)
Barragem de Santarém	7,8	9,8	2,0	Deposição	Samarco (topografia)
Deposição em Santarém a montante de S2A	0,0	0,2	0,2	Deposição	Samarco (topografia)
Deposição em Santarém a montante de S3	0,0	1,3	1,3	Deposição	Samarco (batimetria)
Área de Bento Rodrigues	0,0	0,9	0,9	Deposição	Golder (sondagens)
Planícies de inundação do Rio Gualaxo do Norte até o Rio Doce	0,0	6,1	6,1	Deposição em planícies de inundação	Golder (sondagens)
Canais do Rio Gualaxo do Norte até o Rio Doce	0,0	2,8	2,8	Deposição no canal	Golder (sondagens)
Reservatório de Candonga	0,0	10,5	10,5	Deposição atrás do barramento	Samarco (batimetria)

Fundão – O volume de rejeitos remanescente dentro da estrutura de Fundão é estimado em aproximadamente 12,8 Mm³. A Seção 8.2 descreve o estudo que detalha os métodos usados para a estimativa numérica e as mudanças nos volumes desde 5 de novembro de 2015 devido à erosão e à instabilidade.

Santarém a Bento Rodrigues – Um grande volume de sedimentos liberado pela mina durante o evento se depositou em Santarém e ao longo das margens do alto Gualaxo do Norte até Bento Rodrigues. O volume é estimado em 12,2 Mm³, dos quais 9,8 Mm³ encontram-se depositados na barragem de Santarém e um total de 1,5 Mm³ está depositado na área dos diques S1A, S2A e S3. O restante (0,9 Mm³) está depositado nos vales, tributários e margens do sistema fluvial.

Bento Rodrigues a Candonga – O volume de sedimento depositado a jusante até Candonga é estimado em 8,9 Mm³, dos quais aproximadamente 2,8 Mm³ são considerados como móveis e em transporte ativo. Grandes depósitos de sedimentos encontram-se nas planícies aluviais. A Golder identificou os principais pontos de deposição (documento nº RT-023_159-515-2282, ver Anexo Seção 5.0).

Candonga – A barragem de Candonga serviu como uma grande barragem de contenção, servindo como ponto final para uma grande quantidade de sedimentos transportados pelo rio. Após o evento, o volume de rejeitos é agora de 10,5 Mm³ (documento nº RT-023_159-515-2282, ver Anexo Seção 5.0).

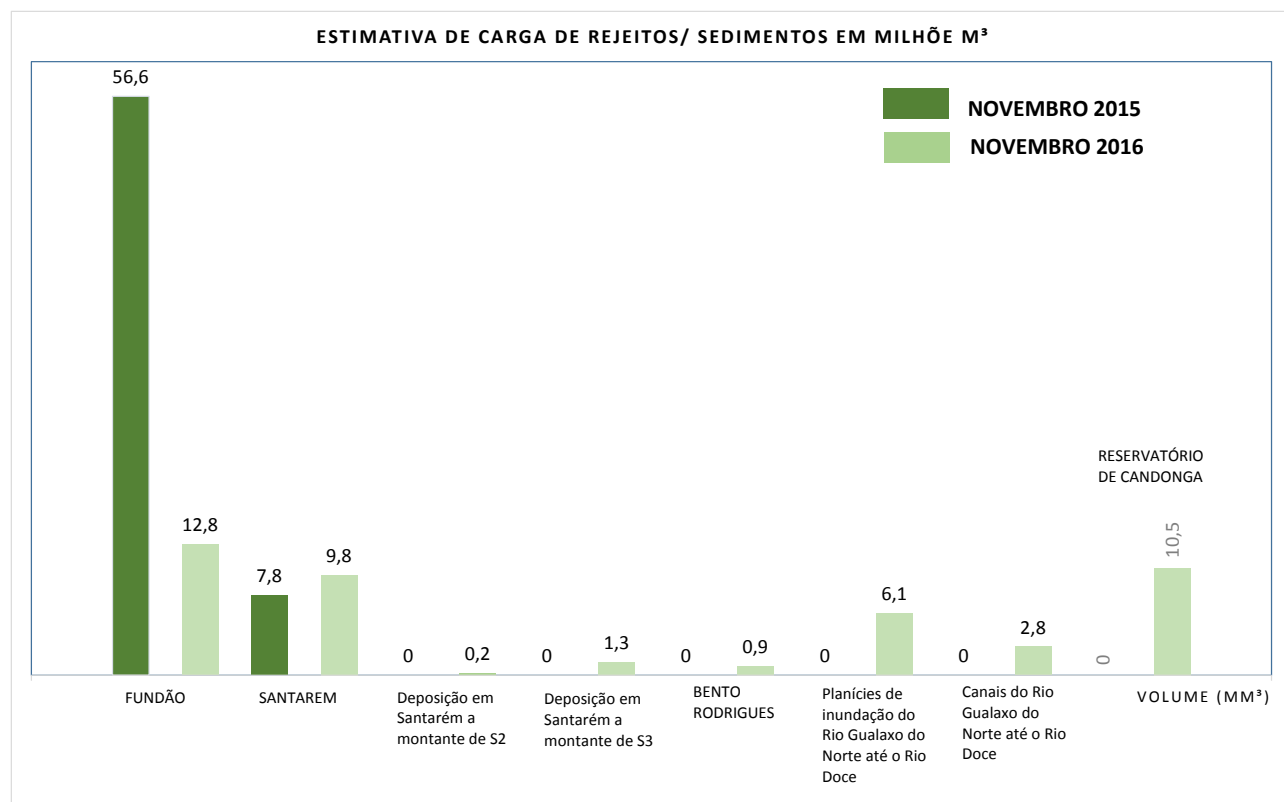


Figura 7: Estimativa de Carga de Rejeitos/Sedimentos em milhões m³.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAIA



A Fundação Renova reconhece que parte do sedimento passou por Candonga em razão do evento e posteriormente na forma de cargas suspensas mais finas. A definição de volumes de sedimentos depositados ao longo do rio Doce a jusante de Candonga e oceano não foi considerada neste documento.

7.0 AÇÕES PRIORITÁRIAS IMEDIATAS

7.1 Foco na Segurança

Imediatamente após o acidente com a Barragem de Fundão, a Samarco iniciou o mapeamento dos impactos sobre as estruturas remanescentes do Complexo de Germano, tendo em vista que cinco estruturas foram diretamente impactadas: (i) Diques da Sela; (ii) Tulipa; (iii) Selinha; (iv) Barragem de Germano; e (v) Barragem de Santarém. Diante disto, empresas projetistas e consultores externos fizeram diversas inspeções do local e mapearam as ações necessárias para execução dos reforços emergenciais dessas estruturas, possibilitando que as mesmas fossem adequadas às condições de estabilidade estrutural em atendimento às diretrizes estabelecidas nas normas técnicas brasileiras. De imediato foram iniciadas as obras.

Buscando reduzir os impactos das chuvas, a Samarco iniciou em dezembro/2015 a implantação do sistema de bombeamento da água superficial existente na área da Barragem de Germano, cujo extravasor opera através do Dique da Tulipa, e o desague ocorria dentro do Vale do Fundão. O bombeamento foi implantado, as obras concluídas em fevereiro/16 e o potencial atualmente instalado é de aproximadamente 26.000 m³/h. Deste volume, 1700m³/h são destinados para o Concentrador II, onde o volume é tratado e lançado no vale do Rio Piracicaba. O restante é lançado à jusante da Barragem de Germano não atravessando, assim, o Vale do Fundão.

A Figura 8 apresenta de forma sumarizada o status das obras de reforço executadas nas estruturas remanescentes do complexo de Germano.



Estrutura	Obra	Status
Selinha	Implantação de bermas de reforço na sua porção inferior	28/12/2015
Sela/ Tulipa	Reforço na ombreira comum e reforço nas seções críticas de Tulipa	Setembro 2016
Tulipa	Readequação do sistema extravasor ao lado do atual	Março 2016
Germano	Implantação de bermas de reforço para recompor erosões e recomposição da drenagem superficial	18/06/2016
Santarém	Prolongamento da drenagem interna, construção de aterro de reforço e recomposição da crista	19/02/2016

Figura 8: Obras emergenciais de contenção e estabilização realizadas durante o período chuvoso 2015/2016

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Todas as estruturas já se encontram com o fator de segurança global acima de 1,5, conforme indicado na Tabela 2.

As condições operacionais das estruturas são avaliadas mensalmente pelas empresas BVP Engenharia e Norwest, sendo os dados apresentados na mesma frequência ao DNPM – Departamento Nacional de Pesquisa Mineral.

Além disso, as empresas Norwest e DAM realizam auditoria independente avaliando as condições operacionais das estruturas.

Uma quarta empresa – AECOM – analisa de forma independente as condições operacionais das estruturas remanescentes e reporta os resultados diretamente ao Ministério Público do Estado de Minas Gerais.

Por fim, uma junta de consultores independentes denominada ITRB – *Independent Tailings Review Board* - composta por profissionais de experiência internacional reconhecida na área de mineração, executa revisões periódicas nos projetos associados às estruturas de contenção de rejeitos e sedimentos da Samarco, com reporte direto aos acionistas.

Tabela 2: Fatores de segurança globais das estruturas remanescentes.

ESTRUTURAS		Fevereiro/17
SANTARÉM		Não aplicável*
GERMANO		1,73
SELA/TULIPA	SELA	1,57
	TULIPA	1,63
	OMBREIRA COMUM	1,57
SELINHA		1,63

*Estrutura foi incorporada ao maciço da Barragem Nova Santarém

7.1.1 Manejo de Águas Superficiais

De forma a aumentar o controle da contribuição de água das bacias hidrológicas de contribuição no vale das barragens de Germano, Santarém e Fundão, provenientes de drenagem (perene ou intermitente) e das chuvas na região, a Samarco implantou o sistema de manejo de águas superficiais. O conceito geral do sistema, objetivos e capacidades são apresentados de forma sumarizada neste capítulo. Maiores

informações sobre esta atividade podem ser obtidas com a Samarco já que a atividade vem sendo conduzida pela empresa, não tendo sido realizada até o momento a transição para a Fundação Renova.

Os principais objetivos deste sistema são:

- Desvio de água para facilitar a execução de obras de infraestrutura;
- Redução do carreamento de sólidos para jusante;
- Contribuir para segurança das estruturas remanescentes.

As medidas já implantadas são relacionadas na Figura 9.

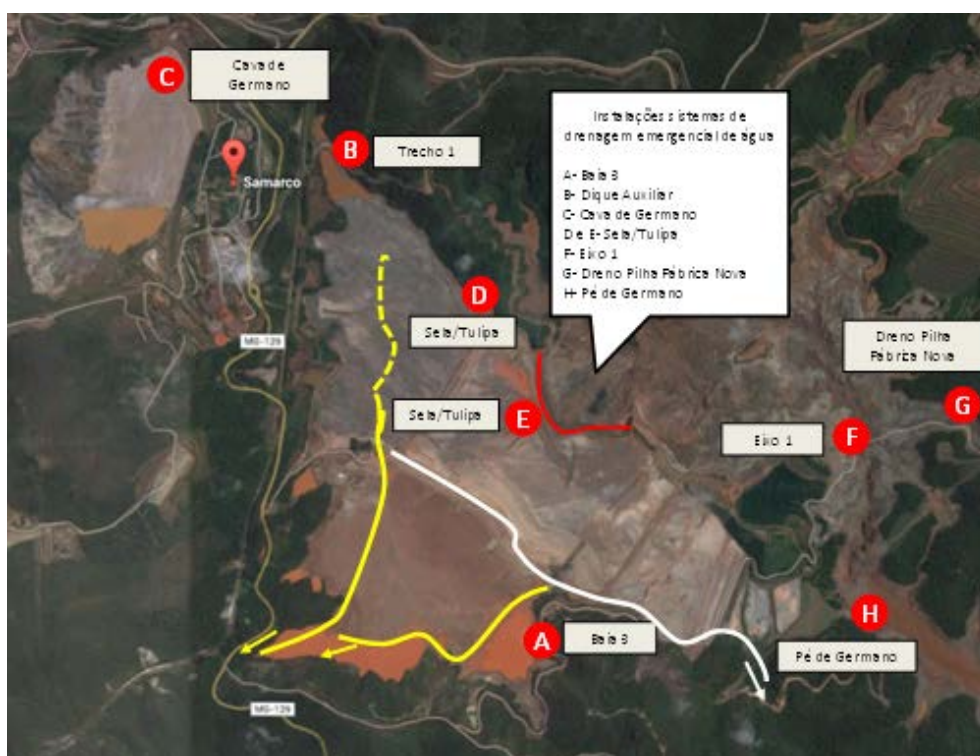


Figura 9: Localização dos bombeamentos implantados – Pontos vermelhos.

7.1.2 Sistemas de Emergência

7.1.2.1 Sistema de Alerta de Emergência

Imediatamente após o acidente com a Barragem de Fundão, a Samarco iniciou a implantação do Sistema de Emergência para a área de auto salvamento e ao longo da área de abrangência, resultantes dos estudos de *DAM BREAK* entre a unidade de Germano até o município de Barra Longa – MG.

O sistema foi especificado com sirenes de longo alcance (modelo Pavian) atendendo aos requisitos FEMA (*Federal Emergency Management Agency's*) descritas abaixo:

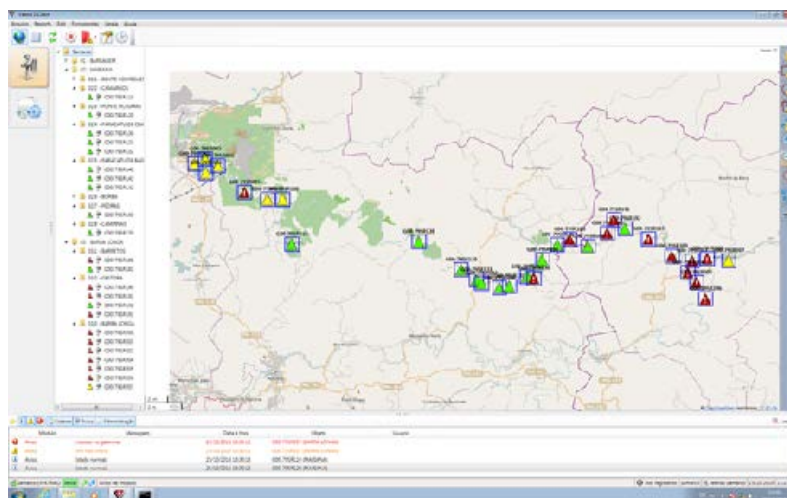
- Potência sonora para abrangência de até 2.000 metros;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI

- Potência acústica mínima de 70dB na borda da área de abrangência;
- Possibilidade de emissão de sinais sonoros por tom e alta voz;
- Comunicação com central de comando por dois ou mais meios de comunicação;
- Central de comando com log de dados de acionamento (Vektra); e
- Sistema de auto testes das sirenes.



Figura 10: Sirenes de Longo Alcance.



PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 11: Central de comando com log de dados de acionamento (Vektra).

Para atender as áreas de auto salvamento e as comunidades de Mariana e Barra Longa serão necessárias 31 (trinta e uma) sirenes, sendo 5 em áreas de Barragens, 2 em Bento Rodrigues, 1 em Camargos, 1 em Ponte do Gama, 3 em Paracatu de Cima, 3 em Paracatu de Baixo, 1 em Borba, 1 em Pedras, 1 em Campinas, 2 em Barretos, 4 em Gesteira e 7 em Barra Longa.

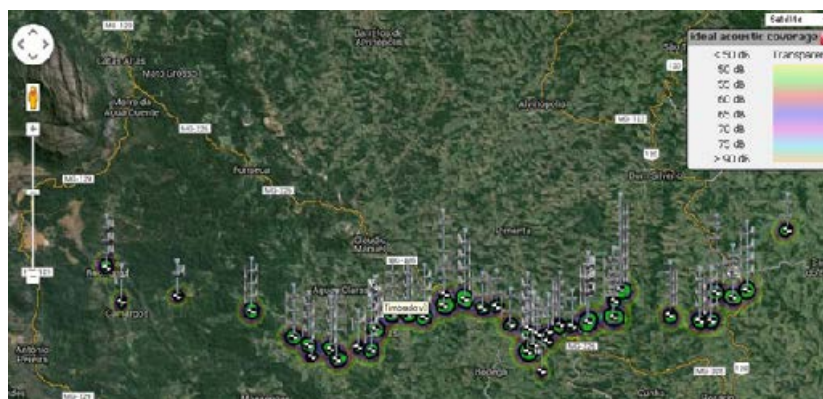


Figura 12: Visão Geral de todas as Sirenes.



Figura 13: Sirenes da Barragem de Germano e Santarém.



Figura 14: Sirenes das Comunidades de Mariana.

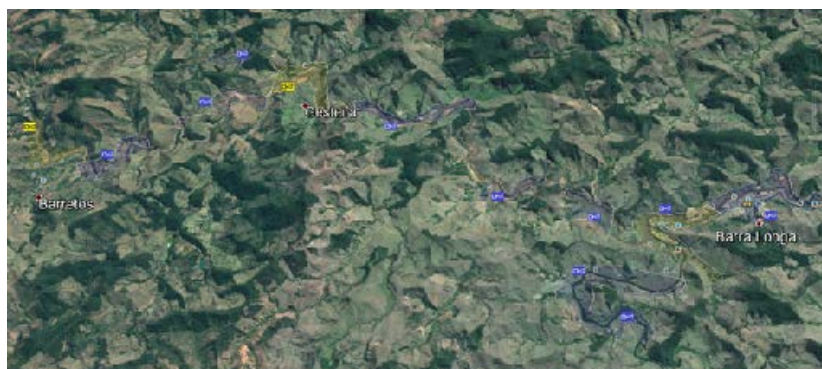


Figura 15: Sirenes das Comunidades de Barra Longa

7.1.2.2 Sistema de Alerta Contra Cheias

A Fundação Renova está implantando o sistema de alerta contra cheias na bacia hidrográfica do rio do Carmo (Figura 16), especificamente para as localidades ribeirinhas do rio Gualaxo do Norte e a área urbana da cidade de Barra Longa – MG, que se baseia no conhecimento antecipado da ocorrência de eventos de precipitação, em termos de intensidade e distribuição espacial e temporal, assim como da provável resposta da bacia a esses eventos, em termos de geração de vazões e possíveis inundações em trechos fluviais de interesse.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

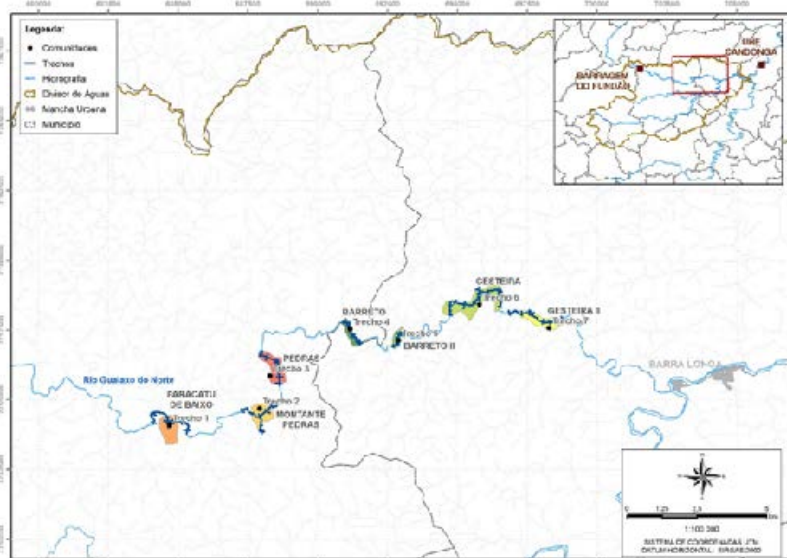


Figura 16: Áreas e trechos fluviais para o sistema de alerta contra cheias.

O sistema será baseado em avaliações qualitativas, considerando as previsões meteorológicas de eventos de precipitação disponibilizadas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A partir dessas previsões, será avaliada a possibilidade de se estabelecer sua correlação com dados fluviométricos das estações existentes para previsão preliminar de vazões.

O sistema abrange também uma avaliação da representatividade da rede de monitoramento hidrometeorológico, implantada e operada pela Samarco no domínio da Mina do Germano, para subsidiar não somente a previsão de cheias, mas também a futura elaboração de estudos relacionados ao potencial de recarga em áreas de interesse hidrogeológico e também de modelos hidrológicos de transformação de chuva em vazão na região de interesse da Fundação Renova.

A rede existente no domínio da Mina do Germano é composta por 5 (cinco) estações meteorológicas automáticas do tipo Weather-Hawk, 2 (dois) pluviômetros do tipo Ville de Paris e 3 (três) estações fluviométricas no rio Piracicaba.

As informações obtidas, tanto nas estações existentes (SAMARCO e rede hidrometeorológica de órgãos oficiais) quanto nas estações a serem implantadas, serão compiladas e tratadas por meio de uma ferramenta de fácil aplicação, que incorpora a visualização de previsões meteorológicas na internet, a visualização de fenômenos de precipitação e as vazões em trânsito ao longo da bacia em tempo real, permitindo aos operadores do sistema correlacionar um determinado estado de vazões em curso a tormentas que poderão induzir a formação de enchentes, de tal forma que seja possível a emissão de alertas à população quanto ao risco de inundações. Em relação às previsões meteorológicas nessa primeira etapa, estima-se que antecedência alcançada para alerta de tempestades seja por volta de 12 a 24 horas. Para as vazões, estima-se que a antecedência alcançada possa ser entre 3 a 5 horas.

A rede hidrometeorológica a ser implantada inicialmente será composta por 5 (cinco) estações linigráficas automáticas e 8 (oito) estações pluviográficas automáticas (Figura 17), com transmissão de dados em

tempo real, distribuídas ao longo da bacia do rio do Carmo, além da instalação de seções linimétricas convencionais (Figura 18) ao longo da bacia do rio Gualaxo do Norte, nos trechos de interesse indicados na Figura 16. Na medida do possível, serão aproveitadas as instalações existentes da rede oficial da Agência Nacional de Águas – ANA - para otimização dos serviços.



Figura 17: Estação pluviográfica e *data logger*.



Figura 18: Seção linimétrica e sensor de nível automático.

7.1.3 Dragagem do Reservatório da UHE Risoleta Neves

A dragagem dos sedimentos depositados no reservatório da UHE Risoleta Neves está dividida em duas fases de execução, sendo a primeira já em andamento. As atividades de recuperação do reservatório da UHE Risoleta Neves ainda são conduzidas pela Samarco, porém a partir de Março foram iniciados os processos de transição para condução das atividades pela Fundação Renova.

A finalização da fase 1 consiste em reestabelecer as condições de operação da hidroelétrica, garantir a segurança estrutural do barramento da usina e contribuir para a melhoria da qualidade da água.

7.1.3.1 Áreas de Disposição de Sedimentos

Neste item serão detalhadas a identificação e disponibilização de áreas para destinação de sedimentos, uma vez que esta disponibilização se apresenta como principal limitador da produtividade de dragagem, conforme será detalhado a frente. O capítulo separa as ações para disponibilização de áreas de disposição em duas partes: (i) Áreas de disposição previstas e; (ii) Novas alternativas de disposição.

7.1.3.1.1 Áreas de Disposição Prevista

Inicialmente, em dezembro de 2015, foram mapeadas áreas de disposição que potencialmente comportariam o volume total previsto para ser dragado na área dos 400 metros a partir da barragem da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (Candonga), conforme consta apresentado na Tabela 3, apresentada abaixo:

Tabela 3: Áreas de disposição estudadas inicialmente.

Área	Coordenadas (Lat/Long)	Volume armazenado (m ³)	Dentro da área do Lago	Área Impactada	Distância aproximada da operação	*Pontos Acumulados
Fazenda Velho Soberbo	20° 13'43.94" / 42° 52'10.99"	400.000	Não	Não	6 KM	6
Depósito Pequeno (Setor 1)	20°11'56.53" / 42° 51'38.84"	90.000	Sim	Sim	1 KM	16
Antigo Soberbo (Setor 8.1)	20°14'15.34" / 42° 52'33.12"	450.000	Sim	Sim	7 KM	12
Curva Banco de Areia (Setor 8.2)	20°14'15.46" / 42° 52'54.07"	100.000	Sim	Sim	8 KM	12
Praça do Lago (Setores 4 e 5)	20°12'12.34" / 42° 52' 39.31"	2.200.000	Sim	Sim	2,5 KM	25
Depósito Jusante (Faz. Candonga)	20°11'37.17" / 42°50'58.59"	150.000	Não	Não	2,5 KM	8
Depósito Jusante Alto (Faz. Bocaina)	20°12'44.77" / 42°50'55.07"	50.000	Não	Não	1,3 KM	8

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Uma vez que o volume inicialmente necessário a ser dragado (550.000 m³) era inferior ao volume das áreas mapeadas, foi realizada uma priorização dentre as áreas, conforme consta na Tabela 4, a seguir. As áreas 4 e 5 foram então priorizadas para destinação do volume a ser dragado na fase 1 (550.000 m³). No entanto, as demais áreas permaneceram em estudo, visando um atendimento posterior para a dragagens de manutenção constantes na fase 2 do processo de dragagem, cujos volumes superariam em muito os originalmente previstos na primeira fase - fase 1, conforme segue no “ANEXO X – Estudo de áreas para disposição dos sedimentos – Dezembro-2015”.



Tabela 4: Priorização das áreas de disposição.

Área	Coordenadas (Lat/Long)	Prioridade
Praça do Lago (Setores 4 e 5)	-20°12'12.34"/-42°52'39.31"	1
Depósito Pequeno (Setor 1)	-20°11'56.53"/-42°51'38.84"	2
Antigo Soberbo (Setor 8.1)	-20°14'15.34"/-42°52'33.12"	3
Curva Banco de Areia (Setor 8.2)	-20°14'15.46"/-42°52'54.07'	4
Depósito Jusante (Faz. Candonga)	-20°11'37.17"/-42°50'58.59"	5
Depósito Jusante Alto (Faz. Bocaina)	-20°12'44.77"/-42° 50'55.07'	6
Fazenda Velho Soberbo	-20°13'43.94"/-42°52'10.99"	7

De acordo com o avanço dos estudos de engenharia, constatou-se que os volumes originalmente estimados das áreas priorizadas eram ainda inferiores ao previsto, conforme apresentado na Tabela 5, a seguir. Entretanto, considerando ainda a redução, o volume total que potencialmente poderia ser acumulado pela utilização das áreas, atenderia a necessidade original da fase 1 (550.000 m³).

Todavia, com base nos novos volumes confirmados de dragagem na área dos 400 m, totalizando aproximadamente 1.300.000 m³, novas áreas de disposição, que estavam sendo estudadas apenas para a fase 2 da dragagem, tornaram-se necessárias. Desta forma, estas áreas precisaram ser desenvolvidas e confirmadas a sua viabilidade de utilização ainda para a fase 1 da dragagem, conforme apresentado no "ANEXO X – Estudo de áreas para disposição dos sedimentos – Dezembro-2015".

Para a elaboração do projeto conceitual dessas novas áreas, foram realizados estudos dos processos técnicos operacionais, condições locais e logística de transporte, considerando ainda todos os aspectos ambientais descritos abaixo para determinação da escolha da alternativa locacional mais adequada para ser utilizada como área de depósito de sedimentos dragados, de forma a minimizar os impactos ambientais advindos desta atividade, de forma sustentável e ambientalmente correta.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Tabela 5: Volumes confirmados após o desenvolvimento do projeto.

Área	Coordenadas (Lat/Long)	Volume Estimado	Volume após avaliação de projeto
Praça do Lago (Setores 4 e 5)	20° 12' 12.34"/ 42° 52' 39.31"	2.200.000	500.000 (400.000*)
Depósito Pequeno (Setor 1)	20° 11' 56.53"/ 42° 51' 38.84"	90.000	15.000
Antigo Soberbo (Setor 8.1)	20° 14' 15.34"/ 42° 52' 33.12"	450.000	360.000 (140.000 após as últimas alterações)
Curva Banco de Areia (Setor 8.2)	20° 14' 15.46"/ 42° 52' 54.07"	100.000	100.000
TOTAL		2.840.000	975.000 (*655.000)

Isto posto, foram analisadas várias alternativas como área de destinação, considerando entre outros requisitos as seguintes premissas básicas de projeto:

- Escolha de locais sem 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 menores impactos socioeconômico-culturais; e
- Minimização dos eventuais impactos e dos custos ambientais advindos para sua mitigação.

A Figura 19 apresenta as áreas estudadas com base nestas premissas detalhadas. Frente a este cenário, qual seja, da necessidade de um maior volume de dragagem e da disponibilização de novas áreas de disposição, foi realizada uma análise estatística do cronograma, comparando a produção diária estimada da dragagem versus a disponibilização das áreas de disposição, em paralelo à execução dos barramentos metálicos. Pode-se observar que no cenário mapeado a produção diária de dragagem sofre uma restrição de produtividade de 4.000 m³ por dia até janeiro de 2017, devido à indisponibilidade de área de grande porte, necessária para produtividades superiores até este período.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

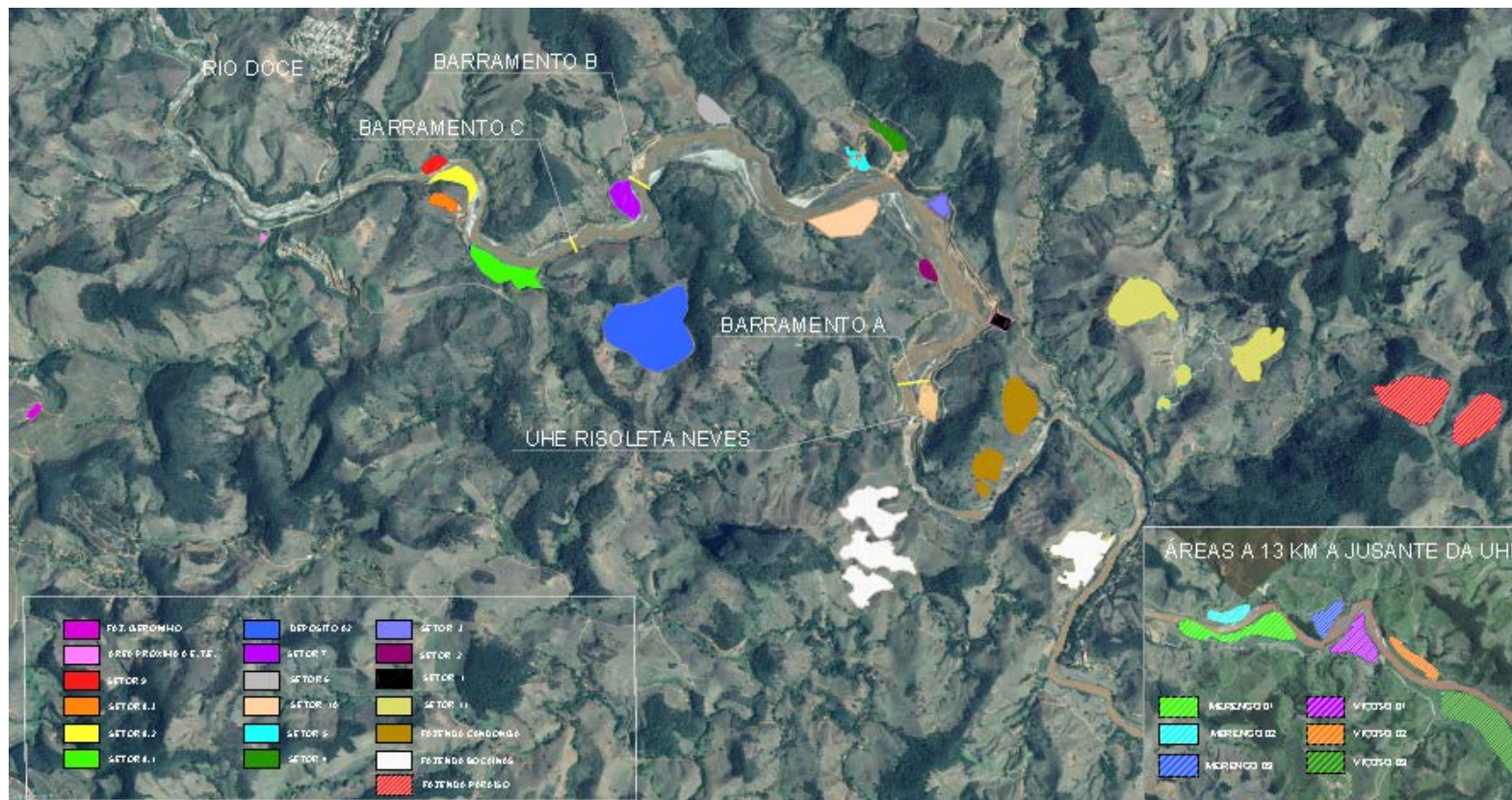


Figura 19: Estudo de novas áreas de disposição de sedimentos dragados, Obs.: Os termos fazenda ponte do soberbo, área 8.1 e área 8.2 correspondem a identificação fazenda Velho Soberbo

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Com base no gráfico apresentado na Figura 20 e a conclusão exposta, fica demonstrado que a principal restrição do cronograma está atrelada à falta de disponibilização de áreas de disposição de sedimentos que atenda o acréscimo do ritmo de operação de dragagem.

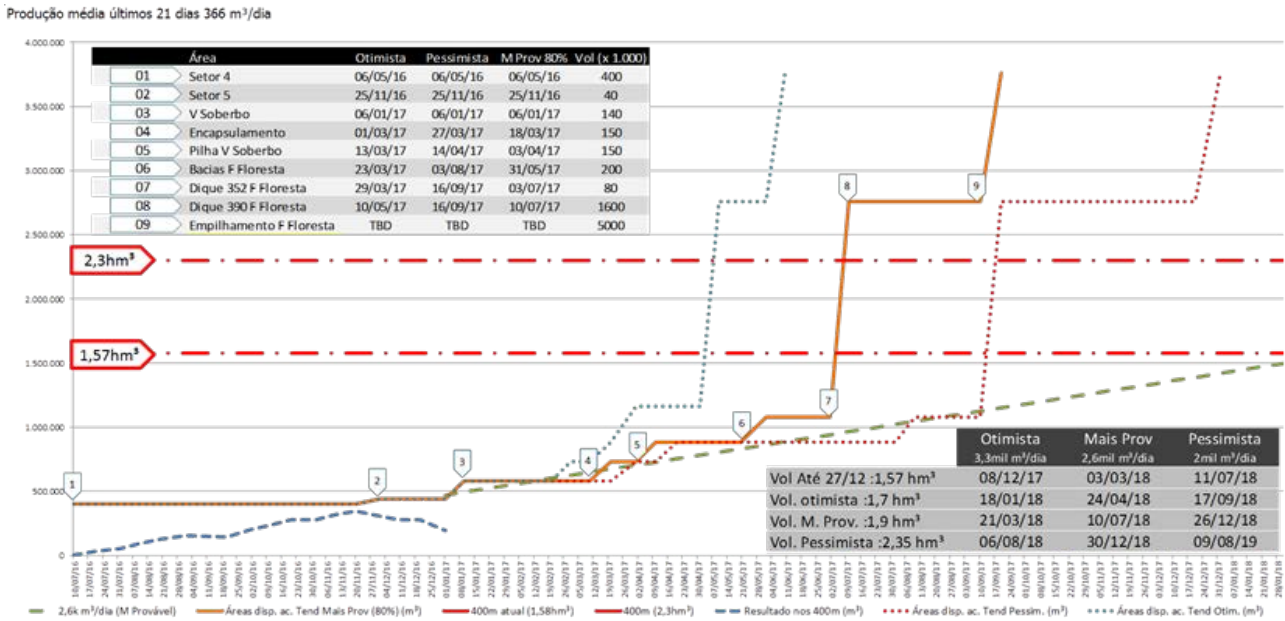


Figura 20: Estudo de novas áreas de disposição de sedimentos dragados.

Em consonância com o mencionado, a Figura 21 apresenta as médias de produção realizadas a partir do volume apropriado diariamente na dragagem. É possível verificar que as taxas de dragagem apresentam variações onde, entre outros parâmetros, pode-se perceber a influência exercida pela disponibilidade de áreas de disposição. Reforça-se novamente que a inclusão de novos equipamentos não promove uma melhora da produtividade da dragagem, nem tampouco reduz o cronograma do projeto, uma vez que o limitador operacional apresentado é a disponibilização de áreas para disposição do material dragado.

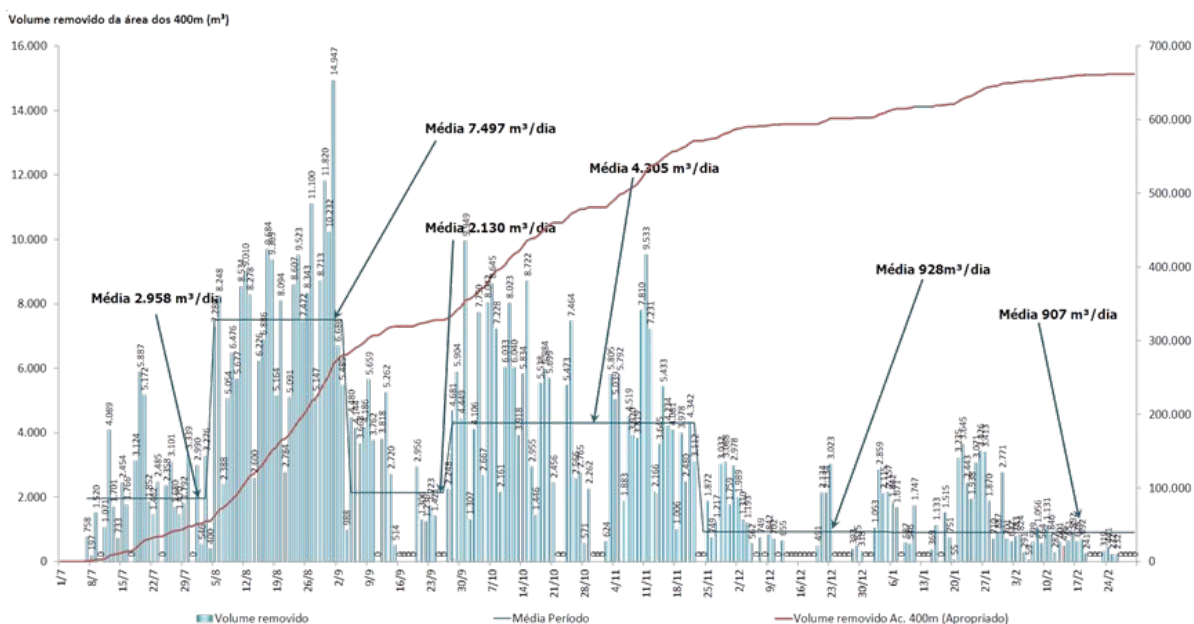


Figura 21: Produção média por período de sedimento dragado.

O desenvolvimento de novas alternativas de disposição até que a área de grande porte possa estar apta para receber os sedimentos dragados da área de interesse, por outro lado, favorece a melhora das condições para o aprimoramento da dragagem, que serão apresentados no capítulo a seguir.

7.1.3.1.2 Novas Alternativas de Disposição

De posse dos dados e considerações acima se pode demonstrar que entre os riscos das atividades de dragagem, a disponibilidade de área de disposição figura como o principal risco. Por este motivo, há grande investimento e esforços para identificação e negociação das áreas estudadas para esta finalidade.

A viabilidade da utilização da fazenda Floresta, área selecionada como melhor alternativa para utilização, passou por uma análise e seleção de critérios estabelecidos e definidos no “ANEXO X – Estudo de áreas para disposição dos sedimentos – Dezembro-2015”, cuja tabela encontra-se transcrita abaixo (Tabela 6):

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

Tabela 6: Critérios e pontuação para priorização de áreas.

Critério	Valor	Pontuação
Volume Armazenado	> 2.500.000	10
	500.000 a 2.500.000	5
	< 500.000	1
Dentro da área do lago	Sim	5
	Não	1
	Sim	5
Área Impactada	Sim	5
	Não	1
Distância aproximada da operação	< 3 km	5
	3 a 6 km	3
	> 6 km	1

Da mesma forma, considerando todas as alternativas de disposição avaliadas e os critérios e pontuação estabelecidos para a priorização das áreas, pode-se verificar a classificação da fazenda Floresta como a alternativa a ser indicada para disposição de sedimentos (Tabela 7). Em segundo lugar na priorização foi classificada a área externa ao Velho Soberbo, que apesar da volumetria menos expressiva, em função da facilidade de implantação e da sua sinergia em combinação com os setores 8.1 e 8.2, potencialmente tornaria ainda mais viável o prazo para a implantação da solução mais robusta e definitiva acima identificada como fazenda Floresta.

Tabela 7: Classificação prioritária das áreas de disposição.

Área	Número proprietário ou outras limitações	Volume armazenado (m³)	Dentro da área do lago	Área Impactada	Distância aproximada da operação (Km)	Custo Projeto	*Pontos acumulados
Faz Floresta	1	5.000.000	não	sim	3	5	29
Faz Ponte do Soberbo	1	140.000	não	sim	8	10	28
Faz Bocaina	7	5.000.000	não	sim	2,5	1	27
Faz Paraíso	2	5.000.000	não	sim	7	1	23
Faz Candonga	14	2.500.000	não	sim	2	5	22

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Uma vez selecionada a alternativa locacional que preenche requisitos, inclusive relacionados à grande capacidade volumétrica, foi identificado nos estudos de engenharia, que, devido à complexidade da implantação do projeto, a disponibilização desta área só é viável a partir de março de 2017. A declaração de obra emergencial para a Fazenda Floresta foi protocolada no dia 05 de setembro de 2016 na SEMAD, conforme consta no “ANEXO XI – Protocolo Memorial Descritivo - Área emergencial Fazenda Floresta”.

Por outro lado, e aproveitando as oportunidades identificadas, foram desenvolvidas outras iniciativas para aumento da capacidade de disposição de sedimentos, até que esta grande área possa entrar em operação. São elas:

- Sistema de empilhamento externo ao Velho Soberbo – fazenda Velho Soberbo

Alternativamente à disposição dos sedimentos em diques, foi estudada a execução de um empilhamento dos sedimentos desaguados aproveitando o resultado de uma ação similar realizada na disposição controlada de sedimentos na cidade de Barra Longa (Figura 22). O “ANEXO XII – Projeto Executivo – Aterro de Barra Longa” detalha esta disposição e fornece elementos de suporte a alternativa de disposição tanto para este empilhamento quanto para o empilhamento previsto na Fazenda Floresta. Estão incluídos no corpo deste anexo todos os desenhos e documentos complementares desta solução.

Dessa forma, para o caso da área externa, cujo material *in situ* foi utilizado como jazida para a composição dos maciços dos setores 4 e 8, a recomposição se dará a partir do empilhamento dos sedimentos ou, alternativamente, com o material resultante da escavação do setor 8.1 para formação do reservatório, conforme premissas definidas na Figura 22. A volumetria definida a partir da topografia primitiva, indicou um acréscimo de volume disposto da ordem de 300.000 m³. O projeto básico geométrico está concluído e estão em andamento os estudos de drenagem de fundo e de proteção do talvegue. O “ANEXO XIII – Projeto Setor 8.3 Pilha Velho Soberbo” apresenta a geometria básica deste empilhamento.

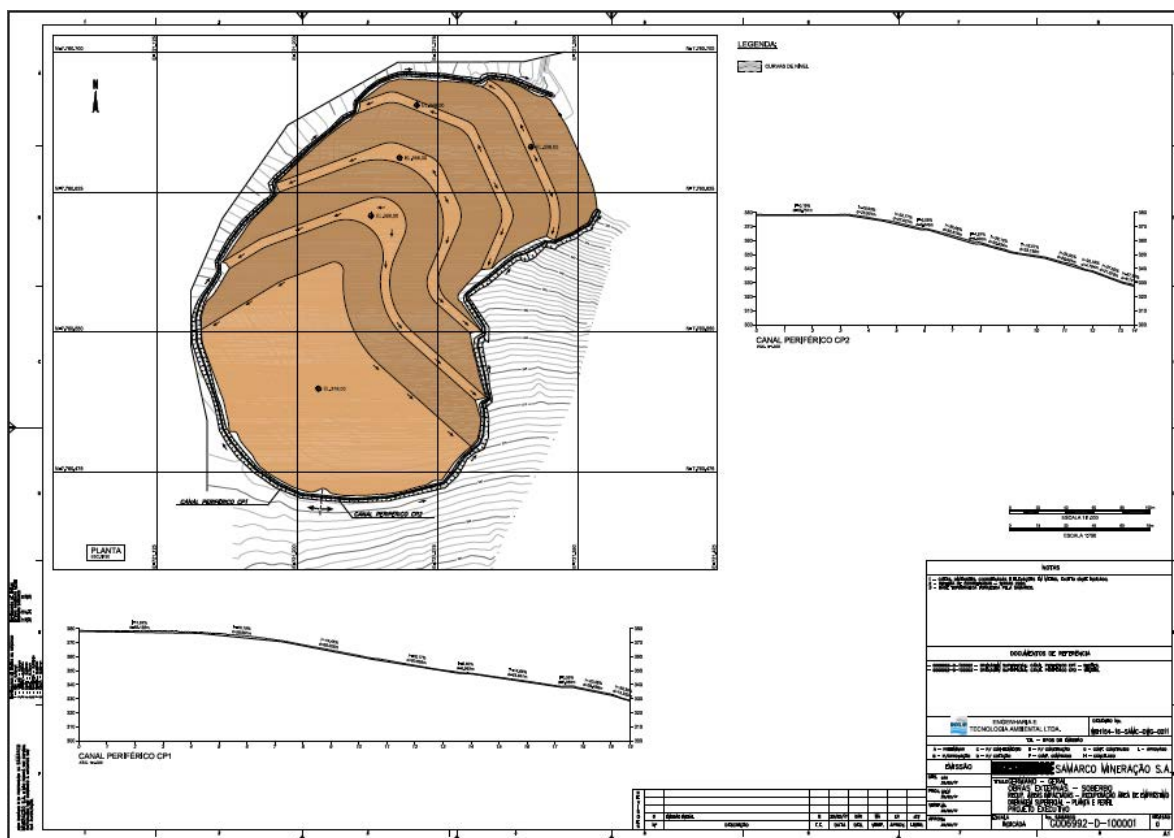


Figura 22: Empilhamento externo – Fazenda Velho Soberbo.

- Encapsulamento de rejeitos dragados na área a jusante do barramento 4A

Esta alternativa de disposição prevê a utilização da área remanescente a jusante do barramento 4A, com a utilização de confinamento do sedimento dragado em *Ecobags*. Inicialmente, durante a construção do barramento 4A, uma certa quantidade de material natural foi removida da região de implantação do barramento por apresentar características incompatíveis com a necessidade da estrutura. Todo esse material foi utilizado para construir um aterro de conquista na área a jusante do eixo do barramento, de forma a se poder transitar, criando uma praça de trabalho capaz de receber estoques temporários de material granular ou terroso que seria aplicado no corpo do barramento. O pré-adensamento promovido por esta necessidade da implantação definiu o platô que está sendo utilizado para disposição e enchimento dos *ecobags*.

Nessa configuração, haverá uma disposição controlada de sedimentos encapsulados sobre a região cujo perfil geotécnico não favorecia a implantação de grandes estruturas de contenção. Novas investigações geotécnicas foram realizadas para verificação da capacidade de carga e, os estudos de engenharia foram desenvolvidos e suportados pela realização de ensaios instrumentados no local de implantação. A partir da análise e dimensionamento realizados, serão utilizados reforços de fundação com o uso de grelhas sintéticas e geotêxteis.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Desta forma os sedimentos dragados poderão ser apenas empilhados e dispostos, podendo até mesmo apresentar deformações mais acentuadas, sem que isto signifique um problema estrutural ou de falta de estabilidade atual ou futura.

Nesta iniciativa, o volume geométrico previsto para disposição é de aproximadamente 150.000 m³. Este volume poderá ser aumentado dependendo apenas da capacidade de adensamento que será promovido por este tipo de disposição. Este coeficiente será determinado durante a operação de enchimento através do monitoramento contínuo durante o enchimento.

- Bacias de contenção submersas no Setor 5

O setor 5 foi inicialmente descartado em função da necessidade de grande esforço na construção convencional para implantação de uma estrutura similar ao barramento 4A, sem que isto representasse um ganho expressivo de volume para disposição de sedimento dragado. Entretanto, com o desenvolvimento do setor 4 e com a necessidade de emprego de material a jusante do setor e/ou nos acessos de serviço desenvolvidos, criou-se uma bacia natural escavada no setor. Esta bacia possui cota de serviço abaixo da cota de serviço do reservatório e apresenta uma capacidade volumétrica aproximada para 20.000 m³ de sedimentos dragados. Por outro lado, a viabilização da solução de encapsulamento a jusante do setor 4A pode indicar um potencial de acréscimo de volume no setor 5 de aproximadamente outros 50.000 m³ na área imediatamente a jusante da bacia implantada. Entretanto, somente será desenvolvida esta solução após os resultados obtidos com o setor 4. Vale lembrar que este setor desempenha um papel parecido com o Velho Soberbo, que apesar de não possuir uma capacidade volumétrica expressiva, permite que funcione como um pulmão até que a área da fazenda Floresta possa ser implantada e disponibilizada para a disposição definitiva dos sedimentos dragados.

- Diques de contenção da Fazenda Floresta

A disposição controlada de sedimentos dragados previstos para ser implantada na fazenda Floresta está descrita e melhor caracterizada no "ANEXO XIV – Disposição dos Sedimentos Faz Floresta". Entretanto, o fundamento de sua capacidade volumétrica consiste na implantação de um sistema capaz de absorver as vazões promovidas pelos dois equipamentos de dragagem simultaneamente e promover o seu desaguamento para, posteriormente, poder ser empilhado a partir do mesmo conceito aplicado na pilha externa do Velho Soberbo e no aterro controlado desenvolvido na cidade de Barra Longa.

A implantação deste sistema apresenta algumas características que precisam ser mais bem compreendidas em função da dificuldade que impõem ao processo industrial que, apesar de não apresentar grande complexidade em seu conceito, para sua melhor adaptabilidade e produção implica em maior conhecimento e maiores cuidados na definição de seus equipamentos.

Apenas a título de exemplo, a distribuição granulométrica do material dragado em Candonga apresenta uma grande variação (Figura 23). Este fator para dimensionamento dos equipamentos de desaguamento, principalmente a escolha do conjunto de equipamentos a ser utilizado no processo de desaguamento é muito relevante.

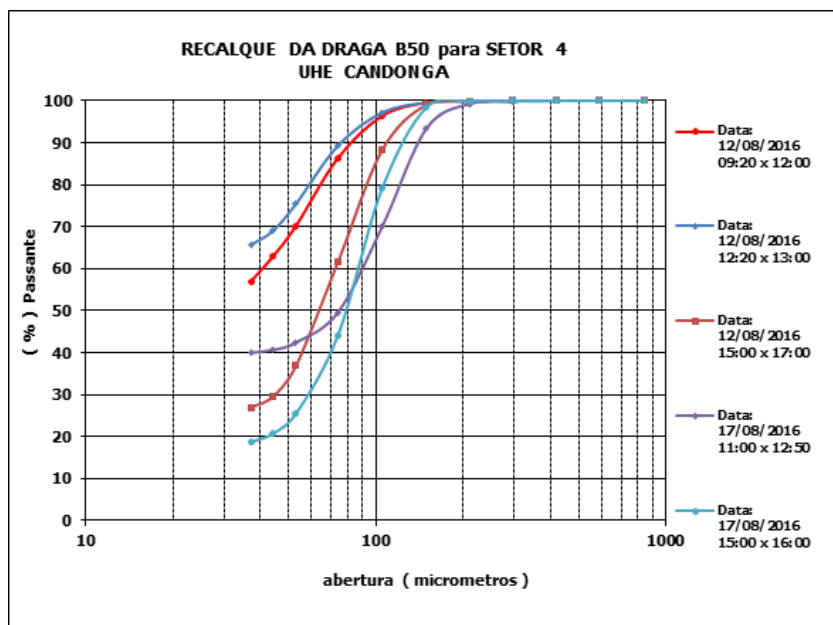


Figura 23: Variação granulométrica dos sedimentos dragados.

O conceito global do empilhamento da fazenda Floresta deve conter solução para o transporte do sedimento até o local de desaguamento, a estrutura do desaguamento propriamente dita e ainda toda logística de transporte e empilhamento interno na fazenda, considerando o projeto de sequenciamento de pilha e de implantação de toda a infraestrutura necessária para drenagens superficial e profunda que garantam a estabilidade da estrutura prevista e, ainda, o posterior tratamento dos taludes remanescentes. É sempre bom lembrar que todo efluente deste sistema deve também passar por um processo de tratamento de tal forma que a água a ser devolvida para o curso do rio se apresente dentro dos padrões estabelecidos pela CONAMA 357 Classe 2- 2005

Desta forma, optou-se por estudar a implantação de um dique de contenção para lançamento livre do sedimento dragado a exemplo da solução do dique 4A. Esta solução possui sinergia com o empilhamento uma vez que pode atuar como estrutura integrante do sistema de tratamento do efluente do sedimento desaguado, naquele processo. Entretanto, é importante salientar que a solução deve manter viabilizado o sistema de empilhamento, uma vez que este é o grande volume de disposição nesta área. A Figura 24 abaixo apresenta a configuração de implantação e os quantitativos envolvidos na construção, que está prevista para ser iniciada no período chuvoso.

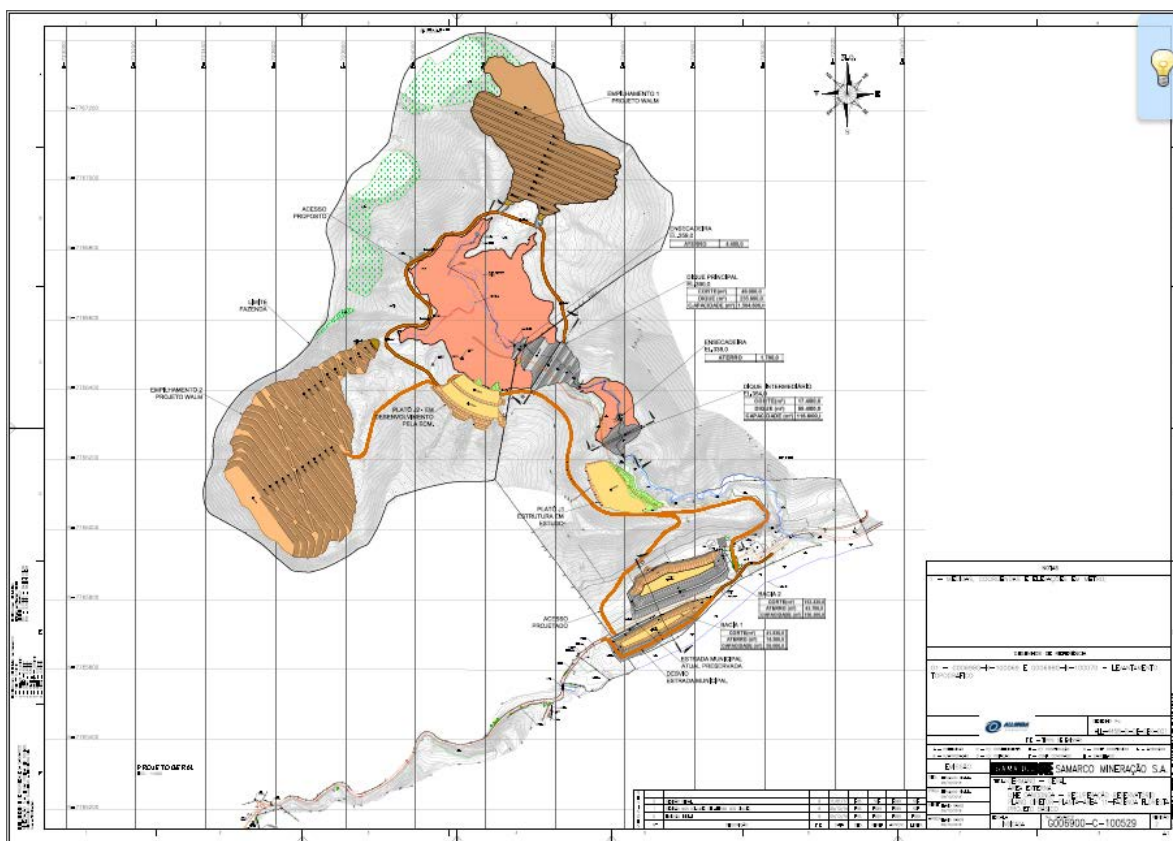


Figura 24: Plano diretor Fazenda Floresta.

7.1.3.2 Construção dos Barramentos Metálicos

Os barramentos metálicos submersos foram introduzidos no projeto a partir do estudo de remanso e de sedimentologia elaborados para entender o comportamento do reservatório antes e após o evento de 05/11/2015.

A solução inicial para recuperação das atividades da UHE Risoleta Neves selecionada para remoção dos sedimentos e prolongamento da vida útil do reservatório foi composta por dois barramentos transversais, sendo o barramento A localizado a 400m do barramento da UHE Risoleta Neves e o barramento B, localizado em região intermediária do reservatório da UHE. O local destes barramentos foi determinado de forma a maximizar o volume do armazenamento mantido a montante destes, sem possuir grande altura, e de forma a não causar alterações no remanso ou operação do reservatório, para que este sirva como retenção dos sedimentos residuais mais pesados provenientes da remobilização de sedimentos depositados ao longo da calha dos rios Gualaxo, do Carmo e Doce. Em análises realizadas, optou-se por manter o barramento B, no final, sentido montante-jusante, do platô gerado pelo assoreamento na cota 318,0m, ou seja, a uma distância de aproximadamente 5,1 Km a montante do barramento da UHE. Foram feitas avaliações com relação à cota de coroamento de ambos barramentos, sendo possível atingir a cota 323,5m nos dois, sem alterar as condições de remanso.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Devido a aspectos construtivos e atual nível do reservatório da UHE, aproximadamente na cota 312,00 m, optou-se por manter o coroamento da barreira A na cota 313,0m. Na Figura 25 é possível identificar o posicionamento dos barramentos e a sua contribuição na formação dos recintos de deposito de material, considerando a condição inicial pós-evento.

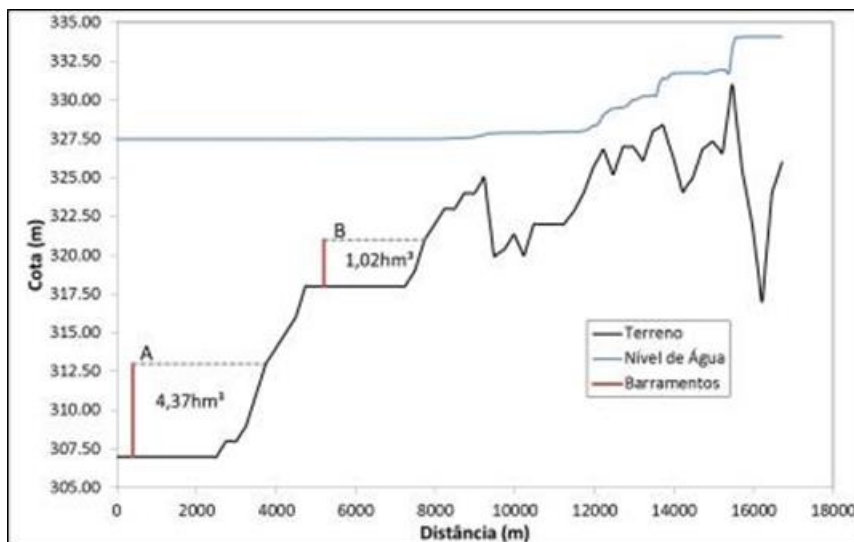


Figura 25: Volumes de retenção dos barramentos A e B.

Desta forma, considerando que os objetivos iniciais haviam sido alcançados, a efetiva instalação dos dois barramentos dispensaria a instalação de um terceiro barramento, conhecido inicialmente como barramento C dentro do reservatório no projeto de recuperação. Sendo assim, a engenharia, a contratação de materiais e serviços das barreiras A e B ocorreram em paralelo sendo que em meados de abril de 2016 já haviam sido emitidos a engenharia necessária para contratação e execução dessas obras.

A partir da evolução da batimetria no período de Novembro/15 a Maio/2016 e, constatada a remobilização dos sedimentos e novo aporte ainda no período chuvoso 2015/2016 demonstrado na Figura 26, abaixo. Pode-se constatar uma mudança no leito do reservatório que resultou na alteração dos volumes iniciais estimados para remoção na área compreendida entre o barramento principal da UHE Risoleta Neves e a linha dos 400m a montante, assim como a completa ocupação do recinto inicialmente criado a partir da instalação do barramento A, estimado em 4.500.000m³.

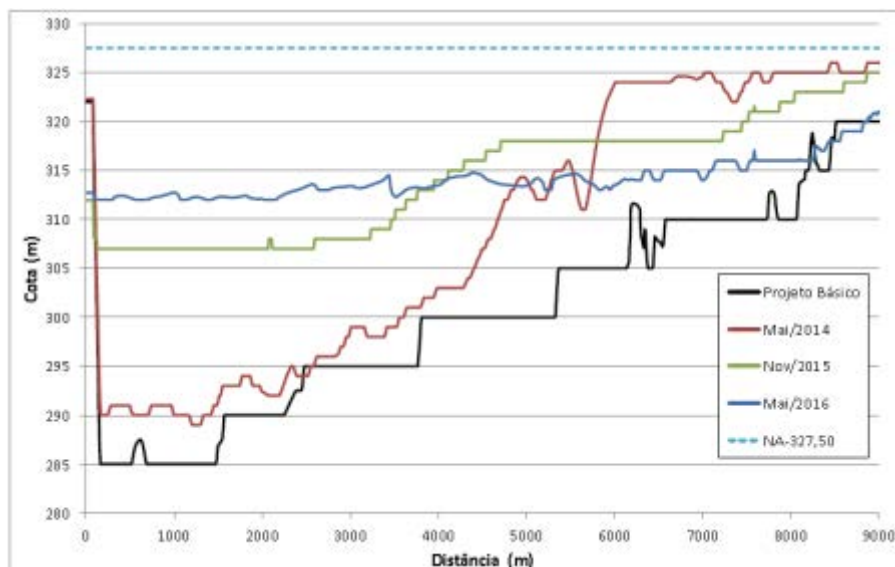


Figura 26: Evolução dos perfis topo batimétricos.

Entretanto, no caso do Barramento B, a remobilização de sedimentos resultou em um rebaixamento do nível do leito do reservatório no local de implantação, o que interferiu na geometria inicialmente elaborada para este barramento. Esta interferência levou a um redimensionamento da estrutura do Barramento B, reduzindo sua crista da EL+ 321 para a EL+ 318, resultando em um recinto ligeiramente superior ao anterior, sendo antes de 1.000.000m³ para 1.300.000m³. Ainda assim, foi necessário alterar as características do aço empregado nos perfis, afetando de certa forma o fornecimento de materiais em andamento nesta oportunidade.

Em função dos resultados das simulações de transporte de sólidos, do possível aporte futuro de sedimentos no remanso do reservatório da UHE Risoleta Neves e da inviabilidade da execução de estruturas de contenção de sedimentos mais a montante no Rio Gualaxo, recuperou-se a hipótese da instalação do terceiro barramento. Por solicitação do IBAMA, foram realizados novos estudos para implantação do Barramento C, inicialmente descartado, com propósito de:

- Incrementar a retenção de materiais a montante da UHE;
- Garantir o mínimo de aporte de sedimentos na região dos 400m;
- Reduzir a turbidez; e
- Reduzir o trânsito de sedimentos dentro do reservatório;

Desta forma, a capacidade de retenção de sólidos aumentaria potencialmente os aportes no remanso do reservatório da UHE Risoleta Neves em função do período chuvoso 2016/2017.



Figura 27: Estudos locais para barramento C.

Foram estudadas três alternativas de promover este aumento de retenção de sólidos, com as seguintes necessidades de avaliações complementares:

- Alçamento do barramento B:
 - Temporalidade e construtibilidade; e
 - Consequência na sua implantação.
- Construção de novo dique a montante de Soberbo:
 - Restrições à navegação a partir da EL+325;
 - Efeitos no remanso; e
 - Prazos execução;
- Construção de novo dique a jusante de Soberbo:
 - Restrições à navegação a partir da EL+325;
 - Efeitos no remanso; e
 - Prazos de execução;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

Tabela 8: Análise das alternativas de implantação do Barramento C.

Alternativas de implantação do Barramento C			
	Alteamento do Barramento B	Montante de Soberbo	Jusante de Soberbo
Capacidade de armazenamento (acréscio)	900.000	300.000	3.300.000
Capacidade total de retenção a montante	2.200.000	1.600.000	4.100.000
Custo (R\$ milhão)	15	10	19
Prazo de execução	Mar/17	Ago/17	Ago/17
Impactos no remanso	NA	Limitam a altura da crista	Limitam a altura da crista
Liberação de acessos e propriedades envolvidas para construção	ok	Negociação	Negociação

A partir da Tabela 8 e considerando a maximização da retenção de sedimentos a montante do reservatório da UHE Risoleta Neves, a alternativa Jusante de Soberbo foi a mais indicada para implantação, mesmo com o maior custo de execução.

A Figura 28 ilustra o efeito da introdução do Barramento C, considerando o preenchimento completo dos recintos e, em especial, do recinto C. Desta forma, é possível observar que a introdução do Barramento C apresenta a tendência de reproduzir o comportamento natural de sedimentação ocorrido ao longo dos 10 anos de implantação da UHE Risoleta Neves.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

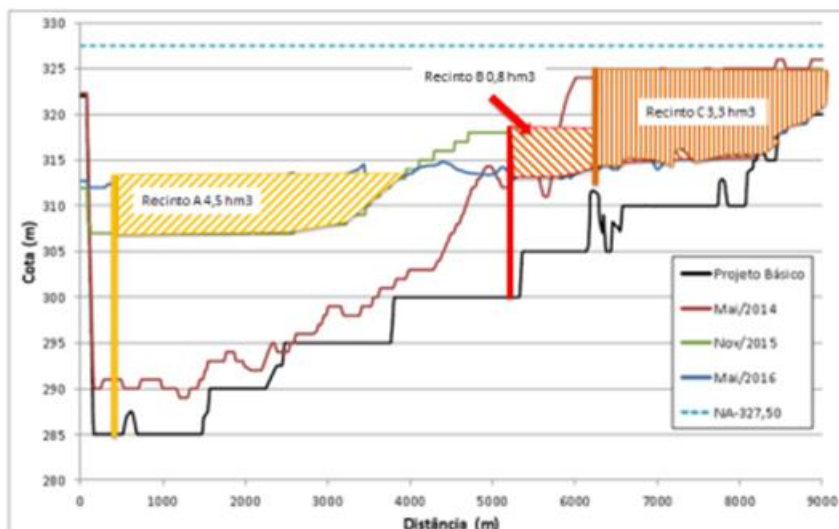


Figura 28: Introdução do Barramento C no reservatório da UHE.

Ainda sobre este ponto de vista, aparentemente, o efeito do Barramento C no remanso do reservatório tende a ser semelhante ao preexistente antes do evento de 05/11/2015. Vale lembrar que este efeito foi confirmado pelo modelamento do reservatório e a revisão do estudo de remanso, que, além disto, verificou outras interferências e efeitos sobre estruturas preexistentes no entorno do reservatório, regidas por legislação específica, tais como a ponte de acesso à cidade de Rio Doce na MG-120, o próprio traçado da MG-120 no trecho e, ainda, estradas vicinais no entorno do reservatório, principalmente na área de remanso.

Considerando critério TR100 + 1,00

Níveis de água na seção a montante da ponte (m)								
Condição - Sem sedimentos	QM/LT	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	TR1000	TR10000
Sem Dique C (2014)	327,83	330,63	331,39	332,31	332,94	333,48	335,06	336,60
Dique C - Cota 321 (2016)	327,51	327,65	327,75	327,92	328,07	328,26	329,00	330,06
Dique C - Cota 322 (2016)	327,51	327,65	327,77	327,94	328,11	328,30	329,14	330,38
Dique C - Cota 323 (2016)	327,51	327,68	327,79	328,00	328,19	328,43	329,65	330,90
Dique C - Cota 324 (2016)	327,51	327,72	327,87	328,20	328,59	329,01	330,35	331,57
Dique C - Cota 325 (2016)	327,51	327,89	328,32	328,96	329,41	329,84	331,14	332,31

Níveis de água na seção a montante da ponte (m)								
Condição - Com sedimentos	QM/LT	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	TR1000	TR10000
Sem Dique C (2014)	327,83	330,63	331,39	332,31	332,94	333,48	335,06	336,60
Dique C - Cota 321 (2016) - Cheio	327,52	327,96	328,28	328,75	329,15	329,59	331,37	332,89
Dique C - Cota 322 (2016) - Cheio	327,52	328,16	328,56	329,17	329,68	330,29	332,02	333,39
Dique C - Cota 323 (2016) - Cheio	327,53	328,52	329,03	329,79	330,42	330,99	332,66	333,87
Dique C - Cota 324 (2016) - Cheio	327,56	329,05	329,69	330,56	330,96	331,70	333,26	334,35
Dique C - Cota 325 (2016) - Cheio	327,66	329,61	330,00	331,32	331,89	332,43	333,80	335,19

Níveis de água superiores à cota do tabuleiro da ponte (332,90 m) menos 1,00 m de borda livre



Figura 29: Efeitos da elevação do NA para tempo de recorrência (TR) 100 anos.

Após a conclusão dos estudos, a crista do Barramento C foi limitada na cota de elevação EL322,0 em função dos efeitos determinados por uma cheia com tempo de recorrência (TR) de 100 anos, conforme determinação do DNIT.

A solução completa e integrada do processo de recuperação do reservatório da UHE Risoleta Neves pode ser, desta forma, identificada no mapa geral de referência apresentado na Figura 30 abaixo:

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir



Figura 30: Mapa geral de referência.

O barramento B teve sua primeira estaca cravada em 12 de Outubro e está com sua cravação concluída, conforme a visualização geral da Figura 31. Está em fase de conclusão a proteção do aterro de jusante do barramento com previsão de conclusão na segunda semana de março/17.



Figura 31: Visualização geral do avanço das obras do Barramento B.

Esta barreira desempenha um papel de grande importância, pois devido ao seu menor porte e extensão, permite uma construção mais rápida e pode atuar como principal mitigador de possíveis novos aportes na área dos 400 metros. Na sua posição de instalação, além de conter o deslocamento do sedimento dentro do reservatório, gera a partir de sua instalação um recinto capaz de acumular um volume da ordem de 1.300.000 m³.

Em 30 de novembro de 2016, a obra apresentava avanço de 54,19% e os dispositivos de controle e monitoramento utilizados apresentavam para este dia uma expectativa de afluência do rio na ordem de 70m³/s.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Esta previsão de afluência é fornecida a partir de um modelo da bacia do rio Doce, desenvolvido pela CEMIG e é a melhor informação disponível para programação desta atividade. Entretanto, completamente fora das previsões, neste dia foi registrada pela operação da UHE uma afluência de 535m³/s aproximadamente às 6hs da manhã, mantendo-se acima dos 200m³/s até o dia 22 de dezembro. Nesta sequência de eventos de afluências acima da média prevista no modelo, foi registrada uma perda de produtividade e de trabalho realizado, sendo a principal perda o aterro de conquista executado como metodologia principal para posicionamento dos equipamentos de construção deste barramento. Como consequência, a obra retrocedeu em torno de 10 dias, cuja recuperação somente pode ser iniciada após a redução do nível de afluência, o que ocorreu no dia 26 de dezembro de 2016, sendo uma perda total de prazo de 30 dias. Com este atraso, a obra deslocou-se para um período com chuvas mais intensas, sendo que, decorrente a isto a produtividade global da obra também foi prejudicada, o que não permitiu a conclusão da obra em Janeiro/2017. A Figura 32 apresenta o gráfico com as afluências previstas versus a afluência real e pluviometria ocorrida.

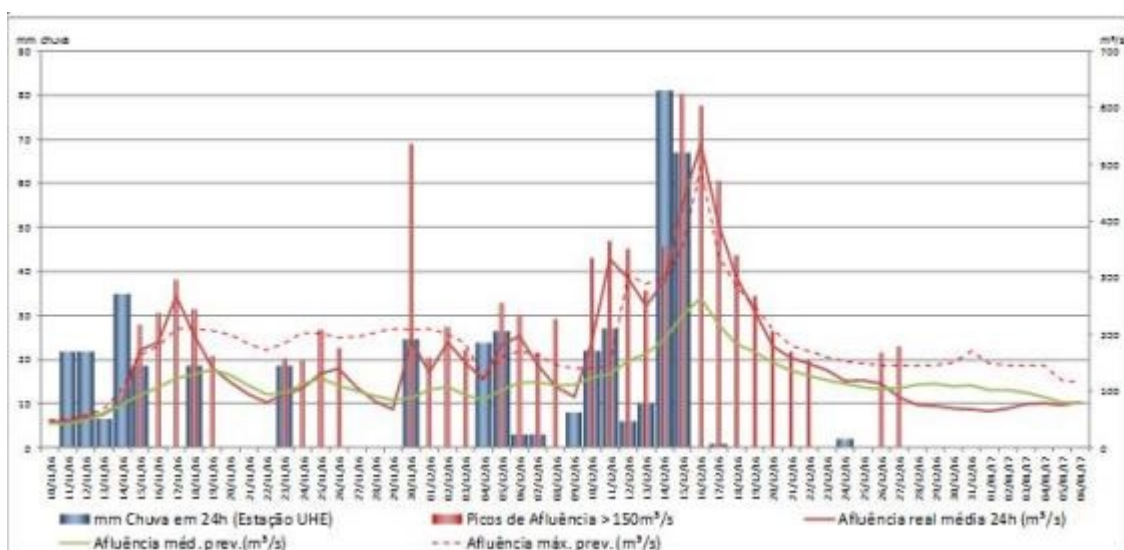


Figura 32: Registro de afluência e pluviometria.

O barramento A teve sua primeira estaca cravada no dia 10/02/2017 e até 20/03/2017 houve avanço de 22 estacas tubulares e 21 pranchas do trecho D executadas. A previsão para a conclusão desta barreira está estimada para 31/05/2017. A finalidade principal do barramento A é preservação da área dos 400 m sem aporte futuro de sedimento, criando uma câmara de carga que possibilita a operação sustentável da UHE.



Figura 33: Visualização geral do avanço das obras do Barramento A.

O barramento C está em fase de sondagem e desenvolvimento da engenharia detalhada. Algumas alternativas construtivas estão sendo desenvolvidas para se evitar as dificuldades encontradas para fechamento do rio no barramento B. Está previsto o início da cravação em meados de maio de 2017 e conclusão em meados de agosto de 2017. Essas datas serão confirmadas assim que houver maiores detalhes da engenharia desta barreira.

Espera-se que, com a conclusão dos barramentos metálicos B, posteriormente melhorado com a conclusão do barramento metálico C, e implantação da câmara de carga dada pelo barramento metálico A, estes efeitos negativos das afluições no resultado da dragagem sejam fortemente minimizados.

7.1.4 Documentos de Referência da Seção 7.1

DOCUMENTO	NOME DO DOCUMENTO	EMPRESA	DATA
G017860-Y-100012	Arquitetura do Sistema	ECM	Dezembro/15
G017800-Y-1ET002	Especificação técnica – sistema de comunicação satélite e rádio	ECM	Dezembro/15
G007900-N-2MD001	Monitoramento e segurança de barragens – sistemas de alerta de emergência (memorial descritivo)	Samarco	Outubro/16
G007900-N-2MD002	Áreas para montagem dos sistemas de alarme as comunidades e áreas de risco de Bento Rodrigues, Camargos, Ponte do Gama, Paracatu de Cima,	Samarco	Agosto/16

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

	Paracatu de Baixo, Borbas, Pedras, Campinas, Barretos, Gesteira, Barra Longa – Fase 01		
G007900-N-2MD003	Áreas para montagem dos sistemas de alarme nas comunidades e áreas de risco de gesteira, Barra Longa – Fase 02	Samarco	Junho/16
Anexo 3 – G006900-C-1MD001_R-00	UHE Candonga – Estudo de Recuperação do Reservatório; Barramentos Intermediparios A e B – Memorial Descritivo/Projeto Executivo	SPEC	Junho/16
Anexo X – Estudo de áreas para disposição dos sedimentos – Dezembro-2015	Estudo de Áreas para Disposição do Sedimento Dragado/Dragagem – Lago Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (Candonga)	Samarco	Julho/17
Anexo XI – Protocolo Memorial Descritivo - Área emergencial Fazenda Floresta	UHE Candonga – Recuperação do Reservatório – Disposição de Rejeitos Dragados – Fazenda Florestal (Memorial Descritivo – Caracterização de Área Emergencial)	Samsarco	Agosto/17
Anexo XII – Projeto Executivo – Aterro de Barra Longa	Documentos diversos	Samarco	-
Anexo XIII - Projeto Setor 8.3 Pilha Velho Soberbo	Documentos diversos	WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental LTDA	Fevereiro/17
Anexo XIV - Disposição dos Sedimentos Faz Floresta	Documentos diversos	Allonda Engenharia/ WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental LTDA	-

7.2 Criação de Capacidade de Armazenamento

Para contenção dos rejeitos remanescentes na área das barragens da Samarco a empresa implantou e está implantando estruturas desde o vale de Fundão até a confluência entre o córrego Santarém e o rio Gualaxo do Norte. Este programa ainda está sendo desenvolvido sob responsabilidade da Samarco com o cronograma de transição para a Fundação Renova já estabelecido.

Eixo 1

O Eixo 1 foi conceituado para contenção dos sedimentos depositados no vale de Fundão, com localização prevista próximo ao antigo eixo da barragem de Fundão.

O projeto da 1ª fase de implantação do dique foi conceitualmente planejado para ser implantado até a elevação 830 m no ano de 2016. Em março de 2016 foram iniciados os trabalhos de remoção dos rejeitos no local de implantação da barragem. Em função do pouco prazo para execução da Fase I deste Dique, considerando as restrições do período chuvoso, foi definido iniciar a limpeza de fundação ainda sem todas as informações da campanha de sondagem. Com base nos resultados iniciais de sondagem, foi estimado um volume de limpeza de fundação de 250.000 m³. Com o avanço das sondagens e observação das condições locais do solo, foram detectados os seguintes problemas e respectivas consequências:

- Volume de limpeza de fundação: à medida que a limpeza de fundação avançava e eram concluídas as sondagens foi necessário proceder uma revisão do projeto, o que elevou o volume de escavação previsto dos 250.000 m³ para valores superiores a 700.000 m³. Como consequência desse aumento expressivo no volume de limpeza de fundação, houve um atraso no cronograma de cerca de 45 dias;
- Identificação de trincas nas ombreiras e solo: próximo do término da limpeza de fundação foram identificadas trincas no solo e na ombreira esquerda no local. Isso só foi possível observar após realização da limpeza, ou seja, retirada da lama. Desta forma, seria necessário um tratamento da fundação e da ombreira esquerda, antes de iniciar a construção da barragem. Os prazos para realizar este tratamento eram muito grandes, inviabilizando a execução da obra ainda este ano. Desta forma, foi definido como melhor alternativa técnica deslocar o eixo da Barragem em cerca de 50 m a montante da posição inicial. Nesta nova posição, o volume de aterro necessário para construção da barragem aumentou cerca de 44,5%, ou seja, 246.000 m³ a mais do que planejado inicialmente. Como consequência deste aumento, tornou-se inviável a conclusão do Eixo I na elevação 830 m em 2016, definindo-se então como meta a sua construção na elevação 820 m; e
- Baixa disponibilidade de material argiloso: com o aumento do volume de aterro do Eixo I, foi necessária a obtenção de maior quantidade de material argiloso. Em função da construção simultânea do Eixo I e da Nova Barragem de Santarém, ambas em solo compactado, tornou-se difícil alimentar as duas obras com material argiloso no ritmo necessário, considerando-se as restrições de quantidade e qualidade das jazidas de argila disponíveis.

Diante fatos descritos, foi definida como melhor solução a paralisação da construção do Eixo I na elevação 789 m, de forma a priorizar a utilização da argila disponível para construção da Nova

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Barragem de Santarém, uma vez que esta estrutura tem maior capacidade de contenção de rejeitos no curto prazo, tornando-se, assim, prioritária na estratégia de contenção dos rejeitos do Vale do Fundão.

De toda forma, a construção do Dique Eixo 1, no próximo período seco se torna relevante, principalmente para o médio e longo prazo, mitigando de forma definitiva a possibilidade de descidas de lama/rejeitos no vale do Fundão. Para isto foi construída uma proteção da ensecadeira e um canal de desvio para evitar danos às estruturas. A primeira fase de implantação da estrutura está prevista para ser concluída em 2017. Ainda em 2016 foram implantadas 4 (quatro) barreiras a montante da ensecadeira do Eixo 1, para atuarem como dispositivos de quebra de energia dos materiais provenientes de eventuais deslocamentos no vale de Fundão. Estas estruturas, denominadas barreira seção 1, 2, 3 e 4 estão implantadas em braços do vale de Fundão, com capacidade de reserva limitada e expectativa de que sejam assoreadas ao longo do tempo até ficarem totalmente cobertas pelos rejeitos e/ou submersas pelo reservatório do Eixo 1.

Atualmente a empresa BVP Engenharia está desenvolvendo os estudos de alternativas de barragem para ser implantada na maior elevação possível antes do período chuvoso 2017/18 e que possibilite alteamentos sucessivos nos próximos períodos secos. Em paralelo, estão sendo investigadas as possíveis áreas de empréstimo para material argiloso assim como a fundação do maciço, para que seja feito o detalhamento do projeto.

Nova Barragem Santarém

Planejada para ser construída a jusante da antiga Barragem de Santarém, terá capacidade de reter 7 Mm³ (ao atingir a elevação de 770m).

A Nova Barragem Santarém (Figura 34) realizará a contenção total dos sedimentos remanescentes no vale de Santarém e a clarificação da água que verterá para jusante.

As obras para implantação da primeira etapa do projeto da Nova Barragem de Santarém utilizando blocos com finos até a elevação 765 m foram finalizadas, sendo iniciada a formação do lago do reservatório, com capacidade de aproximadamente 5,2 milhões de metros cúbicos



Figura 34: Vista aérea da Nova Barragem Santarém, concluída até a El. 765 m.

Segundo Alçamento do Dique S3

O Dique S3 foi implantado em fevereiro/16 a jusante da barragem de Santarém e a montante da comunidade de Bento Rodrigues. O segundo alçamento do Dique S3 foi concluído em novembro/16, aumentando a capacidade total de retenção para 2,9 milhões de m³.

Concebido para minimizar o carreamento de sedimentos da área das barragens para o meio ambiente e melhorar a qualidade da água que verte para o rio Gualaxo do Norte, o dique S3 fez com que a Samarco conseguisse adequar os efluentes provenientes do vale do Fundão em relação aos índices normativos de turbidez e também a contenção de sólidos depositados a montante dessa estrutura.

Dique S4

O dique S4 foi implantado próximo à confluência do córrego Santarém e o rio Gualaxo do Norte, a jusante de Bento Rodrigues. A estrutura que tem a capacidade de retenção de 1,05 Mm³ teve a sua altura planejada de forma a evitar o alagamento das ruínas da comunidade de Bento Rodrigues, que estão preservadas.

O principal objetivo do dique S4 é evitar o carreamento dos sedimentos depositados na planície de Bento Rodrigues para o rio Gualaxo do Norte. A estrutura também atua como uma última barreira para contenção de sedimentos caso ocorra o carreamento de rejeitos dos vales de Fundão e Santarém para jusante do dique S3 no período chuvoso.

No dia 27 de Janeiro de 2017, a Samarco concluiu as atividades de fechamento do canal de desvio e rebaixamento da ensecadeira de montante (Figura 35), dando início às operações do Dique S4. Após o cumprimento dos objetivos esperados para o dique S4 o mesmo será descomissionado, permitindo a recuperação ambiental da área no entorno das ruínas de Bento Rodrigues.



Figura 35 - Obras no dique S4 concluídas.

7.2.1 Documentos de Referência da Seção 7.2

DOCUMENTO	NOME DO DOCUMENTO	EMPRESA	DATA
Anexos_recuperação das estruturas remanescentes e contenção de sedimentos	Documentos diversos	Samarco	Fevereiro/17
POSTAM0023-1-TC-RTE-001_0	Diagnóstico atual do transporte de material defluente do vale da barragem do Fundão – Relatório Técnico	Potamos Engenharia e Hidrologia Ltda	Janeiro/17
POSTSAM0023-1-TC-RTE-002_0	Mapas de levantamentos topográficos e topobatimétricos – Anexo 01	Potamos Engenharia e Hidrologia Ltda	Janeiro/17
Recuperação das estruturas remanescentes e contenção de sedimentos	Relatório Descritivo do Plano de Ação para Recuperação das Estruturas Remanescentes e Construção de Novas Estruturas de Contenção de Sedimentos	Samarco	Fevereiro/17

7.3 Ações Emergenciais para a Estabilização e Controle de Erosão

Com o objetivo de estabilizar os sedimentos depositados na calha dos rios impactados pelo evento ocorrido na barragem de Fundão, reduzindo o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos e fornecendo condições adequadas para o plantio de espécies florestais em uma segunda etapa de recuperação/reabilitação ambiental.

7.3.1 Plantio Emergencial

A fim de reduzir o carreamento de partículas sólidas para os cursos de água por erosão superficial ou para o ar por erosão eólica, medidas de controle erosivo foram tomadas por meio da implantação de uma cobertura vegetal de rápido crescimento sobre os rejeitos de minério depositados às margens dos cursos de água impactados. Foram priorizadas grandes superfícies expostas nas proximidades das comunidades afetadas e das Áreas de Preservação Permanente (APP's).

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Para a sementeira, foram selecionadas espécies de germinação e crescimento rápidos em um mix de espécies gramíneas (para geração de biomassa) e leguminosas (para fixação de nitrogênio) herbáceas e arbustivas. As espécies foram selecionadas de modo a permitir o estabelecimento futuro de uma sucessão ecológica de vegetação ciliar.

7.3.1.1 *Estudo de Alternativas*

A seleção das alternativas do programa inicial emergencial levou em conta o objetivo do mesmo, o qual é promover uma rápida cobertura do solo para minimizar a erosão laminar, com conseqüente carreamento de particulados para os cursos de água e diminuição da qualidade das águas, durante a estação chuvosa e para minimizar o arraste eólico, com conseqüente arraste de particulados para a atmosfera e diminuição da qualidade do ar, durante a estação seca.

Foram consideradas quatro alternativas para o programa inicial emergencial de revegetação:

- **Sementeira de braquiária:** a braquiária é uma gramínea de origem africana que foi introduzida no Brasil e atualmente é amplamente utilizada para formação de áreas de pastagem para o gado. As espécies de braquiária, são perenes, possuem uma boa plasticidade suportando diferentes condições de solo e climáticas, têm um crescimento rápido e boa cobertura vegetal. Porém, são espécies agressivas, normalmente dominando o ambiente e dificultando a recolonização da área por espécies nativas ou as ações de plantio, pois demandam grande esforço de manutenção sobre as mesmas;
- **Sementeira do mix de gramíneas e leguminosas:** nesta estratégia são selecionadas espécies de gramíneas e leguminosas que tenham crescimento rápido e ciclo curto. As gramíneas têm o papel de produzir biomassa e aumentar a matéria orgânica no substrato e as leguminosas têm associação com bactérias nitrificantes e, portanto, auxiliam na fixação do nitrogênio. A estratégia conjugada da utilização de espécies de gramíneas e leguminosas de rápido crescimento para geração de biomassa e fixação de nitrogênio, seguida pela condução da estratégia de sucessão ecológica é amplamente utilizada em recuperação ambiental no Brasil;
- **Condução da regeneração natural:** a condução da regeneração natural é uma técnica que normalmente leva ao reflorestamento com a maior diversidade e maior proximidade aos ambientes naturais. Ela é recomendada quando se tem remanescentes florestais no entorno. A condução da regeneração natural é preconizada na legislação em vigor. No entanto, sua implantação e o crescimento da vegetação são mais lentos; e
- **Plantio de mudas arbóreas:** o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas é uma das técnicas de recuperação ambiental mais empregadas atualmente. Esta metodologia, mesmo empregando uma diversidade de espécies considerada alta, ainda apresenta uma diversidade menor do que a condução da regeneração natural. Porém com uma cobertura vegetal mais rápida do que o método anterior.

Os critérios considerados para a definição das alternativas foram:

- **Tempo de implantação:** refere-se ao tempo necessário para a implantação das ações de cobertura do solo. Por exemplo: tempo necessário para preparar o solo, semear, plantar ou implantar as ações de condução da regeneração natural. O Tempo de Implantação foi classificado como Baixo quanto inferior a 01 ano; Médio quanto durar entre 01 e 03 anos; Alto entre 03 e 05 anos e Altíssimo acima de 05 anos;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- **Tempo de cobertura do solo**: refere-se ao tempo necessário entre a implantação das ações e o crescimento da vegetação a ponto de promover uma cobertura do solo capaz de minimizar a erosão laminar e o arraste eólico. Assim como para o Tempo de Implantação, o Tempo de Cobertura do Solo foi classificado como Baixo quando inferior a 01 ano; Médio quanto à duração for entre 01 e 03 anos; Alto entre 03 e 05 anos e Altíssimo acima dos 05 anos;
- **Efetividade do controle de erosão laminar e do arraste eólico**: refere-se à efetividade da medida adotada na minimização da erosão laminar durante a estação chuvosa e do arraste eólico durante a estação seca. A Efetividade do Controle de Erosão Laminar e do Arraste Eólico foi considerada após o crescimento da vegetação e foi classificada como Alta para quando o terreno tiver cobertura herbácea/arbustiva e Altíssima para o terreno com cobertura florestal. Os itens alta e altíssima são em relação a um terreno exposto de substrato nu, segundo a fórmula universal da perda de solo;
- **Biodiversidade da flora e da fauna**: refere-se à diversidade biológica que estará presente após o crescimento da vegetação, tanto florística, por meio das espécies implantadas e da permissão do ingresso de outras espécies de regeneração natural, quanto faunística por meio da atração da fauna silvestre, seja para utilização dos recursos florais (pólen e/ou néctar), seja para alimentação ou para abrigo;
- **Aceitação por parte dos proprietários**: refere-se à aceitação por parte dos proprietários das medidas propostas de revegetação inicial emergencial. Tendo em vista que boa parte das propriedades possuía pastagem ou culturas agrícolas antes do acidente a vontade da maioria dos mesmos é de reestabelecer a atividade produtiva pré-existente. A Aceitação por Parte dos Proprietários foi classificada como Baixa para quando o resultado final das ações conduz a uma vegetação florestal, Média para quando estabelece uma vegetação herbácea arbustiva que permita a substituição da mesma, caso aceite e, Alto para quando for semeada a braquiária, espécie mais comumente utilizada em pastagens;
- **Aceitação por parte dos órgãos reguladores**: refere-se à aceitação por parte dos órgãos reguladores das medidas propostas de revegetação inicial emergencial. Os órgãos reguladores tendem a aceitar melhor o plano quando as ações de revegetação conduzem a uma rápida cobertura do solo e não impedem o reestabelecimento da Mata Atlântica. A aceitação por parte dos órgãos reguladores foi considerada Baixa para a utilização de espécies agressivas que dificultem a sucessão ecológica, Médio para as ações que conduzam ao reestabelecimento da Mata Atlântica, porém, tenham um grande tempo de implantação e para o estabelecimento da cobertura do solo, uma vez que a minimização da erosão laminar e do arraste eólico seria demorada e Alto para a utilização de espécies herbáceas/arbustivas de rápido crescimento e de ciclo de vida curto que promovam uma rápida cobertura do solo e não dificultem o futuro reestabelecimento florestal; e
- **Compatibilidade com a legislação e boas práticas**: refere-se ao cumprimento da legislação ambiental em vigor no Brasil e no estado de Minas Gerais e com as boas práticas que preconizam o reflorestamento da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente e, também, da proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. A compatibilidade com a legislação e boas práticas foi considerada Alta para as ações que promovam o reflorestamento da vegetação de Mata Atlântica, principalmente em APP; Médio para as ações que não dificultem o futuro reflorestamento das áreas e Baixo para as ações que dificultem o reflorestamento futuro.

A Tabela 9 apresenta os resultados da avaliação das alternativas do Programa de Revegetação Inicial Emergencial.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Tabela 9: Avaliação das alternativas do Programa de Revegetação Inicial Emergencial.

Critérios Considerados	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
	Semeadura de braquiária		Semeadura do mix de gramíneas e leguminosas		Condução da regeneração natural		Plantio de mudas arbóreas	
Tempo de implantação ¹	Baixo	20	Baixo	20	Altíssimo	5	Alto	10
Tempo para a cobertura do solo ¹	Baixo	20	Baixo	20	Altíssimo	5	Alto	10
Efetividade do controle de erosão laminar e do arraste eólico ²	Alto	15	Alto	15	Altíssimo	20	Altíssimo	20
Biodiversidade da flora e da fauna ²	Baixa	5	Média	10	Altíssima	20	Alta	15
Aceitação por parte dos proprietários ²	Alto	15	Médio	10	Baixo	5	Baixo	5
Aceitação por parte dos órgãos reguladores ²	Baixo	5	Alto	15	Médio	10	Médio	10
Compatibilidade com a legislação e boas práticas ²	Baixo	5	Médio	10	Alto	15	Alto	15
Pontuação	2º lugar	85	1º Lugar	100	3º lugar	80	2º lugar	85

Pontuação: Itens ¹ – Baixo = 20; Médio = 15; Alto = 10; Altíssimo = 05 pontos;

Itens ² – Baixo = 05; Médio = 10; Alto = 15; Altíssimo = 20 pontos.

Os resultados esperados do Programa de Revegetação Inicial Emergencial foram:

- Cobertura rápida das áreas com espécies herbáceas e arbustivas;
- Redução da carga de partículas sólidas entrando nos córregos e rios;
- Redução da emissão de material particulado; e
- Melhorias na qualidade do substrato.

A etapa de implantação do Programa de Revegetação Inicial Emergencial foi concluída em julho de 2016, prosseguindo para a etapa de manutenção das áreas revegetadas.

7.3.1.2 Metodologia

Preparação do mix de sementes

A compilação de sementes que foi utilizada para a semeadura foi elaborada pelo especialista em recuperação ambiental Professor Doutor Ademir Reis (da empresa Restauração Ambiental Sistemica – RAS). O mix foi composto de espécies herbáceas ou arbustivas de leguminosas (Fabaceae), gramíneas (Poaceae) e uma espécie de outra família (Brassicaceae), as quais são disponíveis comercialmente. O mix foi preparado de forma

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



a não incluir espécies que poderiam impedir o futuro desenvolvimento sucessional das comunidades arbóreas, ou de espécies invasoras tais como a braquiária (*Brachiaria* spp) ou o capim gordura (*Melinis minutiflora*).

A compilação de espécies passíveis de serem utilizadas e disponíveis no mercado é apresentada na Tabela 10 (leguminosas), Tabela 11 (gramíneas) e Tabela 12 (outra família). A composição do mix que foi utilizado para a sementeira nas diferentes áreas dependeu da disponibilidade comercial das mesmas no momento da compra.

Tabela 10: Lista de espécies de leguminosas (Fabaceae) não invasoras passíveis de utilização do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.

Nome Científico	Nome Popular	Porte	Ciclo de Vida	Função Ecológica
Calopogonium mucunoides	Calopogônio	Trepadeira Herbácea	Anual	Fixação de nitrogênio
Crotalaria spp.	Chocalho de cascavel	Arbustivo	Anual	
Canavalia ensiformis	Feijão de porco	Herbáceo	Anual	
Cajanus cajan	Feijão Guandu	Arbustivo	Anual	
Mucuna aterrina	Mucuna preta	Liana	Anual	
Mucuna pruriens	Mucuna cinza	Liana	Anual	
Pueraria phaseoloides	Pueraria	Liana	Perene	
Glycine wightii	Soja-perene	Liana	Perene	
Stylosanthes spp.	Estilosante	Arbustivo	Perene	
Canavalia ensiformis	Feijão-de-porco	Arbustivo	Anual	
Lupinus albus	Tremoço branco	Arbustivo	Anual	
Vicia sativa	Ervilhaca	Liana	Anual	
Arachis pintoi	Amendoim-forrageiro	Arbustivo	Perene	
Desmodium spp.	Pega-pega	Arbustivo	Perene	
Vigna unguiculata	Feijão-miudo	Arbustivo	Anual	

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Tabela 11: Lista de espécies de gramíneas (Poaceae) não invasoras passíveis de utilização do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.

Nome Científico	Nome Popular	Porte	Ciclo de Vida	Função Ecológica
<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo-forrageiro	Herbácea	Anual	Geração de biomassa
<i>Avena</i> spp.	Aveia-amarela, aveia-preta	Herbácea	Anual	
<i>Cynodon dactylum</i>	Capim-vaqueiro	Herbácea	Perene	
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	Herbácea	Perene	
<i>Paspalum notatum</i>	Batatais, pensacola	Herbácea	Perene	
<i>Axonopus</i> spp.	Sempre-verde	Herbácea	Perene	

Tabela 12: Espécie de outra família (Brassicaceae) não invasoras passível de utilização do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.

Família	Nome Científico	Nome Popular	Porte	Ciclo de Vida	Função Ecológica
Brassicaceae (Cruciferae)	<i>Raphanus sativus</i>	Nabo-forrageiro	Herbácea	Perene	Geração de biomassa

Além destas espécies disponíveis no comércio, também foi recomendado o enriquecimento do mix acima com sementes de espécies ruderais observadas em campo em dezembro de 2015 com sementes disponíveis para coleta nas beiras de tributários a montante das áreas afetadas pelo rompimento da Barragem de Fundão. Essas sementes foram utilizadas na área de maior impacto físico nas margens dos cursos de água observada entre o distrito de Bento Rodrigues e o Reservatório de Candonga (Risoleta Neves) em Minas Gerais.

A Tabela 13 apresenta a relação de espécies nativas ruderais cujas sementes estavam disponíveis para coleta e devem ser coletadas e utilizadas para o enriquecimento do mix de sementes comerciais.

Tabela 13: Lista de espécies nativas ruderais cujas sementes estavam disponíveis para coleta e podem ser utilizadas para o enriquecimento do mix de sementes comerciais do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal.

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito	Ciclo	Função
Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Mimosa-de-espinho	arbusto	perene	Fixação de nitrogênio
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	sensitiva	arbusto	perene	
Fabaceae	<i>Indigofera</i> spp.	Anis-selvagem	arbusto	perene	
Fabaceae	<i>Sesbania punicea</i>	Flamboiant-mirim	arbusto	perene	
Fabaceae	<i>Desmodium</i> spp.	Pega-pega	erva	perene	
Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i>	balieira	arbusto	perene	Geração de Biomassa
Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp.	Lantana	arbusto	perene	
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	Cana-do-rio	arbusto	perene	
Solanaceae	<i>Solanum</i> spp.		arbusto	perene	

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito	Ciclo	Função
Convolvulaceae	Ipomoea cairica	Corriola	liana	perene	

Preparação do Substrato e Semeadura

Previamente à sementeira foram realizados diversos experimentos em áreas pequenas de forma a avaliar a necessidade da preparação do solo e o melhor método de preparar o solo. Estes experimentos demonstraram que há baixa germinação e cobertura do solo nos locais onde não era feito um preparo prévio do substrato por meio de escarificação da superfície. Portanto, os experimentos realizados demonstram a necessidade da realização do preparo do solo de forma a proporcionar taxas de fixação, germinação e cobertura do solo dentro das condições encontradas.

Os métodos de escarificação selecionados incluíram o microcoveamento manual com uso de enxadinhas ou onde o substrato fosse plano e firme e utilização de motocultivadores (Figura 36, Figura 37 e Figura 38).



Figura 36: Microcoveamento manual do solo com uso de enxadinhas nas proximidades de Barra Longa.



Figura 37: Preparação semi-mecanizada do substrato utilizando motocultivador nas proximidades de Barra Longa.



Figura 38: Preparação do solo utilizando métodos manuais e semi-mecanizados de escarificação do substrato, semeadura e fertilização sendo realizadas nas proximidades de Paracatu de Baixo.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Após a escarificação do substrato as sementes foram aplicadas a lanço (Figura 39). Durante a fase experimental do Programa de Estabelecimento Inicial da Cobertura Vegetal foi-se utilizada uma taxa de aplicação de sementes acima da normalmente utilizada (400 Kg/ha). Esta taxa elevada foi utilizada devido às incertezas quanto às taxas de germinação. No entanto, como a germinação tem sido alta, a utilização de sementes foi reduzida para 300 Kg/ha durante a fase de revegetação nas APP's. Este quantitativo de sementes por hectare ainda é considerado conservador.



Figura 39: Semeio a lanço realizado por trabalhadores locais.

Como o substrato possui poucos nutrientes, foi utilizada a fertilização para que as sementes recém germinadas pudessem formar raízes e se desenvolver. Para a adubação de plantio foi utilizada a fertilização inorgânica com Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) (NPK 8-28-16) na taxa de 400 Kg/ha. O fósforo (P) estimula a formação e desenvolvimento inicial das raízes, no entanto, para o desenvolvimento posterior das plantas, é aconselhável a utilização de quantidades menores deste nutriente. Portanto, para a adubação de cobertura quando as folhas e raízes já estão em desenvolvimento, foi utilizado o NPK 20-05-20 na taxa de 200 Kg/ha para a fase de semeadura experimental. Já para a fase de semeadura esta taxa foi dividida em duas aplicações de 100 Kg/ha de forma a permitir que as plantas absorvessem os nutrientes por um período maior ao longo de seu desenvolvimento.

7.3.1.3 Resultados Obtidos

Os principais resultados obtidos com a revegetação realizada em caráter emergencial foram:

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- O mix de sementes utilizado teve uma boa germinação e o crescimento inicial tem indicado resultados positivos para o controle inicial da erosão laminar;
- Ao menos parte da energia cinética das gotas de chuva está sendo reduzidas pela folhagem das plântulas que tenham atingido um porte razoável e uma boa taxa de cobertura do solo;
- As raízes e radículas das plântulas em desenvolvimento sobre os rejeitos promovem uma adesão do solo, mesmo que subsuperficial;
- O contato com os rejeitos não inibiu a germinação das sementes (múltiplas espécies), o seu crescimento subsequente, ou o desenvolvimento das estruturas radiculares até os estágios observados, os quais indicam que os rejeitos provavelmente não são tóxicos para as plantas terrestres. Um estudo químico dos tecidos vegetais está em fase de contratação para avaliar outros e futuros aspectos do crescimento vegetal nos rejeitos;
- Uma preparação do solo por meio da escarificação superficial do mesmo se mostrou necessária. O semeio em solos onde não houve escarificação do terreno não se mostrou efetivo;
- A adição de fertilizantes às áreas semeadas apresentou melhores resultados, presumidamente devido à baixa carga nutricional dos materiais depositados;
- Algumas áreas, particularmente naquelas cujas plântulas estão pequenas, apresentam formação de sulcos erosivos; em alguns casos, as sementes depositadas nesses sulcos pelas chuvas germinaram e estão em crescimento;
- Algumas vacas, cavalos, porcos e capivaras foram observados pastando nas plântulas em crescimento, prejudicando o seu pleno desenvolvimento;
- Também houve a predação por aves e formigas (foram utilizados formicidas, mas, devido à extensão da área semeada, em alguns locais ainda se observa estes insetos predando sementes e folhas);
- A maioria das áreas semeadas são planas e, em alguns casos, largas. Este fato pode resultar em seca e redução no desenvolvimento de microclimas e, nas áreas ripárias, no desenvolvimento de micro-habitats;
- A quantidade do mix de sementes utilizada por hectare se mostrou suficiente; e
- Em alguns locais houve excelente cobertura do solo em outros as taxas não foram tão boas e um programa de manutenção será iniciado em breve.

Em resumo, foram executadas ações de plantios emergenciais, até o dia 21 de julho de 2016, tendo sido revegetado um total de 808,49 hectares considerando áreas espaciais.

Alguns exemplos da evolução da revegetação inicial emergencial são apresentados da Figura 40 a Figura 45.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 40: Revegetação na região da Ponte do Gama.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 41: Revegetação na região de Barra Longa.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 42: Revegetação na região de Barra Longa.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir



Figura 43: Revegetação na região de Paracatu de Cima.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 44: Revegetação na região de Paracatu de Baixo.



Figura 45: Revegetação na região de Paracatu de Baixo.

7.3.1.4 Manutenção da Revegetação Inicial

Após a conclusão do plantio emergencial em julho de 2016, iniciaram-se os serviços de manutenção da revegetação, que visa garantir eventuais falhas ocorridas durante o processo (Figura 46 à Figura 48). Este trabalho considera serviços de ressemeadura do mix de gramíneas e leguminosas nos locais onde não houve desenvolvimento satisfatório da vegetação, adubação de cobertura, controle de pragas (se necessário) e eliminação de pequenos ravinamentos.

Ações realizadas no período

- Semeadura Manual - Barra Longa - Borda do Rio Gualaxo do Norte entre A10 e A12;
- Semeadura Manual - Barra Longa - Tributário 41;
- Semeadura Manual - Paracatu- Sirene 79SR170;
- Hidrossemeadura - Gesteira - Sirene 72SR192;
- Semeadura Manual - Próximo a São Gonçalo - Entre Rio Doce e Barra Longa - Bordas do Rio do Carmo - Fazenda Porto Alegre; e
- Adubação de cobertura - Barra Longa - Planície próxima ao tributário 49 e 49 A.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 46 – Semeadura manual – Paracatu: Sirene 79SR170 (esquerda), Hidrosseadura – Gesteira: Sirene 72SR192 (direita).



Figura 47 - Semeadura manual – Borda rio Gualaxo (esquerda), Semeadura manual – Tributário 41 (direita).



Figura 48 – Adubação de cobertura (esquerda), Semeadura manual – Fazenda Porto Alegre (direita).

7.3.2 Afluentes/Tributários

A recuperação ambiental dos córregos tributários envolve basicamente: a limpeza dos tributários, incluindo a remoção dos rejeitos presentes na calha destes cursos de água; e a reconstrução da seção de escoamento, tomando como base métodos de bioengenharia adequados para cada tributário, incluindo a proteção de margens para evitar novos aportes de solo e sedimentos aos cursos de água.

É importante ressaltar que todas as intervenções realizadas nos tributários até o momento se restringem à fase 1 do processo de recuperação ambiental, que é a estabilização física da área, com foco em controle de erosão. As questões relativas ao componente biológico como biodiversidade, reflorestamento e retorno da fauna serão abordadas na próxima etapa do programa de recuperação ambiental (em atendimento à cláusula 159 do TTAC, que consta sobre o reflorestamento final de 2.000 ha).

Todo o sedimento depositado nas calhas e margens dos córregos tributários, se não removido ou estabilizado, tende a retornar aos cursos d'água principal contribuindo para elevação do nível de turbidez da água e aporte de sólidos ao curso dos rios principais. Portanto, é necessário realizar intervenções de modo a limpar as calhas destes tributários ou estabilizar os rejeitos ali depositados, reduzindo o volume de sedimentos carregados para os cursos d'água.

7.3.2.1 Estudo de Alternativas

Antes de avaliar as opções de recuperação, foi necessário conhecer a extensão da área e caracterização do impacto do rompimento da barragem. Os afluentes afetados foram mapeados usando GIS com base nas imagens do levantamento aéreo feito após o rompimento da barragem de Fundão. No total, 73 áreas foram mapeadas e destas, 55 foram selecionadas como prioritárias para recuperação a curto prazo.

Os afluentes impactados que foram selecionados como prioritários para o trabalho imediato de desenvolvimento de projeto de recuperação e construção estão localizados ao longo do Córrego Santarém, Rio Gualaxo do Norte e Rio do Carmo.

Os tipos de recuperação avaliados são métodos que podem ser combinados com o caso base, ou, se for viável, podem ser alternativas para o caso base. Cada local tem uma caracterização de impacto *sui generis*. Portanto, durante a construção, cada local será avaliado caso a caso e será feita uma adaptação no campo aplicando um método adequado de recuperação.

Para avaliar as alternativas de recuperação ambiental dos tributários foram considerados os objetivos do plano de recuperação ambiental, que incluem:

- **Objetivo 1:** minimizar o volume de rejeitos depositados que migram para os rios principais; e
- **Objetivo 2:** restaurar os valores do habitat para uma condição comparável com a que existia antes do rompimento da barragem.

Foram estudadas 21 alternativas de revestimento ou proteção das calhas dos tributários. As alternativas avaliadas estão relacionadas abaixo e incluem uma combinação de métodos tradicionais de engenharia (ex: enrocamento), bioengenharia (ex: revegetação) e materiais geossintéticos (ex: geogrelhas).

Os tipos de recuperação avaliados são relacionados abaixo e incluem uma combinação de métodos comprovados e métodos alternativos de bioengenharia. Com isso, foram definidas 12 sessões típicas a serem

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



adotadas na recuperação dos tributários. A Figura 49 e a Figura 50 ilustram os desenhos esquemáticos de cada sessão típica.

Tipo A: Rock Armouring/ enrocamento — O uso de pedra para proteção e estabilização de margens é uma solução com resultados comprovados, amplamente utilizada no Brasil e ao redor do mundo. Essa opção também se baseia na experiência bem-sucedida observada na recuperação ambiental após o rompimento da barragem de rejeitos de *Mount Polley* em agosto de 2014, no Canadá;

Tipo B: Live Stakes / estacas vivas — Essa opção envolve o estaqueamento de estacas vivas com raízes ou galhos nas margens do curso d'água. A erosão da margem vai diminuir graças ao crescimento das raízes que agregam os solos das margens e uma vegetação estabelecida na superfície que vai reduzir a energia do fluxo;

Tipo C: Live Fascines / rolos de galhos — Essa opção envolve estacas vivas com raízes ou galhos cortados que são amarrados em fardos cilíndricos e inseridos nas margens do curso d'água em valetas rasas, que são instaladas de modo perpendicular à inclinação da margem, e atuam como barragens de contenção reduzindo a velocidade do escoamento laminar na encosta;

Tipo D: Brush Layering / camadas de galhos — Essa opção envolve estacas vivas de espécies arbustivas amarradas juntas, instaladas de forma parcialmente sobreposta entre camadas de solo. Essa colocação sobreposta de galhos e solo corre perpendicularmente à inclinação da margem. Os galhos que despontam para fora da superfície da encosta aumentam a rugosidade e reduzem a velocidade de escoamento;

Tipo E: Branchpacking / empacotamento de galhos — Essa opção utiliza uma combinação de *brushlayering* fixado nas margens do curso d'água com estacas de madeira, colocadas entre camadas de aterro compactado. Essas camadas de galhos/mato e aterro compactado correm perpendicularmente à encosta. Essa opção é mais indicada para áreas diretas de depressões nas margens do curso d'água;

Tipo F: Vegetated Geogrid / geogrelha vegetada — Essa opção envolve a criação de camadas de estacas vivas intercaladas com camadas de terra envolvidas em geotêxteis naturais ou sintéticos. Camadas múltiplas são colocadas perpendiculares à encosta;

Tipo G: Live Cribwall / cribwall viva — Essa opção envolve a colocação de toras/mourões sem tratamento em estruturas intertravadas formando caixotes, ao longo do pé da margem do curso d'água. As estruturas tipo caixote são preenchidas com camadas de material de aterro adequado junto com estacas vivas com raízes, estendendo para dentro da margem;

Tipo H: Joint Planting / enrocamentos plantados — Essa opção é uma combinação de enrocamento com estacas vivas colocadas nas juntas ou aberturas para permitir o restabelecimento da vegetação;

Tipo I: Brushmattress / colchão de biomanta — Essa opção envolve estacas vivas e galhos instalados paralelamente à direção do caimento do talude da margem, para formar um colchão. Este colchão pode ser afixado com ancoras ou grampos. As estacas vivas e galhos são chavetados no pé da encosta da margem em valeta rasas revestidas com pedras;

Tipo J: Tree Revetment / revestimento de arvores — Essa opção envolve amarrar árvores mortas inteiras e ancorá-las no pé da margem;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Tipo K: Log and Rootwad Revetment / revestimento com troncos e chumaço de raízes — Essa opção promove o estabelecimento de habitats de animais silvestres e peixes através da ancoragem de toras e chumaços de raízes no pé da encosta da margem;

Tipo L: Dormant Post-Plantings / dormentes vivos — Essa opção envolve a colocação de dormentes vivos na encosta da margem em uma configuração organizada, cobrindo toda a superfície;

Tipo M: Coconut Fibre Rolls / rolos de fibra de coco — Essa opção envolve o uso de fibras naturais de cascas de coco amarradas com um barbante feito de fibra de coco para formar um objeto cilíndrico. Os rolos são ancorados ou estaqueados no pé interno da margem do curso d'água;

Tipo N: Coconut Matting / mantas de fibra de coco — Essa opção envolve o uso de materiais orgânicos biodegradáveis e ajuda o estabelecimento de vegetação nas encostas das margens ou no leito dos riachos. A manta é feita de fibra de coco costurada com uma rede de polipropileno;

Tipo O: Geotextile Tubes (Geotubes) – tubos de geotêxtil — Essa opção envolve tubos feitos de material geotêxtil preenchidos com sedimentos. Os tubos são colocados em paralelo à direção do fluxo ao longo do curso d'água, seja no alto da margem ou então no pé da encosta da margem. Os tubos podem ser empilhados para fornecer maior profundidade de proteção contra erosão ou cobertos com aterro para permitir o estabelecimento de vegetação;

Tipo P: Soil Cement Bags / sacos com solo cimento — Essa opção envolve uma combinação de uma mistura de terra seca (ou rejeitos depositados) com cimento, colocada em um saco geotêxtil de poliéster com proteção UV, ou solução similar. Os sacos com solo cimento ficarão curados e praticamente virarão pedra. Os sacos são colocados manualmente e empilhados nas encostas da margem para proteção contra erosão;

Tipo Q: Gabions / gabiões — Essa opção envolve o uso de gaiolas de tela de aço preenchidas com pedras e colocadas uma junto da outra para criar um colchão cobrindo grandes áreas da margem da encosta que necessitam de proteção contra erosão. Os gabiões são uma opção robusta para proteção contra erosão e comportam um recalque diferenciado;

Tipo R: Geocell / geocélula — Essa opção é versátil e oferece diversas configurações para proteção contra erosão. Uma configuração usa geotêxtil de fibra de polipropileno ou polietileno moldado em formato de colmeia, criando um sistema de confinamento celular que tem condições de cobrir a superfície toda da encosta da margem. O material de preenchimento pode variar, desde brita a solos nativos;

Tipo S: Elastomeric Polymer Spray / jateamento com polímero elastomérico — Essa solução envolve uma mistura de uma proporção pré-determinada de componentes de polímero e endurecedor. A solução é jateada dentro de uma superfície escavada aberta, comparável a uma superfície de curso d'água, e cria uma superfície consolidada e impermeável;

Tipo T: Planting / plantio — Essa opção envolve o plantio de grama ou outra vegetação para estabilizar o solo da margem. O uso de grama Vetiver foi considerado, por ser um tipo de grama perene com um sistema de enraizamento profundo que ajuda a estabilizar as margens. A grama pode ser plantada em leiras ao longo da encosta da margem, o que restringe o movimento do solo e detritos nas encostas durante enchentes, e aos poucos cria uma barreira de terra; e

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAIA

Tipo U: Subaqueous Caps / coberturas submersas — Essa opção fornece uma barreira composta de solo e/ou qualquer outro material especificado colocado por cima de resíduos ou rejeitos, impedindo que os mesmos se espalhem mais amplamente no ambiente ao redor.

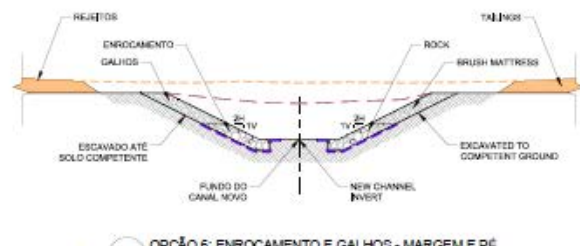
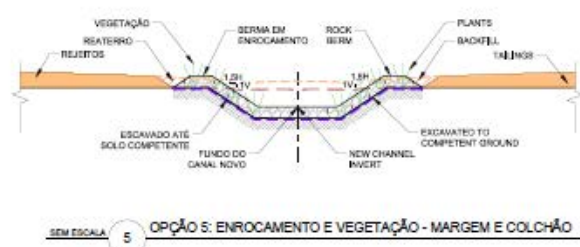
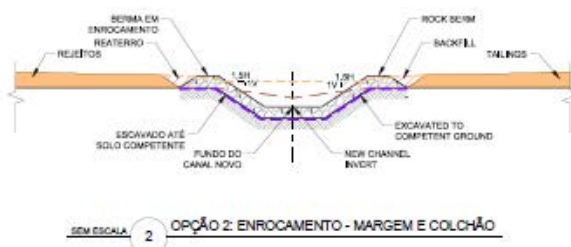
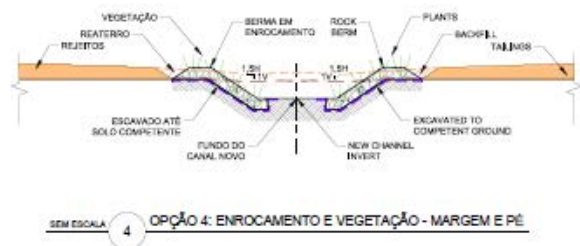
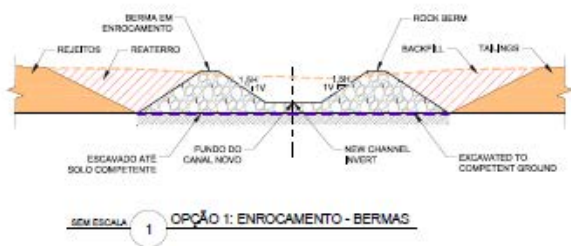


Figura 49: Opções típicas de bioengenharia – Opções 1 a 6.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAIA



reparar, restaurar, reconstruir

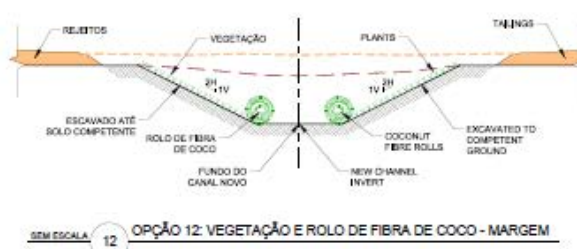
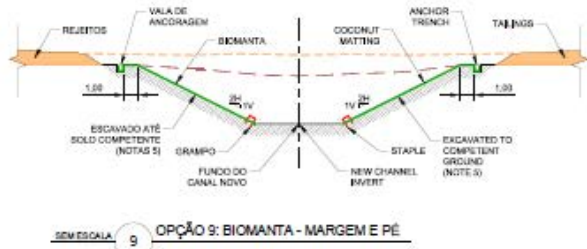
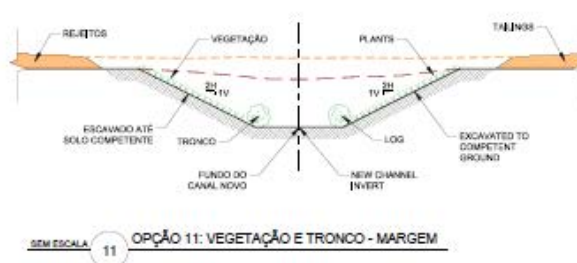
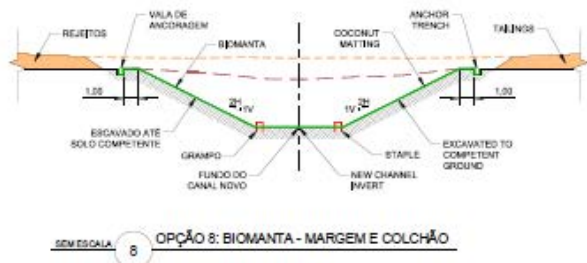
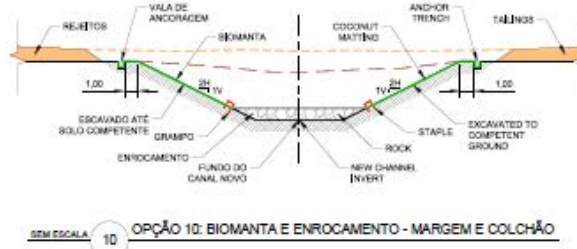
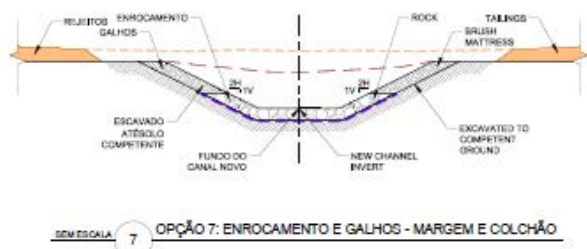


Figura 50: Opções típicas de bioengenharia – Opções 7 a 12.

As vantagens e desvantagens de cada tipo são comparadas com os critérios adotados na tomada de decisão, inclusive os dois principais objetivos do plano de recuperação ambiental, bem como a construtibilidade. A avaliação está apresentada da seguinte forma:

- Verde indica que o tipo de recuperação é preferido para um dado critério, ou então que as vantagens são maiores do que as desvantagens;
- Laranja indica que um tipo de recuperação é aceitável e/ou viável, mas não é o mais recomendável para um dado critério, ou então que as desvantagens e vantagens não fornecem uma comparação decisiva; e
- Vermelho indica que o tipo de recuperação não é aceitável ou viável para um dado critério, ou então que as desvantagens da opção são maiores do que as vantagens.

Cada tipo de recuperação é avaliado na Tabela 14. Já que todos os tipos de recuperação foram avaliados aplicando o método acima, os tipos preferidos foram comparados com a adequação geral ao plano de recuperação ambiental.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Tabela 14: Avaliação de opções de recuperação.

Critérios	Recuperação do habitat de peixes	Proteção contra erosão	Construtibilidade
Tipo A: Enrocamento, rip-rap	Fornecer uma sólida fundação para a construção de componentes favorecendo o habitat de peixes no leito do canal.	Solução comprovadamente eficaz globalmente para proteção contra erosão de cursos d'água	Colocação rápida e fácil com equipamento de construção.
Tipo B: Estacas vivas	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	Proteção adequada contra erosão uma vez que a vegetação tenha se estabelecido. Entretanto, não fornece nenhuma proteção contra erosão até que a vegetação se estabeleça.	Fácil de instalar com mão de obra manual.
Tipo C: Rolos de galhos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	Proteção adequada contra a erosão uma vez que a vegetação se estabeleça na encosta da margem. Os rolos de galhos atuam como pequenas barragens de contenção e interrompem as superfícies da encosta, reduzindo a velocidade de escoamento laminar. Entretanto, não fornece nenhuma proteção contra erosão até que a vegetação se tenha estabelecido.	Causa uma mínima perturbação no local se instalado corretamente na encosta da margem, já que as valetas são rasas.
Tipo D: Brush Layering/ camadas de galhos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes	Fornecer proteção contra erosão imediatamente após instalação, já que	Mais adequado para preenchimento de encostas. Se construídos em uma

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Critérios	Recuperação do habitat de peixes	Proteção contra erosão	Construtibilidade
	devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	as estacas vivas despontam da encosta da margem. A velocidade de escoamento laminar é reduzida através do aumento da rugosidade na encosta.	encosta de corte, o grau de perturbação é grande. Camadas múltiplas de estacas vivas e camadas de solo podem exigir mão de obra intensiva.
Tipo E: Branchpacking/empacotamento de galhos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida em áreas localizadas onde instalada. Entretanto, a instalação visa a recuperação de depressões existentes, e não seria uma solução contínua ao longo do curso d'água inteiro	Bom método para reforçar o solo somente em áreas localizadas (buracos e depressões existentes, por exemplo). Não é usado diretamente para proteção contra erosão como abordagem proativa, por ser mais de uma natureza reativa.	Instalação razoavelmente simples. O equipamento de movimentação de terra precisa ser constantemente móvel devido a áreas selecionadas para construção.
Tipo F: Geogrelha vegetada	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	Boa proteção contra erosão imediatamente após a instalação, fornecendo estabilidade a longo prazo. Adequado para proteção do pé da encosta e para curvas externas onde são esperadas altas velocidades de fluxo.	Acessibilidade de equipamento de construção para movimentação de solo pode ser limitada. Camadas múltiplas de geogrelhas vegetadas exigem mão de obra intensiva.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Critérios	Recuperação do habitat de peixes	Proteção contra erosão	Construtibilidade
Tipo G: Cribwall viva	Fornece boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e oferece suficiente espaço para esconderijo de peixes devido ao arranjo intertravado tipo caixote.	Boa proteção contra erosão imediatamente após a instalação, fornecendo estabilidade a longo prazo. Adequado para proteção do pé da encosta e para curvas externas onde são esperadas altas velocidade de fluxo.	A construção pode ser complexa, exigindo mão de obra intensiva para o arranjo de intertravamento.
Tipo H: Enrocamentos plantados	Fornece boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	Boa proteção contra erosão imediatamente após a instalação, aumentando com o estabelecimento da vegetação.	Colocação fácil e rápida com equipamento de construção (pedra) e mão de obra manual (plantio).
Tipo I: Colchão de biomassa	Fornece boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	Boa proteção contra a erosão imediatamente após instalação. Eficaz em declives 2H:1V ou menos, e capta sedimentos na encosta da margem durante chuvas.	Colocação fácil e rápida com mão de obra manual e equipamento de construção de pequeno porte.
Tipo J: Revestimento de arvores	Fornece boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural no pé do canal	Protege o pé do canal, e fornece boa proteção contra a erosão imediatamente após instalação. O revestimento com arvores terá uma vida útil limitada, e pode ficar degradado ao longo do tempo.	Colocação fácil e rápida com mão de obra manual e equipamento de construção de pequeno porte.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

Critérios	Recuperação do habitat de peixes	Proteção contra erosão	Construtibilidade
Tipo K: Revestimento com troncos e chumaços de raízes	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural dentro do canal	Instalado aos poucos, de forma que a proteção do canal não é contínua. As toras e chumaços de raízes possuem vida limitada, e podem ficar degradados ao longo do tempo.	Colocação fácil e rápida com mão de obra manual e equipamento de construção de pequeno porte.
Tipo L: Dormentes vivos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	Proteção adequada contra a erosão uma vez estabelecida a vegetação. Entretanto, fornece pouquíssima proteção contra a erosão antes do estabelecimento da vegetação.	Fácil de instalar com mão de obra manual
Tipo M: Rolos de fibra de coco	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural na parte inferior da várzea. O sedimento que desce pela encosta da margem é captado e permite que a vegetação se estabeleça.	Protege o pé do canal, e capta rejeitos depositados e sedimentos que descem a encosta com a chuva e ajuda no estabelecimento da vegetação.	Fácil de instalar, e causa pouquíssima perturbação local
Tipo N: Mantas de fibra de coco	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural na parte inferior da várzea. O sedimento que desce pela encosta da margem é	Capta rejeitos depositados e sedimentos que descem a encosta com as chuvas e ajuda no estabelecimento da vegetação	Fácil de instalar, e causa pouquíssima perturbação local

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Critérios	Recuperação do habitat de peixes	Proteção contra erosão	Construtibilidade
	captado e permite que a vegetação se estabeleça.		
Tipo O: Tubos de geotextil (Geotubes)	Não é suficiente como método isolado para estabelecer vegetação na área do pé da encosta para recuperar o habitat dos peixes. Precisa ser combinado com outro método para atender os objetivos estabelecidas de recuperação de habitat.	Fornecer boa proteção contra erosão e atua como uma boa barreira física ao transporte de rejeitos depositados e sedimentos que descem a encosta.	Exige equipamento pesado para fazer as valas e aterro e colocação dos tubos preenchidos na base da vala. O preenchimento hidráulico dos tubos aumenta o tempo de construção. Acesso e mobilidade de equipamento podem ser restritos.
Tipo P: Sacos com solo cimento	As características sintéticas do cimento podem potencialmente alterar o pH do curso d'água, o que pode resultar na perda de vida aquática. A superfície lisa não fornece condições adequadas para o estabelecimento do crescimento de vegetação. Os sacos também vão sofrer erosão ao longo do tempo e poluir o curso d'água. Maiores detalhes podem ser encontrados no Soil Cement Technical Memorandum (Golder 2016C).	Uma vez curado, fornece uma técnica robusta e estruturalmente estável para proteção contra erosão. Entretanto, os sacos empilhados de solo cimento possuem pouca flexibilidade e baixa resistência contra tração.	Apesar de fácil de instalar uma vez que os sacos estiverem preenchidos e fechados, demanda mão de obra intensiva para costurar os sacos no local se for preciso, preencher os sacos com rejeitos e cimento, e costurar os sacos para fechar, além de empilhar na zona do pé.
Tipo Q: Gabiões	Fornecer condições marginais para a recuperação do habitat de peixes.	Fornecer proteção robusta e estruturalmente estável contra erosão	Exige equipamento de construção para instalação (por ex. içamento mecânico,

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Critérios	Recuperação do habitat de peixes	Proteção contra erosão	Construtibilidade
	Entretanto, o uso de pedras menores reduz os vazios usados como esconderijo para peixes, e frequentemente não permite o estabelecimento de vegetação.	imediatamente após sua instalação, principalmente ao redor de curvas externas dos cursos d'água. Entretanto, a durabilidade das gaiolas de arame é questionável durante tempestades de maior intensidade e com o decorrer do tempo.	colocação de preenchimento com pedras. A questão de acesso pode ser um problema. Exige mão de obra muito intensiva.
Tipo R: Geocélulas	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes quando a vegetação se estabelece no material de preenchimento de solo dentro das células. Precisa ser estendido para a parte baixa da área inundável.	Fornecer proteção adequada contra erosão imediatamente após a instalação para a encosta da margem. A proteção aumenta à medida que a vegetação se estabelece.	Exige equipamento de construção pesado (por ex. içamento mecânico, valas para ancorar,). O acesso pode ser um problema. Mão de obra intensiva para mobilização e ancoragem ao longo da encosta da margem.
Tipo S: Spray de polímero elastomérico (Diamondguard)	A superfície lisa não fornece condições adequadas para o estabelecimento do crescimento de vegetação	É comparável com geomembrana já que atua como uma camada impermeável com bom alongamento e propriedades de alta resistência a tração. Altamente eficaz na proteção contra erosão.	Construção teria que ser feita por técnicos treinados. Problemas potenciais com aplicação dependendo das condições climáticas (por ex. chuvas, ventanias).
Tipo T: Plantio (e.g., grama Vetiver)	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes	Uma vez que as raízes estejam bem profundas e se formem cercas vivas, é	Fácil colocação com mão de obra manual.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

Critérios	Recuperação do habitat de peixes	Proteção contra erosão	Construtibilidade
	devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	uma boa forma de proteção contra erosão. Os rejeitos depositados e o movimento de sedimentos descendo a encosta serão retidos pelas cercas vivas e impedidos de entrarem no curso d'água.	
Tipo U: Cobertura submersa	Fornecer condições ideais para a recuperação do habitat dos peixes já que a camada superior estaria provida de material natural para promover bioturbação. Entretanto, a bioturbação (da camada de vegetação) na cobertura submersa fica acima da camada revestida. Consequentemente, o risco de lavagem/remoção de bioturbação é provável durante eventos mais significativos devido à limitação do estabelecimento de raízes profundas. Isto pode destruir um habitat de peixes que já se teria formado.	Forma eficaz de conter os rejeitos depositados e os sedimentos, já que fornece um isolamento físico.	O prazo para construção pode ser longo com a colocação e gerenciamento de camadas sequenciais. Exige um sistema de gestão de água. Mais aplicável para grandes áreas abertas. Acessibilidade a cursos d'água pode ser complicada.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Mapeados os tributários e definidas as alternativas de recuperação, para cada tributário foi delimitada a bacia de contribuição e foram calculadas as vazões de projeto. O método de cálculo das vazões de projeto variou conforme a área de contribuição da seguinte forma: racional ($A < 1 \text{ km}^2$), racional modificado ($1 \text{ km}^2 < A < 10 \text{ km}^2$), HEC-HMS ($10 \text{ km}^2 < A < 70 \text{ km}^2$) e regionalização de vazões ($A > 70 \text{ km}^2$). Com base nas vazões de projeto e em levantamentos de campo feito para cada tributário, foi realizado o dimensionamento da seção hidráulica do tributário.

O cálculo leva em conta o tamanho e forma da seção, a declividade do canal e a rugosidade. Foram elaborados os projetos de recuperação para cada tributário que consistiram em desenhos de planta e perfil e de seções típicas. Estes projetos foram protocolados pela Samarco nos órgãos competentes para obtenção da autorização para realização das obras. Iniciada a obra, em caso de mudança nas condições de campo decorrentes dos trabalhos de limpeza do canal, por exemplo, o acompanhamento técnico de obra (ATO) sugere otimizações na seção de projeto. Tais otimizações são verificadas (os cálculos são refeitos) e, caso viáveis, implantadas.

7.3.2.2 Resultados Esperados/Obtidos

Este capítulo visa apresentar de forma objetiva as atividades realizadas em caráter emergencial nos tributários dos rios impactados pelo rompimento da barragem de Fundão. Os resultados das mesmas são apresentados de forma qualitativa nas imagens abaixo. O avanço das atividades é reportado no capítulo 9.2 - Recuperação da "Área Ambiental 1".

A título de exemplificação, apresenta-se a seguir um registro fotográfico de alguns dos tributários onde foram realizadas obras (Figura 51 à Figura 53). As fotos ilustram a situação antes, durante e depois da intervenção. Visualmente, é possível notar que a água dos tributários está límpida, isto é, com baixa turbidez. O leito foi limpo e as margens e taludes não apresentam processos erosivos.

Tributário 5 do Rio Gualaxo do Norte (TG05)



Figura 51: Recuperação ambiental do tributário TG05.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Tributário 49 do Rio Gualaxo do Norte (TG49)



Figura 52: Recuperação ambiental do tributário TG49.

Tributário 51 do Rio Gualaxo do Norte (TG51)



Figura 53: Recuperação ambiental do tributário TG51.

7.3.3 Reconformação das Calhas dos Rios Principais e Controle de Erosão

Para atendimento emergencial ao período chuvoso 2016/2017, foram priorizadas 12 áreas contempladas no estudo geomorfológico. As Figuras 54 e 55 apresentam as áreas a serem priorizadas. As áreas 12 e 16 foram excluídas do escopo desse trabalho, uma vez que o dique S4 está sendo implantado na área 12 (planície localizada no entorno de Bento Rodrigues), que terá a sua recuperação ambiental concluída após o descomissionamento do dique e a área 16 (Candongua) está sendo dragada para remoção dos sedimentos depositados. A área 1 é uma área que será alagada com o bombeamento de água e sedimentos proporcionado pelo dique S3. A área 2 é a área de alagamento do distrito de Bento Rodrigues, após a execução das obras do dique S4.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

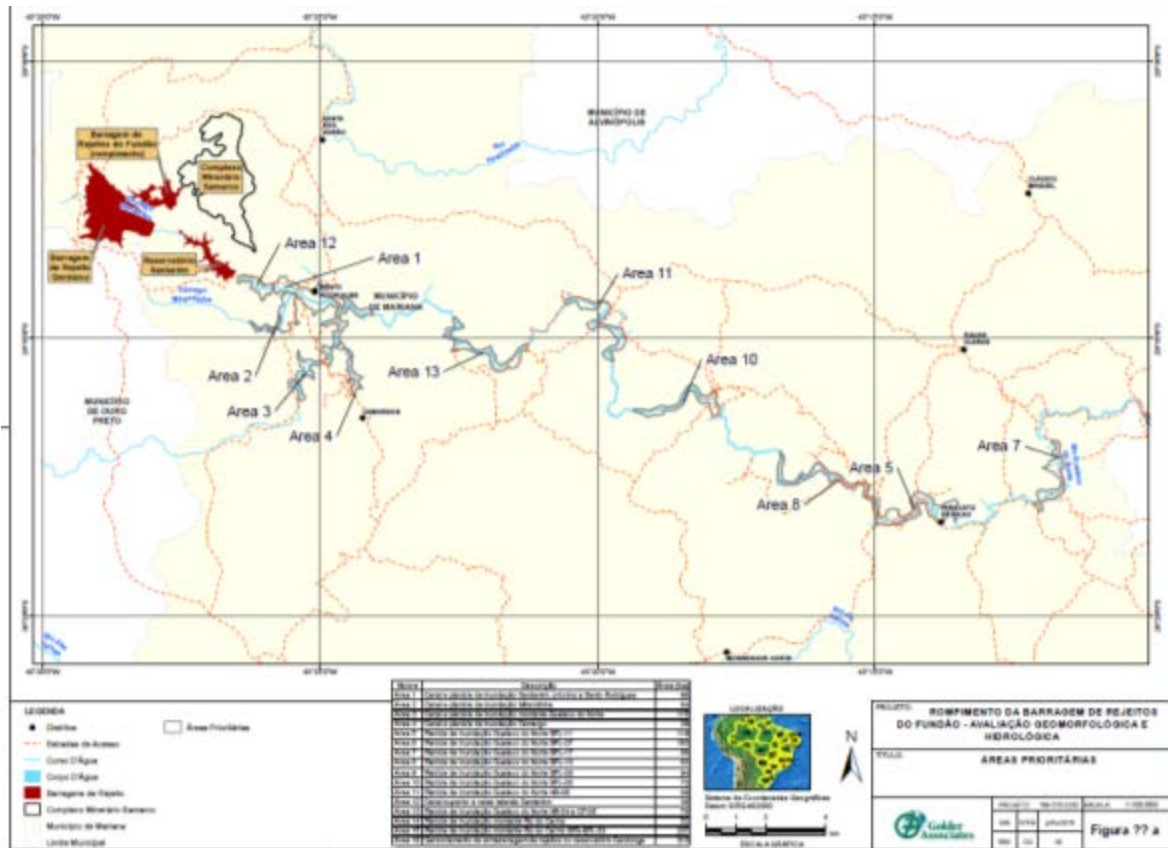


Figura 54: Áreas prioritárias – Parte 1.

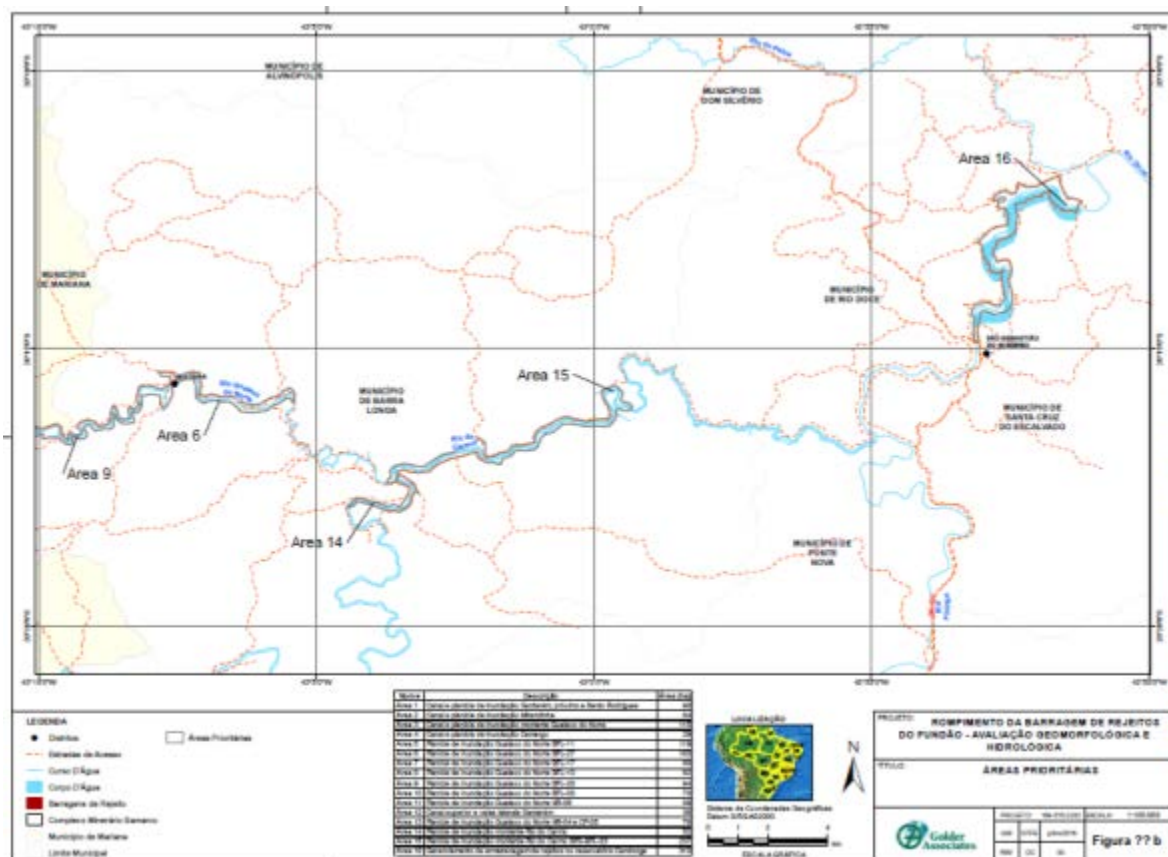


Figura 55: Áreas prioritárias – Parte 2.

Para a execução das atividades, foi adotada a seguinte metodologia:

- Levantamentos de campo;
- Definição de premissas de projeto;
- Definição de seções tipo;
- Elaboração de modelagem hidrodinâmica (HEC-RAS);
- Dimensionamento das seções; e
- Elaboração de projetos especiais.

7.3.3.1 Levantamento de Campo

O levantamento de campo teve como objetivo percorrer todas as áreas contidas no escopo de trabalho, coletando fotos e informações relevantes para a elaboração dos projetos iniciais das áreas prioritárias. Esse levantamento permitiu identificar soluções típicas de engenharia, ou seja, soluções que poderiam ser comumente aplicadas para a maioria das áreas vistoriadas. A seguir são apresentadas algumas fotos do trabalho de campo realizado (Figura 56).



Figura 56: Levantamento realizado pela equipe de campo.

7.3.3.2 Definição das Premissas e Critérios do Projeto

Com o intuito de deixar mais claro as premissas e critérios dos projetos, estes foram divididos em 2 grupos, quais sejam: (i) reconformação das calhas dos rios e (ii) controle de processos erosivos.

As premissas adotadas pelo grupo de reconformação das calhas foram:

Premissas:

- Minimizar a remobilização de rejeitos e sedimentos depositados nas margens;
- Minimizar a movimentação dos rejeitos e sedimentos depositados no leito para evitar aumento de turbidez na água e desestabilização de margens;
- Evitar a reconformação de áreas onde a vegetação natural já se restabeleceu para estabilização de margens;
- Evitar a reconformação de áreas onde os remanescentes da vegetação ripária (ex.: sistema radicular) permanecem atuando na estabilização das margens;
- Minimizar o uso de soluções de engenharia pesada;
- Adotar técnicas de bioengenharia onde possível utilizado soluções naturais que irão contribuir para a biodiversidade local; e
- Monitorar as obras realizadas e reparar os pontos falhos até atingir estabilidade e integração com o ambiente de entorno.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Critérios de projeto:

- Trabalhos de estabilização foram projetados para o leito maior - período de retorno de 10 anos.

As premissas adotadas pelo grupo de controle de processos erosivos foram:

Premissas:

- Minimizar a erosão produzida pelo escoamento superficial nas áreas impactadas;
- Desviar o escoamento superficial para evitar o contato com áreas impactadas por rejeitos;
- Minimizar ou limitar novas movimentações de terra em áreas naturais;
- Implantar drenagem superficial adequada nas áreas impactadas;
- Revegetar todas as áreas impactadas; e
- Monitorar as obras realizadas e corrigir pontos falhos até atingir estabilidade e integração com o ambiente de entorno.

Critérios de Projeto:

- Os desvios de drenagem, tais como canaletas de crista, foram projetados para um evento com período de retorno de 25 anos;
- As medidas de controle de erosão e sedimentação foram projetadas para transportar a precipitação com período de retorno de 25 anos; e
- As medidas de controle de erosão e sedimentação foram dimensionadas para permitir uma eficiência mínima de 80% para uma precipitação com período de retorno de 5 anos.
-

7.3.3.3 Definição das Seções Tipo

Após o levantamento de campo, verificou-se a existência de 5 seções típicas que se repetiam na maioria das áreas visitadas, sendo:

Seções Tipo:

- TIPO A: Margem exposta com a presença de praia (Figura 57);
- TIPO B: Margem exposta sem a presença de praia (Figura 58);
- TIPO C: Margem exposta com talude alto e berma intermediária (Figura 59);
- TIPO D: Margem estabilizada onde será avaliada a necessidade de aplicação de medidas pontuais de contenção da erosão e do reforço da vegetação (Figura 60); e
- TIPO E: Margem exposta: situação em que as seções tipo acima não são aplicáveis podendo ser necessário projeto específico (Figura 61).

Nos trechos cujas características do canal não permitiam a aplicação das seções típicas, foram desenvolvidos projetos especiais.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir

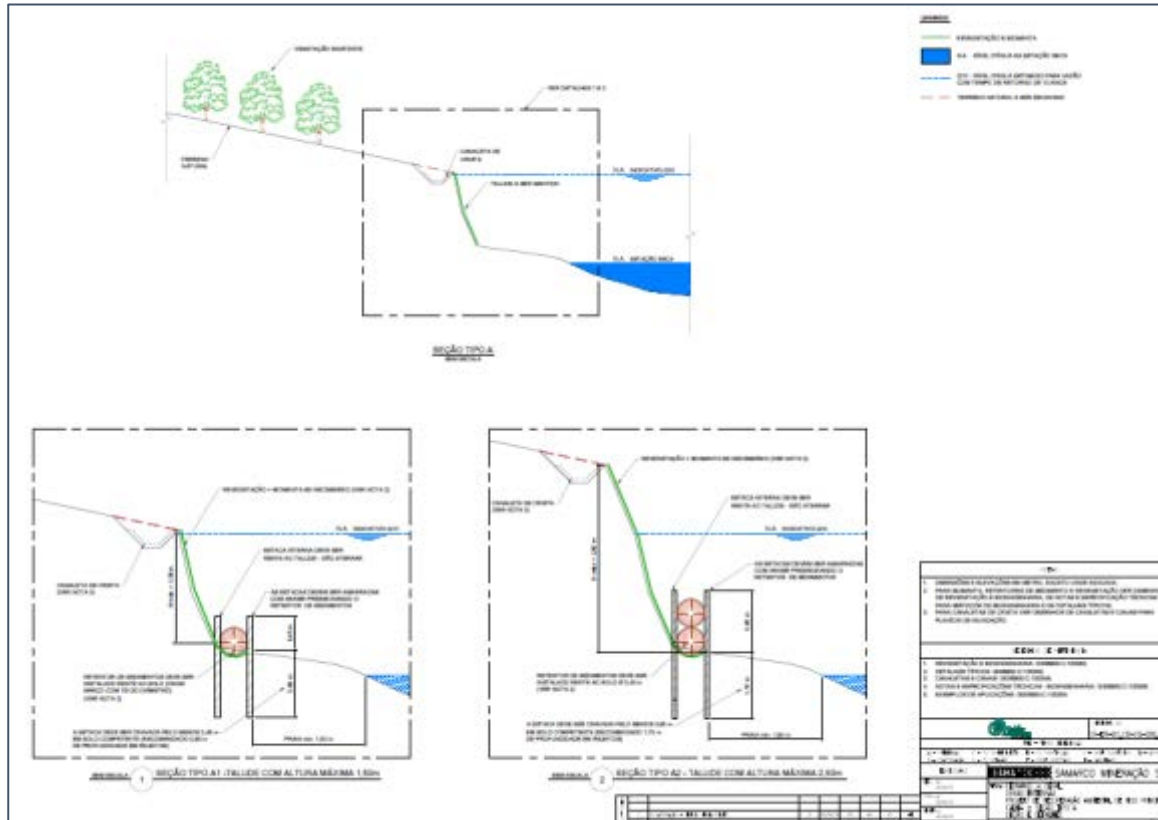


Figura 57: Seção TIPO A esquemática.

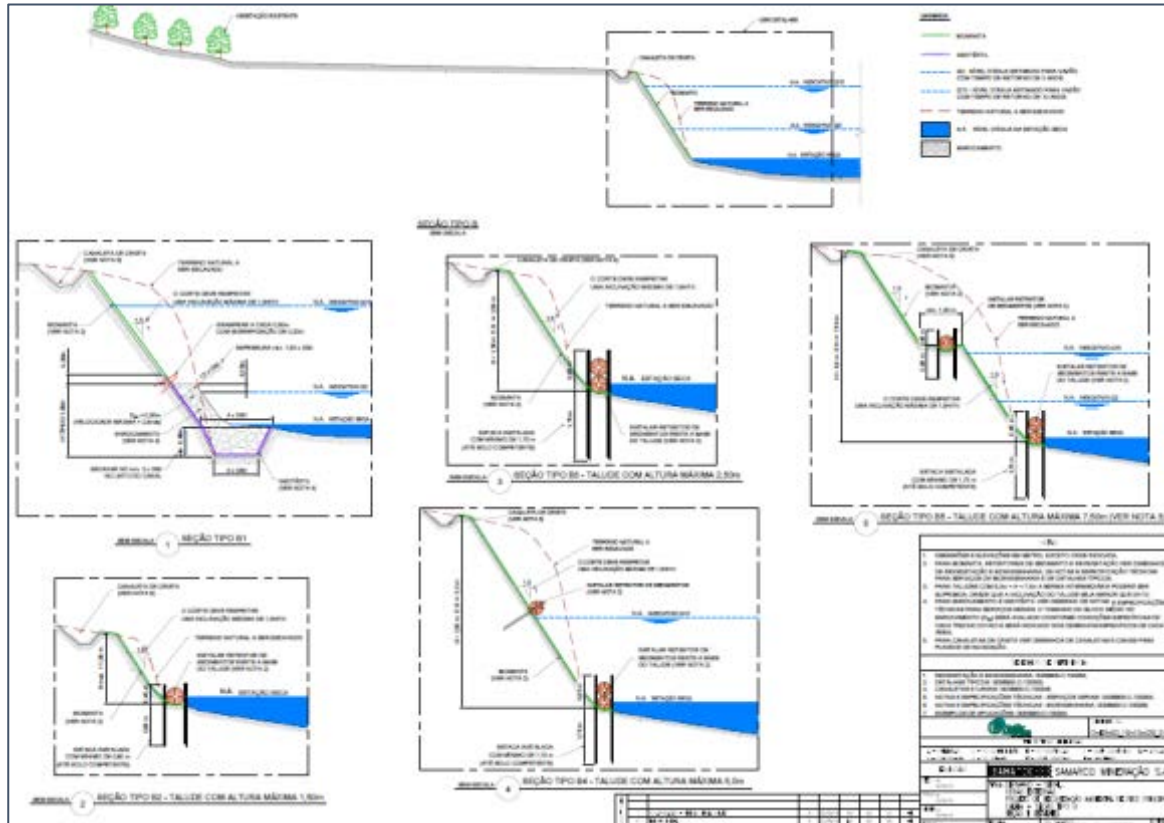


Figura 58: Seção TIPO B esquemática.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAIA



reparar, restaurar, reconstruir

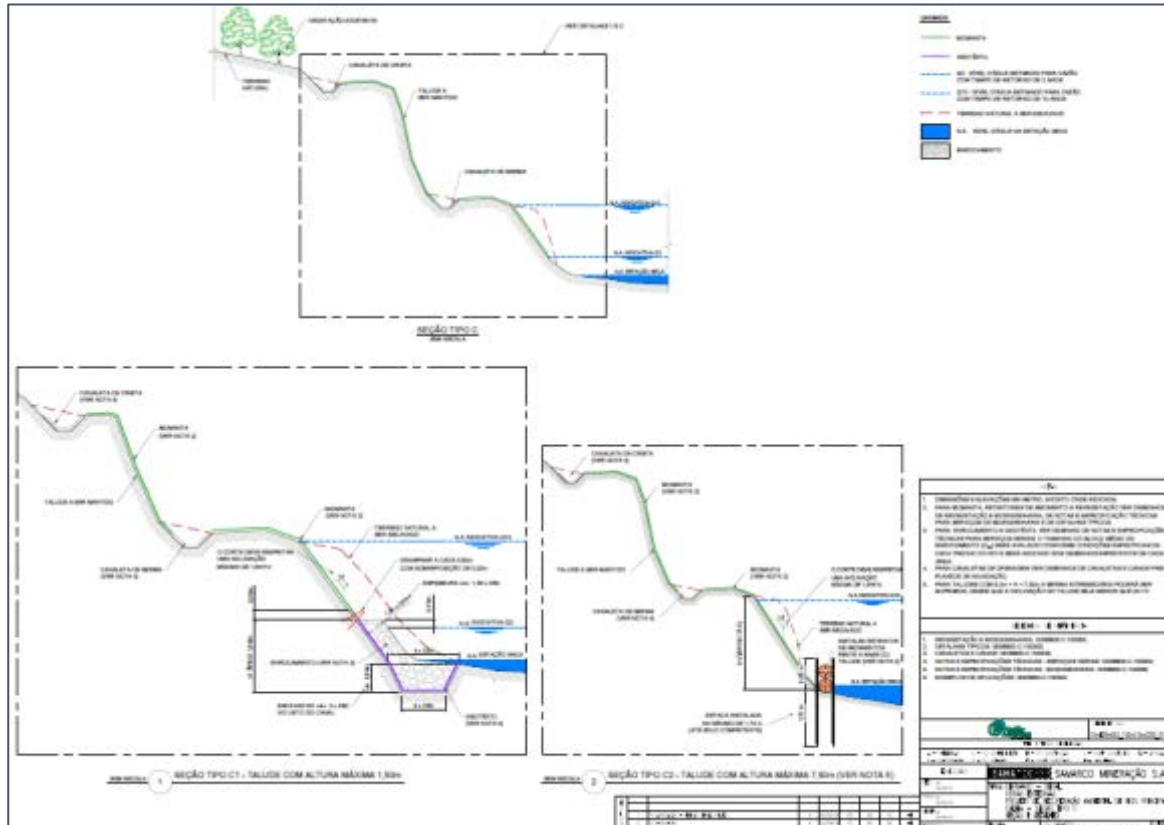


Figura 59: Seção TIPO C esquemática.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAIA



reparar, restaurar, reconstruir

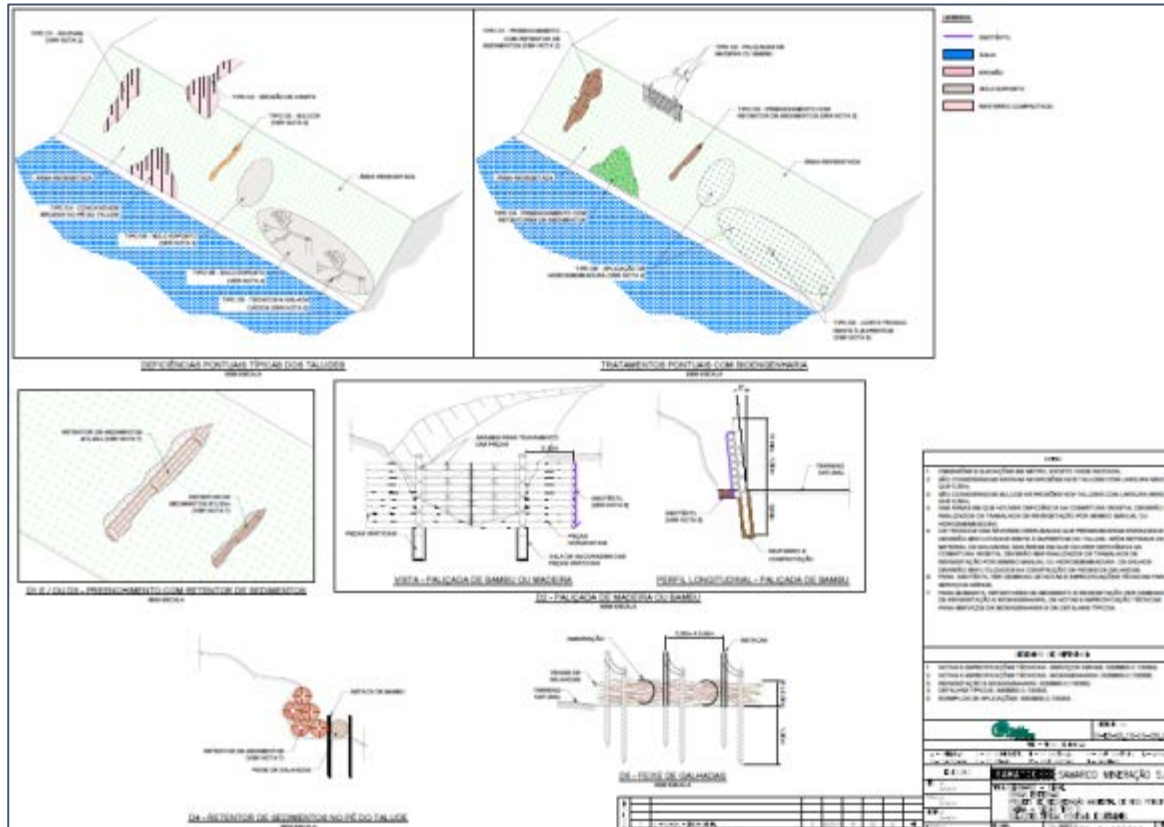


Figura 60: Seção TIPO D esquemática.

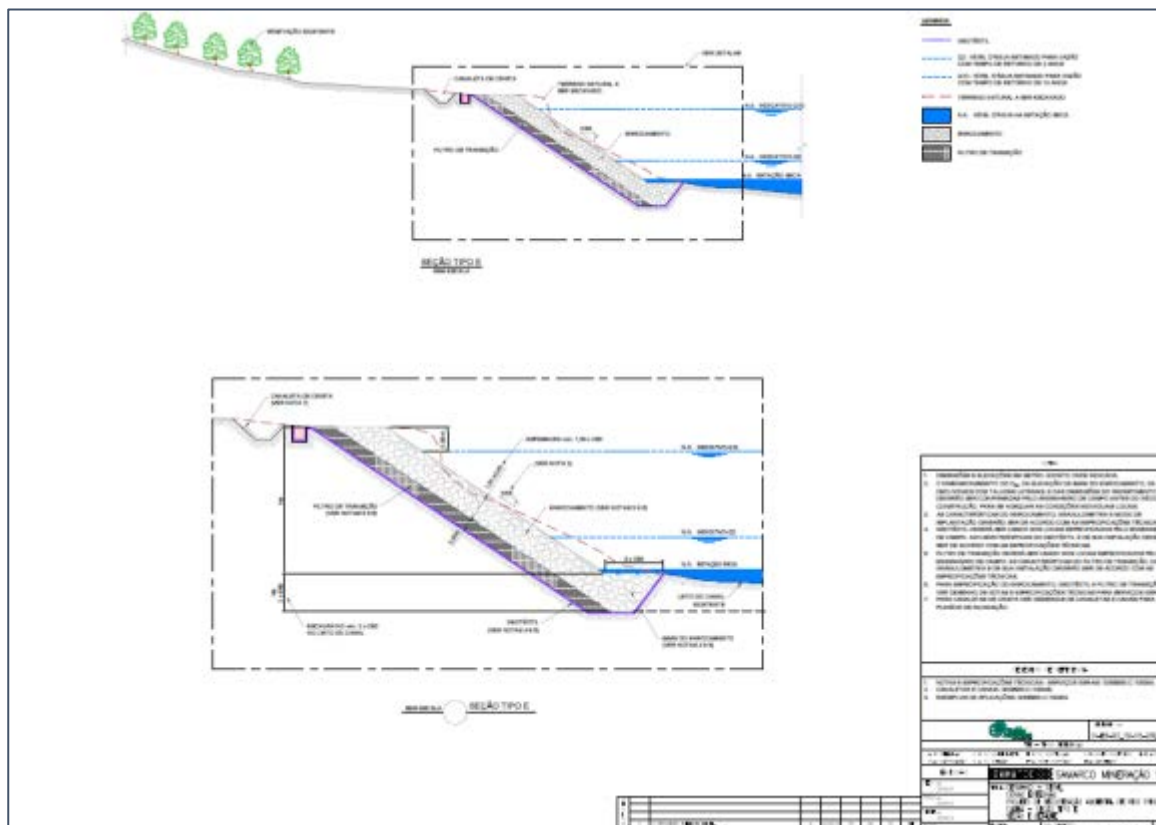


Figura 61: Seção TIPO E esquemática.

7.3.3.4 Planícies de Inundação

Com base nos levantamentos de campo e em análises de dados topográficos e modelagens GIS foram propostas estruturas de drenagem e de controle de erosão e sedimentos para as planícies de inundação. O objetivo de tais estruturas foi disciplinar as águas pluviais e aquelas provenientes do escoamento superficial de áreas a montante, permitindo sua infiltração e as conduzindo de forma “limpa” e disciplinada até pontos seguros para sua dissipação.

Dentre estas estruturas, destacam-se:

- Canaletas com seções triangulares e trapezoidais em solo ou revestidas com biomantas antierosivas;
- Canais trapezoidais com diques ou retentores de sedimentos;
- Leiras de proteção em nível;
- Cordões de contorno com retentores de sedimentos, feixes de galhadas e/ou capim Vetiver;
- Paliçadas de madeira ou bambu;
- Descidas em enrocamento; e
- Dissipadores de energia.

É importante destacar que todas estas estruturas foram pensadas em sinergia com as atividades de reflorestamento subsequentes. Os desenhos típicos de controle de erosão estão referenciados no PRAI da

versão emitida em janeiro de 2017. Estes foram anexados como originais e nomeados como “book de documentos de engenharia da reconformação das calhas principais”, elaborados pela empresa Golder.

7.3.3.5 *Etapas de Construção*

O processo construtivo das intervenções seguiu o seguinte padrão:

- 1) Limpeza e conformação da área impactada;
- 2) Direcionamento das drenagens do escoamento superficial e instalação de medidas de controle de erosão;
- 3) Conformação de taludes da calha;
- 4) Aplicação de revestimento na calha – seções tipo; e
- 5) Revegetação; e
- 6) Monitoramento e manutenção.

7.4 Plano de Ações para o Período Chuvoso

O Plano de Ações para o Período Chuvoso 2016/2017 faz parte de uma estratégia integrada com o objetivo de atravessar a estação chuvosa com a menor geração de impactos possível à sociedade, ao meio ambiente e às atividades econômicas pelo acidente de 05 de novembro de 2015.

Durante o período chuvoso, que compreende os meses de outubro a março, os níveis de precipitação apresentam maior intensidade, conforme exemplo apresentado na Figura 62.

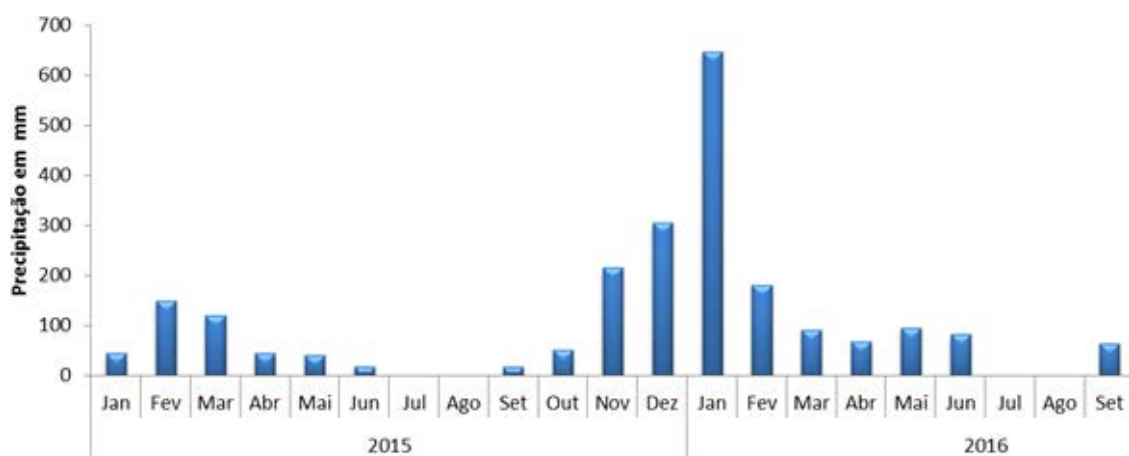


Figura 62 - Precipitação acumulada mensal registrada no complexo de Germano em 2015 e 2016

Em condições naturais, tais níveis de volume de chuva podem ocasionar aumento na vazão do rio, provocando possível carreamento de sólidos depositados às suas margens e aumento da turbidez da água. Após o evento

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



de rompimento da barragem de Fundão em 05 de novembro de 2015, parte dos sedimentos ficou depositado nas calhas dos rios com possibilidade de retornar aos cursos d'água frente à ocorrência de chuvas.

Nesse sentido, diversas ações preventivas estão sendo realizadas com o objetivo de minimizar os impactos na qualidade da água durante o período chuvoso 2016/17 e, para isso, está sendo elaborada uma estratégia integrada que visa atuar tanto nas potenciais causas como também nas consequências de um cenário com turbidez elevada no próximo período chuvoso.

Os documentos que integram esta estratégia são:

1) Plano de Recuperação Ambiental Integrado (PRAI)

- Este Plano apresenta os pilares estratégicos e reúne as ações que estão sendo realizadas para recuperação ambiental. Aqui, buscou-se detalhar as frentes de ações estabelecidas para evitar a disponibilização de novos aportes de sedimentos aos cursos d'água.

2) Plano de Monitoramento e Controle das estruturas durante período chuvoso (PMC)

- Estabelece a rotina de operação para o período chuvoso visando mitigar os impactos das chuvas nas intervenções realizadas.

3) Plano de Ações para Período Chuvoso

- Estabelece as ações preventivas e contingenciais frente aos possíveis cenários de aumento de turbidez, visando mitigar os impactos à sociedade e ao meio ambiente. O documento considera diversas situações, inclusive a mais crítica.

Na Figura 63, segue apresentada esquematicamente a estratégia lógica elaborada para atender estas demandas.

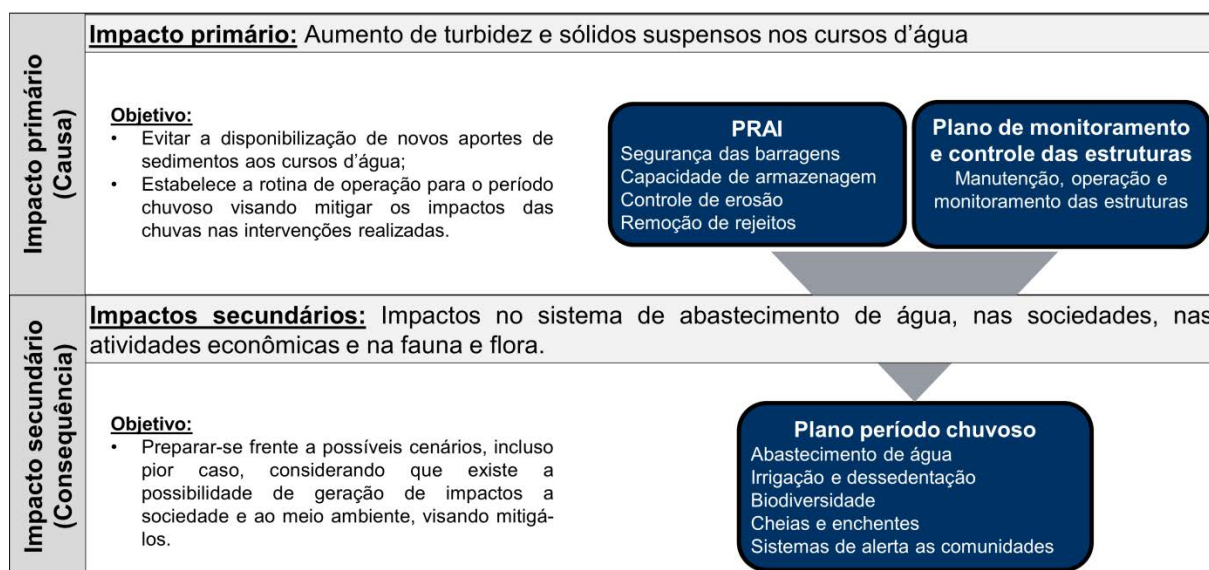


Figura 63 - Estratégia integrada para o período chuvoso 2016/2017.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Os riscos identificados são:

- Impactos no abastecimento de água dos municípios;
- Impactos na irrigação e dessedentação animal;
- Impactos à ictiofauna; e
- Cheias.

Com base na experiência após o evento de rompimento de barragem em 2015, o Plano de Ações para o Período Chuvoso 2016/2017 apresenta as frentes de trabalho empregadas, visando mitigar os impactos identificados resultantes de eventuais aumentos nos níveis de turbidez do rio.

Os riscos estão sendo trabalhados de duas formas: (i) ações preventivas e (ii) ações de contingência. As ações preventivas não são dependentes da alteração da qualidade da água, e visam monitorar e/ou mitigar impactos oriundos desta alteração. As ações de contingência são aquelas planejadas para serem acionadas mediante necessidade de atuação. A Tabela 15 apresenta um resumo das principais ações vinculadas a cada um dos riscos mapeados.

Tabela 15 - Ações preventivas e ações de contingência para o período chuvoso.

RISCOS	AÇÕES PREVENTIVAS	AÇÕES DE CONTINGÊNCIA
Desabastecimento de água	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorias e investimentos de ETA's • Captação Alternativa • Operação Assistida 24h • Capacitação/Ensaio de Bancada • Criação de equipe técnica exclusiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo de gatilhos • Contratos prévios (PIPA/ ETA Móvel/Água mineral)
Impactos na irrigação e dessedentação animal	<ul style="list-style-type: none"> • Análise da qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos de silagem e Caminhão Pipa
Impactos à biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Resgate emergencial de ictiofauna; • Resgate de peixes mortos; • Resgate emergencial da fauna terrestre
Cheias	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo de cheias • Mitigação do risco de cheias • Plano de ação de recuperação de Infraestrutura • Monitoramento de cheias • Plano de comunicação simulações • Corpos hídricos no Espírito Santo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de alerta • Plano de limpeza • Plano de ações sociais

Com base na experiência após o evento de rompimento de barragem em 2015, o Plano de Ações para o Período Chuvoso 2016/2017 apresenta as frentes de trabalho empregadas, visando mitigar os impactos identificados resultantes de eventuais aumentos nos níveis de turbidez do rio.

8.0 EMBASAMENTO CIENTÍFICO DA AVALIAÇÃO DE RISCOS E DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO

8.1 Determinação dos Volumes de Rejeitos Depositados

Com base nos levantamentos topográficos contratados pela Samarco da empresa HGT, existiam no Vale do Fundão 56,4 Mm³ de rejeito e lamas antes do evento. No primeiro momento do acidente 32,2 Mm³ vazaram no vale de Fundão. Posteriormente, com o período de chuvas, foram carreados mais 11,5 Mm³, portanto, atualmente encontram-se aproximadamente 12,8 Mm³ de rejeitos remanescentes na barragem de Fundão. Conforme o mesmo levantamento topográfico citado acima, atualmente a barragem de Santarém possui 9,8 Mm³ de rejeitos depositados.

O incidente envolveu erosão significativa e/ou a subsequente deposição em trechos da bacia do alto Rio Doce, resultando em mudanças na morfologia de alguns trechos de rio. Como indicado neste relatório, estão sendo feitos esforços para estabilizar as margens dos rios, minimizar a erosão e remobilizar os sedimentos depositados, bem como para compreender o potencial de inundações nestas novas condições.

Adicionalmente, a Samarco iniciou o monitoramento e quantificação do movimento dos sólidos ao longo da área impactada através de levantamentos topobatimétricos e sobrevoos em toda a área, estes realizados imediatamente após a ruptura.

8.1.1 Metodologia Utilizada para o Cálculo dos Volumes

Os cálculos iniciais para estimar os volumes que subsidiaram os valores descritos foram realizados pela empresa HGT (documento nº G001600-O-1MC001, Anexo Seção 8.0). No Anexo Seção 8.0 está disponibilizada a memória de cálculo completa.

8.1.1.1 Metodologia Utilizada na Área A Montante da Barragem de Santarém

Foi utilizado o *software* Endurance (versão 1.01) da HGT Geoprocessamento Ltda, com rotinas para cálculo de Volume dispostas no pacote Endurance/gis.

A metodologia se baseia em calcular a diferença de volumes entre duas superfícies distintas. As superfícies foram produzidas através da técnica de Pós-Sinalização por Área, consistindo em processo aerofotogramétrico a partir de imagens coletadas por uma ARP (Aeronave Remotamente Pilotada).

As diferenças de superfície são calculadas a partir de um filtro, que identifica a área de interesse do cálculo. São calculados 2 volumes livres até uma cota arbitrária mais elevada que a máxima existente na área de estudo, a diferença entre os volumes é a quantidade de material movimentado no período.

8.1.1.2 Metodologia Utilizada na Área a Jusante da Barragem de Santarém

Foi utilizado o *software* de restituição Endurance (versão 1.01) da HGT Geoprocessamento Ltda, com rotinas para cálculo de Volume dispostas no pacote Endurance/gis/estereo.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



A metodologia se baseia em calcular a diferença de volumes entre duas superfícies distintas. Para o cálculo foram duas superfícies, a primeira ou primitiva foi uma superfície global pública, o sobrevoo fotogramétrico feito pela USAF (*United States Air Force*) em 1966, em escala de 1:60.000, a segunda, referente à superfície após o rompimento, foi feita através de aerofotogrametria utilizando imagens panorâmicas coletadas no dia 08/11/2015.

Em função da escala e da qualidade deteriorada das imagens da coleta USAF de 1966 utilizada como primitiva, o volume de cada área foi calculado baseando-se em uma média de diferença altimétrica por pontos cotados próximos aos cursos hidrográficos em seções altimétricas, medidos no estéreo-restituído comparando o modelo USAF com a base gerada pela aerofotogrametria.

A primitiva obtida para a realização do cálculo de volume para o trecho à jusante de Santarém até a PCH Candongas (USAF) foi insatisfatória devido à baixa qualidade de conservação (Imagens dispositivos impressas em acervo), à grande diferença de datas e à escala ser bem menor que a da aerofotogrametria de 08/11, sendo, portanto, um dado com qualidade inferior à necessária para um cálculo de volume com nível de detalhe satisfatório.

8.2 Geomorfologia

O rompimento da barragem de Fundão envolveu erosão significativa e/ou a subsequente deposição em trechos da bacia do alto rio Doce, resultando em mudanças na morfologia de alguns trechos de rio. Estão sendo feitos esforços em caráter emergencial para estabilizar as margens dos rios, minimizar a erosão e remobilizar os sedimentos depositados, bem como para compreender o potencial de inundações nestas novas condições.

Com o intuito de fornecer embasamento científico para as ações de estabilização e controle de erosão nas áreas impactadas pelo evento ocorrido na barragem de Fundão, foi desenvolvido um estudo da geomorfologia da área impactada.

Este estudo envolveu uma descrição de como se deu o transporte de rejeitos e sua deposição ao longo do sistema fluvial, definição do regime de transporte de sedimentos nos rios, identificando as principais fontes de sedimentos e avaliação da carga de transporte de sedimentos no sistema fluvial para as condições pré e pós rompimento.

Uma das principais respostas obtidas deste estudo foi a definição de áreas prioritárias, onde devem ser realizadas intervenções para minimizar o aporte de sedimentos no sistema fluvial no próximo período chuvoso.

Estas áreas estão listadas a seguir, incluindo exemplos de soluções de engenharia que foram avaliadas para contenção e estabilização dos sedimentos em cada uma. Estes exemplos foram definidos a partir de dados preliminares, gerados / analisados no estudo geomorfológico e não representam necessariamente o que será executado em cada área. O serviço de engenharia para proposição das soluções técnicas adequadas para cada área foi realizado, estando as atividades de recuperação em andamento, conforme apresentado na Seção 7.3.3.

- Canal e planície de inundação do Córrego Santarém, próximo a Bento Rodrigues
 - Restabelecer o canal do Córrego Santarém, retirando os rejeitos da área do canal e construindo um canal revestido com largura do leito normal e profundidade do leito normal adequadas;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- Reconfigurar o contorno da planície de inundação, instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal, e revegetar a planície de inundação do Córrego Santarém;
- Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Canal e planície de inundação do Rio Mirandinha
 - Restabelecer o canal do Rio Mirandinha, retirando os rejeitos da área do canal e construindo um canal revestido com largura do leito normal e profundidade do leito normal adequadas;
 - Reconfigurar o contorno da planície de inundação, instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal e revegetar a planície de inundação do Rio Mirandinha;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Canal e planície de inundação do alto Rio Gualaxo do Norte
 - Restabelecer o canal do alto Rio Gualaxo do Norte, retirando os rejeitos da área do canal e construindo um canal revestido com largura do leito normal e profundidade do leito normal adequadas;
 - Estabilizar a extremidade da área de impacto do fluxo de detritos a montante e ligar o canal ao canal não afetado a montante;
 - Reconfigurar o contorno da planície de inundação, instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal, e revegetar a planície de inundação do Alto Rio Gualaxo do Norte;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Canal e planície de inundação do Rio Camargo
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação e as paredes de vales;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Planície de inundação BFL-11 do Rio Gualaxo do Norte
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação;
 - Instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Planície de inundação BFL-27 do Rio Gualaxo do Norte

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação;
- Instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal.
- Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
- Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Planície de inundação BFL-17 do Rio Gualaxo do Norte
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação;
 - Instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Planície de inundação BFS-10 do Rio Gualaxo do Norte
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação e as paredes de vales;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Planície de inundação BFS-26 do Rio Gualaxo do Norte
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação e as paredes de vales;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Planície de inundação BFS-08 do Rio Gualaxo do Norte
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação e as paredes de vales;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Planície de inundação NR-06 do Rio Gualaxo do Norte
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação e as paredes de vales;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos.
- Canal e áreas dos vales do alto Córrego Santarém
 - Revegetar paredes de vales expostas do alto Córrego Santarém;
 - Restabelecer o canal, onde necessário.
- Planícies de inundação NR-04 e CF-05 do Rio Gualaxo do Norte
 - Retirar os rejeitos do rio e revegetar a planície de inundação e as paredes de vales;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários em áreas impactadas pelos rejeitos, onde necessário;
 - Restabelecer e revestir o canal na usina hidroelétrica impactada.
- Planície de inundação a montante do Rio Carmo
 - Retirar os rejeitos do rio e da planície de inundação, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação;
 - Instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos;
 - Estabilizar a extremidade de impacto do fluxo de detritos a montante, onde necessário.
- Planície de inundação BFS-BFL-33 do Rio Carmo
 - Retirar os rejeitos do rio, reconfigurar o contorno da planície de inundação e revegetar a planície de inundação;
 - Instalar controle de erosão superficial e bacias de sedimentação na planície de inundação para controlar o escoamento superficial para o rio principal;
 - Revestir as margens externas de curvas de meandros onde ocorreu erosão;
 - Restabelecer tributários e revestir canais de tributários nas planícies de inundação impactadas pelos rejeitos;
 - Remover os rejeitos da cidade e restaurar a cidade e a planície de inundação ao redor de Barra Longa.
- Reservatório de Candonga
 - Gerenciar o armazenamento de rejeitos e criar áreas de armazenagem adicionais, onde viável, para sedimentos trazidos de áreas a montante.

O estudo geomorfológico é apresentado em detalhes no documento nº RT-023_159-515-2282 (Anexo Seção 5.0), incluindo a metodologia de análise, locais estudados e mapas indicativos das áreas consideradas prioritárias para a contenção de sedimentos. Os serviços de engenharia necessários para definir quais ações

devem ser tomadas em cada uma das áreas prioritárias foram realizados com o objetivo de minimizar o aporte de sedimentos para o sistema fluvial nos próximos períodos chuvosos. Após definição dos projetos de engenharia, as atividades de campo foram iniciadas e encontram-se em andamento, conforme apresentado na 7.3 e tem prazo de execução indicado na Seção 9.8.

8.3 Caracterização Geoquímica

Com o rompimento da barragem de Fundão parte dos rejeitos que estavam contidos nesta estrutura se deslocaram para jusante, alterando as condições físicas do ambiente. Como parte da análise de impactos do evento, fez-se necessária a caracterização geoquímica dos rejeitos, bem como das misturas de solo e sedimentos depositados na rede de drenagem a jusante da barragem de Fundão.

Com o intuito de fornecer embasamento científico para as ações de manejo de rejeitos foi realizada a caracterização geoquímica da área que teve contato primário com os rejeitos e pluma de turbidez proveniente do evento ocorrido na barragem de Fundão.

Foi realizada a análise de 310 amostras de rejeito, solo, sedimentos e *baseline* coletadas desde a região das barragens da Samarco até o oceano Atlântico. As amostras foram submetidas a um programa de testes dividido em duas fases:

1. Fase I – Conhecer a composição dos materiais: Análise da concentração de metais, potencial de geração de ácido, pH e condutividade de pasta, composição mineralógica (Fluorescência de Raio-X), espécies de carbono e nitrogênio;
2. Fase II – Conhecer a reatividade dos materiais: Caracterização mineralógica (Difração de Raio-X e grau de liberação das partículas), ensaios de lixiviação de curto prazo - ABNT 10.005/2004, ABNT 10.006/2004, lixiviação usando a água do rio e do mar, com variação de pH, extração sequencial; e análises de longo prazo – ensaio de coluna e ensaio de célula úmida (estes ensaios em conjunto mostram o potencial de mobilização de metais da fase sólida para a fase aquosa).

Entre as principais conclusões deste estudo destacaram-se as seguintes:

Os rejeitos são os materiais com menor concentração de metais traço dentre todos os materiais analisados no estudo e com menor potencial de liberação de metais para o meio;

As amostras de *baseline* (amostras coletadas em áreas não afetadas pela deposição de rejeitos) apresentaram as maiores concentrações de metais traço dentre o grupo analisado. Além disso, estas amostras foram as que apresentaram maior potencial de mobilização de metais;

Nenhum dos materiais analisados, incluindo rejeitos, misturas de rejeito com solo e sedimento, apresentou potencial de geração de ácido;

Entre as 52 amostras analisadas para classificação de resíduos, nenhuma foi classificada como resíduo perigoso;

Os resultados da composição química e potencial de mobilização de metais dos rejeitos e misturas de rejeito com solo e sedimentos indicam que estes critérios não devem ser limitantes para a tomada de decisão em relação ao manejo de rejeitos.

Em 11 de Outubro de 2016 foi protocolado o Memorando Técnico sobre o método de extração sequencial utilizado no estudo geoquímico, denominado Método Tessier. O memorando descreve a motivação da escolha do método, bem como apresenta uma discussão geral a respeito dos métodos de extração sequencial existentes com as vantagens e desvantagens característicos deles. Concluindo que apesar do método Tessier

ter algumas limitações em termos de seletividade (assim como todos os métodos de extração sequencial), a sua utilização no programa de caracterização geoquímica da Samarco é considerada apropriada. Os resultados das extrações Tessier podem ser usados para produzir inferências confiáveis e defensáveis em relação à proveniência de metais-traço, além da disponibilidade ambiental associada. O Memorando Técnico está apresentado nos anexos da seção 5.0.

Os referidos estudos foram disponibilizados aos órgãos competentes estão sob análise dos mesmos, de modo que ainda podem ser objeto de adequações e otimizações.

8.4 Avaliação de Impactos e Definição de Ações de Restauração da Fauna

8.4.1 Conservação da Biodiversidade Aquática

A presente seção tem como objetivo a definição de diretrizes para a avaliação do impacto sobre a Biodiversidade Aquática devido ao rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão em toda a Área Ambiental 1 e ao longo da costa marinha impactada, incluindo a região estuarina.

O ponto de partida desse programa será a realização de uma avaliação de impacto ambiental para entender e verificar os impactos ocasionados no ambiente. Esses estudos darão subsídio para a tomada de decisão, o processo de avaliação do estado de conservação da biodiversidade aquática e a adoção de medidas de recuperação e conservação da fauna e do ambiente aquático. Para tanto, os seguintes objetivos específicos se aplicam:

- Estudos e monitoramento da ecotoxicologia;
- Estudo e monitoramento do ambiente dulcícola;
- Estudo e monitoramento do ambiente marinho e estuarino;
- Estudo e monitoramento de praias;
- Estudo e monitoramento de manguezais;
- Megafauna marinha (quelônios, aves e mamíferos); e
- Estudo e monitoramento da ictiofauna marinha e estuarina.

Conforme definido nos termos das cláusulas 164 e 165 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta, o Programa de Monitoramento deverá ser implementado e executado em um período de 5 anos.

Além disso, em atendimento aos Termos de Referência aprovados pela Câmara Técnica de Biodiversidade (CTBio), que sugerem a utilização da mão de obra especializada das universidades que já vêm trabalhando junto aos órgãos ambientais, a Fundação está firmando contrato com a REDE RIO DOCE MAR, consórcio de universidades coordenado pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), para viabilizar a cooperação técnica entre mais de 23 universidades e ONGs de diferentes partes do Brasil. Além da REDE, a Fundação Renova também está firmando contrato com a Fundação Pró-Tamar para a execução do monitoramento de tartarugas marinhas em atendimento ao Anexo VI do Termo de Referência 4 para atendimento à Cláusula 165.

Ressalta-se que a proposta destes contratos é que as universidades e a Fundação Pró-Tamar realizem as coletas, façam as análises do material e elaborem os relatórios técnicos. Este monitoramento será custeado pela Fundação Renova e supervisionado pelos órgãos ambientais competentes (ICMBio, IBAMA, IEMA e IEF).

8.4.1.1 Monitoramento em Caráter Emergencial

No dia 05/12/16 pesquisadores da UFES iniciaram uma campanha de monitoramento do ambiente marinho na costa do ES, que compreende parte do escopo definido no termo de referência para atendimento à cláusula 165 do TTAC. O trabalho foi realizado em conjunto com pesquisadores da FURG, sob orientação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos- IEMA, sendo custeado pela Fundação Renova.

A expedição realizou coletas entre Aracruz (ES) e Degredo, no litoral de Linhares (ES), além de análises em Guarapari e na costa sul do estado da Bahia. Esse monitoramento incluiu análises de água, sedimento e organismos vivos - como peixes, camarões e plâncton - com objetivo de aprofundar a avaliação do impacto causado pelos rejeitos de mineração, identificando e caracterizando eventuais mudanças causadas no ambiente marinho e apontando medidas necessárias para sua recuperação.

8.4.2 Conservação da Fauna e Flora Terrestre

A presente seção tem como objetivo a definição de diretrizes para a avaliação do impacto sobre a Biodiversidade Terrestre devido ao rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão em toda a Área Ambiental 1.

Em linha com o TTAC, foi realizada a avaliação de impactos específica para fauna e flora terrestre sob o risco de extinção, protocolada junto ao Comitê Interfederativo (CIF) e à Câmara Técnica de Biodiversidade em 27/12/16 (documento RT-031_159-515-2282_01-B – Descaract, ver anexos Seção 8.0). Esta avaliação consistiu em uma reconstituição das condições da linha de base utilizando imageamentos remotos prévios ao evento, consulta a especialistas e revisão da literatura disponível, bem como avaliação dos vetores de impacto, para determinar como as espécies terrestres ameaçadas de extinção podem ter sido afetadas pelo rompimento da barragem. Para fins de análise, foram também consideradas as espécies constantes nos Anexos I e II da Lista CITES, que versa sobre as espécies afetadas pelo comércio internacional de animais silvestres.

Após a consolidação da linha de base, foi realizada a avaliação de impactos ambientais *per se*. Foram considerados vetores de impactos válidos as mudanças no meio ambiente causadas pelo rompimento da barragem de Fundão que resultaram em efeitos adversos para espécies terrestres ameaçadas de extinção. Esses efeitos adversos incluem mortalidade, alteração de habitats ou fatores que de alguma outra forma afetem adversamente a sobrevivência e a reprodução.

Na reunião da 8ª Câmara Técnica de Biodiversidade, concluiu-se que o TTAC não exige a aprovação deste documento pelos órgãos ambientais. Desta maneira, foi considerada cumprida a obrigação expressa pelo caput da Cláusula 168 e definiu-se que os próximos trabalhos a serem desenvolvidos irão visar a elaboração do Plano de Ação para Conservação da Fauna e Flora Terrestre. Para tanto, a CTBio e a Fundação Renova irão realizar reunião de trabalho em 04/04/2017 para alinhamento das premissas e metodologias a serem empregadas para a elaboração deste documento. A CTBio se comprometeu a emitir nota técnica até 27/04/2017 com as orientações para a condução dos trabalhos.

8.5 Monitoramento de Qualidade da Água e Sedimentos

Com o rompimento da barragem de Fundão, parte dos rejeitos que estavam contidos nesta estrutura se deslocou para jusante, entrando em contato com o córrego Santarém, rio Gualaxo do Norte e seus tributários, rio do Carmo e seus tributários, rio Doce e região costeira próxima à foz. Como parte da análise de impactos do evento ocorrido na barragem de Fundão, a Samarco contratou laboratórios acreditados pelo INMETRO (entre eles, trabalham ou trabalharam no monitoramento da bacia do rio Doce / mar os laboratórios LIMNOS, SGS GEOSOL, APLYSIA, TOMMASI, INOLAB, BIOAGRI, LABB e CORPLAB).

Atualmente, existem 118 pontos de monitoramento, distribuídos no Rio Doce e seus afluentes, lagoas e zona costeira do Espírito Santo. Os resultados são encaminhados periodicamente a diversos órgãos ambientais. Até o momento, foram gerados mais de 4.000.000 resultados de medição, apresentados em mais de 90.000 laudos de análises. Os pontos são distribuídos conforme a Tabela 16:

Tabela 16: Sumário dos pontos de monitoramento e os órgãos solicitantes.

CATEGORIA	QTD. PONTOS	SOLICITANTE
RIO DOCE	39	
IBAMA – RIO DOCE	17	IBAMA – NOTA TECNICA 02001.002345/2015-16 DIPRO/IBAMA
IBAMA – DIQUE S3 e Rio do Carmo	7	OF02001.004880/2016-84 DBFLO/IBAMA
SEMAD / IEF / FEAM / IGAM – Dique S4	2	TTAC – SEMAD / IEF / FEAM / IGAM
IEMA – RIO DOCE	5	IEMA (atualização OF 686-2016/DP-EIMA)
Monitoramento de Lagoas	8	IEMA (atualização OF 686-2016/DP-EIMA)
AFLUENTES DE RIO	11	
ANA – AFLUENTES RIO DOCE	8	ANA
FUNAI e SESAI - ARACRUZ	3	TTAC - Acordo Índios Tupiniquins e Guarani
OUTROS	9	
MP MG – Novo Bento Rodrigues	9	Parecer Técnico MP MG
MARINHO	31	
IEMA (ADITIVO)	5	MP ES – OFICIO 102-2016
MP ES (FOZ DO RIO, APA, TRANSECTOS, ADCP e CTD).	26	MP ES – TCSA ANEXO I
TURBIDEZ	28	
IBAMA - RIO DOCE	23	IBAMA – NOTA TECNICA 02001.002345/2015-16 DIPRO/IBAMA
IBAMA - CANDONGA	5	IBAMA – NOTIFICAÇÃO 8266-E

Esse plano de monitoramento está em andamento até que o “Programa de Monitoramento Quali-quantitativo da Água e dos Sedimentos no Rio Doce - PMQQS” seja, em sua versão final, aprovado pelo CIF e que se transcorra em tempo hábil para adequação do mesmo.

8.5.1 Pontos de Monitoramento do Rio Doce

Os pontos de monitoramento da qualidade da água e sedimentos estão distribuídos ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, lagoas de Linhares-ES, áreas indígenas e zona costeira do norte do Espírito Santo. Ao todo são 118 pontos de monitoramento que estão representados espacialmente na Figura 64 e Figura 65:

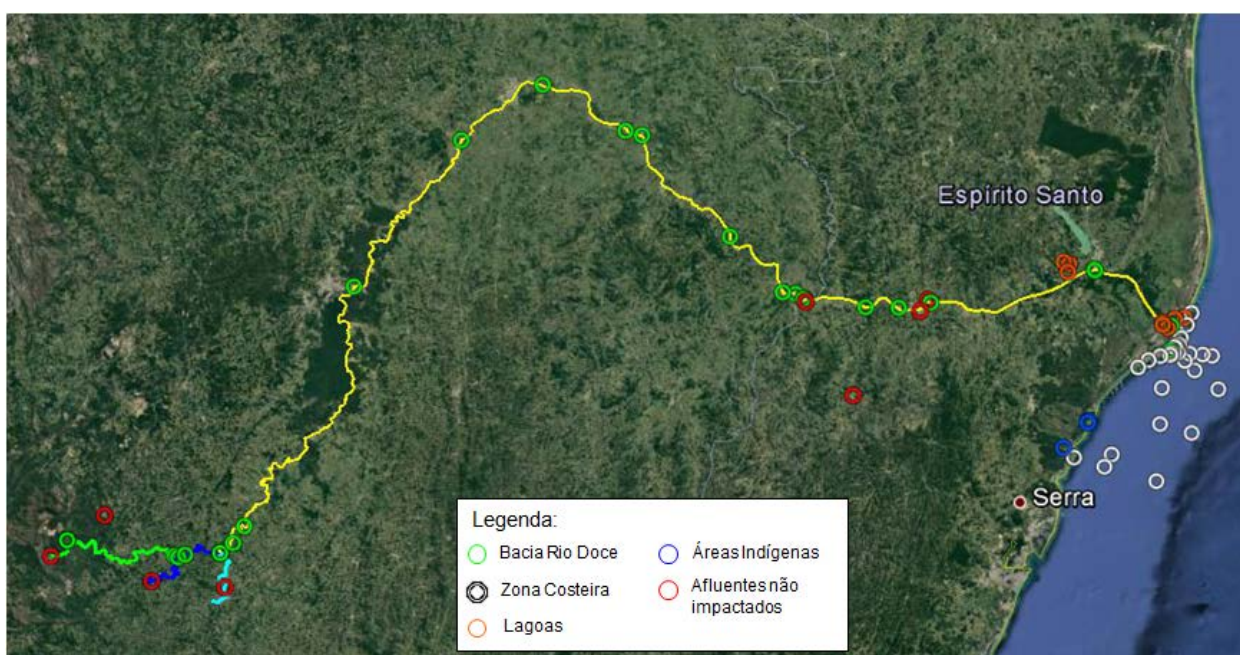


Figura 64 - Pontos de Coleta e análise de sedimento.

Visão geral sobre o plano de monitoramento do rio Doce:

- **Iniciado em:** 06/11/2015
- **Pontos de amostragem:** 39
- **Frequência:**
 - Água: Quinzenal;
 - Sedimento: Quinzenal;
 - Turbidez: diária.
- **Parâmetros:**
 - Água: CONAMA 357/2005 – Classe 2 para água doce, com exceção da lista de parâmetros orgânicos + Sólidos Suspensos Totais;
 - Sedimento: CONAMA 454/2012, com exceção da lista de parâmetros orgânicos.

O plano de monitoramento detalhado, análise dos resultados e conclusões são apresentados em detalhes no documento “PLANO DE MONITORAMENTO MARINHO E RIO DOCE.rev41” (Anexo Seção 8.0).



Figura 65 - Pontos de monitoramento de Turbidez e ETA's.

8.5.1.1 Coleta e Análises

As coletas de amostras e análises de água e sedimento são todas realizadas por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR ISO/IEC 17025/2015 junto ao Instituto Nacional de Metrologia. Os laboratórios utilizam as técnicas de amostragem e preservação de água e sedimentos e seguem as prescrições do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidas da ANA - Agência Nacional das Águas 2012, ou as normas da *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Os parâmetros de qualidade da água analisados incluem parâmetros convencionais, principais íons, nutrientes, e metais totais e dissolvidos. Os parâmetros de qualidade de sedimentos incluem parâmetros físico-químicos convencionais e metais totais.

Os parâmetros analisados para cada ponto de amostragem são descritos no Plano de Monitoramento do Rio doce e Marinho (Ver anexos Seção 8.0), as análises são realizadas as melhores práticas e com base nos limites de quantificação que permitem uma comparação efetiva com os padrões de qualidade de água (CONAMA 357/2005 e COPAM/ CERH-MG 01/2008) e níveis de classificação para sedimentos (CONAMA 454/2012).

São feitos, também, testes de ecotoxicidade crônica na água utilizando os organismos: *Ceriodaphnia dDubia*, *Echinometra lucunter* e *Skeletonema costatum*. Também são realizados testes de ecotoxicidade crônica nos sedimentos utilizando o organismo-teste *Hyalella azteca* e *Grandidierella bonnieroides*, além de ecotoxicidade aguda na água utilizando os organismos: *Danio rerio*, *Daphnia similis* e *Vibrio fischeri*.

O monitoramento diário de turbidez é realizado por colaboradores da Fundação com uso de turbidímetros modelo DM-TU da marca Digimed. Esses aparelhos são certificados pelo fabricante e monitorados pelo sistema

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



de metrologia. Antes da realização das medições, o equipamento tem sua calibração avaliada com padrões certificados e, caso seja necessário, será calibrado. Após a coleta, a amostra é homogeneizada e uma alíquota é retirada e transferida para a cubeta do turbidímetro previamente lavada com água do local (feito ambientação). Posteriormente, são realizadas três leituras de turbidez, e os valores são armazenados e disponibilizados para visualização em softwares específicos de gestão de dados. O erro aceitável nas medidas é de 5% do valor apresentado pela leitura de acordo com o fabricante do turbidímetro.

8.5.2 Monitoramento Hídrico do Rio Doce – Qualidade da Água

As principais conclusões destas análises corroboram o que foi observado na caracterização geoquímica da área impactada, ou seja, os rejeitos não trouxeram um aumento na concentração de metais traço para o ambiente aquático.

Em relatório emitido em dezembro de 2015 (Documentos “Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais”, Ver Anexo Seção 8.0), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, concluiu que durante a passagem da pluma de turbidez, houve uma elevação de curto prazo na concentração de alguns metais em água, associada à ressuspensão de sedimentos presentes no leito do rio.

Soma-se a este, o fato de que em dezembro de 2015, baseado em análises realizadas em novembro daquele ano, menos de 30 dias após o rompimento da barragem de Fundão o Serviço Geológico do Brasil e a Agência Nacional de Águas – ANA emitiram relatório indicando que, após elevação inicial na concentração de metais, as amostras de água coletadas ao longo do rio Doce não mais evidenciaram a presença de metais dissolvidos em quantidades que poderiam considerá-las como contaminadas (Ver anexo Seção 8.0).

Após o acidente de 5 de novembro de 2015, a CPRM, em conjunto com a ANA, elaborou um programa de monitoramento na Bacia do Rio Doce, visando o levantamento de dados e informações sobre o evento. O objetivo deste programa consistia em monitorar os impactos do rompimento da barragem de Fundão ao longo de toda a Bacia. Os principais estudos realizados foram:

- Acompanhamento da onda da cheia decorrente da ruptura da barragem;
- Calibração de modelo de previsão de Turbidez na calha do rio Doce;
- Coleta de amostras de água e sedimento de corrente, desde a área da barragem na bacia do rio Gualaxo Norte até a foz no rio Doce;
- Coleta de amostras diárias simultâneas de água para análise de parâmetros in loco, a cada dois dias para análise de água e a cada quatro dias para análise de sedimento de corrente, em sete pontos da bacia desde a bacia do Gualaxo Norte até a foz do rio Doce;
- Realização de: medição de vazões, levantamento de perfil transversal, coleta dos parâmetros de QA ao longo da seção, amostragem de sedimentos em suspensão e de fundo nas estações fluviométricas da RHN, localizadas na calha do rio Doce;

As principais conclusões destes estudos mostram:

- Não foram identificadas diferenças significativas na relação cota x vazão das estações fluviométricas, que significa que não haverá alteração da curva chave decorrente da ruptura da barragem;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- Não houve deposição significativa de sedimentos nas seções medidoras das estações fluviométricas pertencentes à RHN, situadas na bacia do rio Doce;
- As análises indicaram que já houve melhora na qualidade da água desde a ruptura da barragem;
- Os valores de concentração de sedimentos em suspensão, da ordem de centenas a unidades de milhares de mg/L, registrados na quarta campanha são compatíveis com os valores registrados na operação da RHN em época de cheia;
- Foram verificadas diferenças significativas, de até duas vezes, do diâmetro D90% dos sedimentos em suspensão nas estações a montante de Governador Valadares, ou seja, a montante do reservatório de Baguari. Entretanto, os diâmetros característicos das amostras em suspensão coletadas na quarta campanha são ligeiramente inferiores aos diâmetros das amostras coletadas na primeira campanha;
- A maior parte dos sedimentos mais finos ficou depositada na região de Governador Valadares, devido à existência de um trecho de baixa velocidade de escoamento;
- De um modo geral, os teores dos elementos químicos detectados nas amostras integradas e nas coletadas nas margens não mostraram diferenças significativas. Assim como nas campanhas anteriores, não foram detectados teores de metais, considerados tóxicos, dissolvidos nas amostras de água coletadas;
- Os resultados analíticos das amostras de sedimentos mostram que os maiores valores de concentração de As estão situados a montante e decrescem no sentido de jusante da bacia; e
- Os valores registrados de Turbidez na quarta campanha estão ainda muito acima dos valores registrados na operação da RHN nas mesmas condições de fluxo, especialmente para valores de vazão mais baixos, inferiores a 200m³/s;

Todos os relatórios da CPRM encontram-se disponíveis no site: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Eventos-Criticos/Monitoramento-Especial-do-Rio-Doce-4057.html>.

8.5.2.1 Qualidade da Água (Fundação renova) – Parâmetros Físico-Químicos

Para análise dos resultados físico-químicos foram definidos os parâmetros de interesse. O critério para definição dos parâmetros de relevância foi:

- Parâmetros que foram diretamente impactados pela passagem da pluma de rejeito. (Relatório Rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão, Plano de Recuperação Ambiental (ver anexos Seção 8.0): entendimento dos impactos causados pelo rompimento da Barragem de Fundão);
- Parâmetros identificados na caracterização geoquímica do rejeito (Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos – Relatório Final (ver anexos seção 5.0): entendimento das características geoquímicas do rejeito);
- Parâmetros que apresentaram frequências de não conformidades em mais de 5% em um ou mais pontos de amostragem e,
- Parâmetros que são monitorados e reportados no relatório do IGAM (RELATÓRIO TÉCNICO Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG, publicado pelo IGAM em outubro de 2016), ver anexos Seção 8.0.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Dessa forma, os parâmetros definidos para análise da qualidade da água estão dispostos na tabela abaixo:

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------|---------------|
| ▪ pH | ▪ Cor Verdadeira | ▪ Cromo Total |
| ▪ Turbidez | ▪ Alumínio Dissolvido | ▪ Arsênio |
| ▪ Oxigênio Dissolvido | ▪ Ferro Dissolvido | ▪ Cádmio |
| ▪ Fósforo Total | ▪ Manganês Total | ▪ Cobre |
| ▪ Sólidos Totais em Suspensão | ▪ Níquel Total | ▪ Zinco |
| | ▪ Chumbo Total | |

De acordo com os últimos resultados observados:

- O oxigênio dissolvido encontra-se acima do limite mínimo regulatório, porém com algumas ocorrências abaixo da concentração mínima histórica;
- A Turbidez e Sólidos Suspensos Totais apresentaram-se dentro da faixa histórica, apesar de terem sido observadas algumas ocorrências acima do limite regulatório;
- Fósforo, Cor Verdadeira, Alumínio dissolvido, Ferro dissolvido e Manganês Total apresentaram algumas ocorrências de concentrações acima da máxima histórica e do limite regulatório (Al, Fe e Mn somente em GV);
- Níquel, Chumbo, Cromo, Arsênio, Cádmio e Cobre apresentaram concentrações abaixo do limite regulatório e da máxima histórica; e
- Zinco apresentou algumas ocorrências acima da concentração máxima histórica, mas abaixo do limite regulatório.

8.5.2.2 **Qualidade da Água (Fundação renova) – Ecotoxicidade**

O plano de monitoramento prevê análises de toxicidade aguda e crônica. Os seguintes organismos foram utilizados:

- I. Toxicidade aguda:
 - a. Danio *rerio*;
 - b. *Daphia similis*;
 - c. *Vibrio fischeri*;
 - d. *Grandidirella bonnieroides*.
- II. Toxicidade Crônica:
 - a. *Echinometra lucunter*;
 - b. *Ceriodaphnia dubia*.

Conforme demonstrado na Figura 66, os resultados de toxicidade aguda demonstraram, quase em sua totalidade, ausência de toxicidade ao longo de toda a extensão do rio Doce.

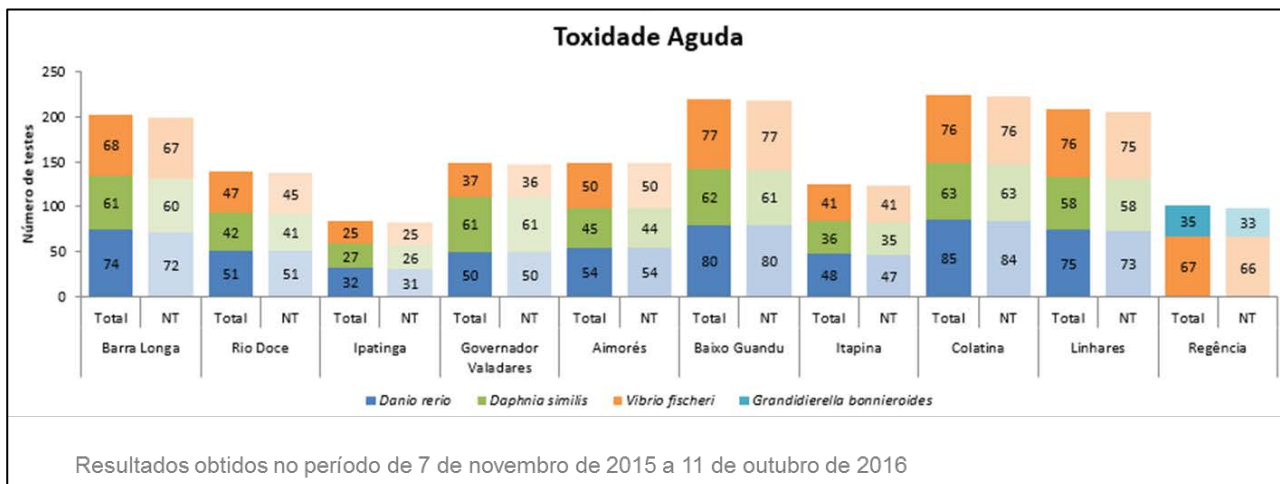


Figura 66 - Ecotoxicidade aguda - Total: número de ensaios realizados. NT: Não Tóxico

Os testes de toxicidade crônica (Figura 67) demonstram que os efeitos observados durante os testes com *C. dubia* em amostras de água não filtradas desapareceram após o tempo necessário para ocorrer a sedimentação da amostra. Esse padrão sugere uma reação a um estresse físico, ao invés de uma resposta a um efeito químico.

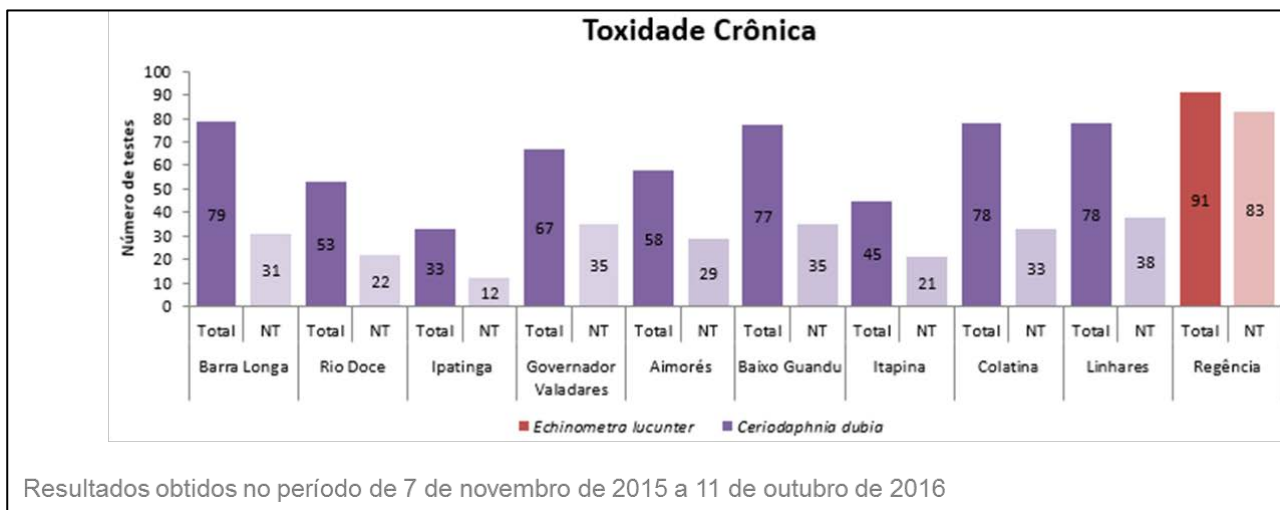


Figura 67 - Ecotoxicidade crônica - Total: número de ensaios realizados. NT: Não Tóxico

8.5.3 Monitoramento Hídrico do Rio Doce (Fundação renova) – Qualidade dos Sedimentos

Para análise dos resultados físico-químicos foram definidos os parâmetros de interesse. O critério para definição dos parâmetros de relevância foi:

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- Parâmetros que foram diretamente impactados pela passagem da pluma de rejeito. (Relatório Rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão, Plano de Recuperação Ambiental, ver anexos Seção 8.0): entendimento dos impactos causados pelo rompimento da Barragem de Fundão);
- Parâmetros identificados na caracterização geoquímica do rejeito (Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos, ver anexos Seção 8.0): entendimento das características geoquímicas do rejeito);
- Parâmetros que apresentaram frequências de não conformidades em mais de 5% em um ou mais pontos de amostragem e,
- Parâmetros que são monitorados e reportados no relatório do IGAM (RELATÓRIO TÉCNICO Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG, publicado pelo IGAM em outubro de 2016, ver anexos Seção 8.0).

Dessa forma, os parâmetros definidos para análise da qualidade da água estão dispostos abaixo:

- | | |
|------------|------------|
| ▪ Ferro | ▪ Chumbo |
| ▪ Alumínio | ▪ Cobre |
| ▪ Manganês | ▪ Mercúrio |
| ▪ Arsênio | ▪ Níquel |
| ▪ Cádmio | ▪ Zinco |
| ▪ Cromo | |

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Analisando-se os resultados obtidos no monitoramento, verifica-se que:

a) No geral, os metais que possuem limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 estão abaixo do Nível 2 ou das concentrações máximas históricas observadas, com exceção para:

- Arsênio: uma ocorrência em Governador Valadares;
- Cádmio: duas ocorrências em Rio Doce e duas em Linhares;
- Cromo: duas ocorrências em Ipatinga, três em Governador Valadares e uma em Baixo Guandu;
- Mercúrio: duas ocorrências em Rio Doce e quatro em Governador Valadares; e
- Níquel: duas ocorrências em Rio Doce, duas em Governador Valadares, duas em Baixo Guandu e uma em Linhares.

b) No geral, os metais que possuem limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 estão abaixo do Nível 2 ou das concentrações máximas históricas observadas, com exceção para:

- Arsênio: uma ocorrência em Governador Valadares;
- Cádmio: duas ocorrências em Rio Doce e duas em Linhares;
- Cromo: duas ocorrências em Ipatinga, três em Governador Valadares e uma em Baixo Guandu;
- Mercúrio: duas ocorrências em Rio Doce e quatro em Governador Valadares; e
- Níquel: duas ocorrências em rio Doce, duas em Governador Valadares, duas em Baixo Guandu e uma em Linhares.

Mercúrio e Cádmio apresentaram a maioria dos resultados abaixo do Limite de Quantificação (LQ).

8.6 Qualidade do Ar

Com o rompimento da barragem de Fundão, rejeitos e outros materiais sólidos carregados pelo seu escoamento foram depositados ao longo das margens de rios e áreas adjacentes afetados. Os rejeitos e a maior parte do material carregado consistem de material granular que são suscetíveis às emissões fugitivas de material particulado causadas por erosão eólica se esse material ficar exposto, sem cobertura vegetal. Essas emissões fugitivas podem causar alteração das concentrações atmosféricas de material particulado. Fatores que contribuem para essas emissões incluem a velocidade do vento na superfície exposta e o teor de umidade do material, bem como a área total de superfície exposta.

Outro potencial impacto à qualidade do ar associadas ao rompimento da barragem de Fundão está relacionado a emissões atmosféricas resultantes das ações de recuperação realizadas pela Samarco e suas contratadas.

Considerando os potenciais impactos à qualidade do ar resultantes de rompimento da barragem de Fundão, a Samarco definiu um programa de monitoramento focado no município de Barra Longa, onde se verifica o maior número de pessoas que poderiam estar expostas às emissões proveniente dos rejeitos e atividades de recuperação. Esse programa incluiu a instalação de uma estação de automática móvel de monitoramento de qualidade do ar e de condições meteorológicas de superfície no núcleo urbano de Barra Longa (instalada pela empresa EcoSoft Consultoria e Softwares Ambientais e o monitoramento foi efetivamente iniciado em 18/02/16).

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Entre os principais resultados do monitoramento da estação automática de qualidade do ar de Barra Longa destaca-se o seguinte:

A resolução CONAMA nº03/1990 estabeleceu os padrões de qualidade do ar que são as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Para os parâmetros monitorados em Barra Longa, no período analisado (18/02/2016 a 31/01/2017) ocorreram 10 violações dos padrões de qualidade do ar no mês de outubro para o poluente Partículas Totais em Suspensão (PTS). As causas destas ultrapassagens foram justificadas no documento “Relatório sobre as Evidências das Obras de Pavimentação e Dados de Monitoramento - Barra Longa” e anexos, protocolados na Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM-MG).

Em relação ao parâmetro Partículas Inaláveis menores do que 10µm (PI) não foram registradas ultrapassagens do respectivo padrão de qualidade do ar. Para o poluente PM_{2,5}, cujo monitoramento em Barra Longa-MG foi iniciado em 16/05/2016, apesar da inexistência de limites legais vigentes em âmbito nacional e no Estado de Minas Gerais, as médias de 24 horas do PM_{2,5} obtidas no período situaram-se em níveis inferiores ao limite estabelecido pelo Decreto Estadual de São Paulo nº 59113/2013, pelo padrão de qualidade do ar estabelecido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (USEPA) e também permaneceram em níveis inferiores ao limite preconizado pela Organização Mundial da Saúde.

Além do monitoramento indicado acima, um estudo utilizando monitores de aerossol para determinar a concentração de material particulado na atmosfera em vários pontos em Barra Longa foi realizada pela empresa NewFields entre 23 e 28 de junho de 2016.

Entre as principais conclusões do estudo realizado pela NewFields destaca-se o seguinte:

A maioria dos particulados na amostragem de poeira em Barra Longa é consistentemente acima de PM₁₀. As medidas dos níveis de poeira dos locais de amostragem perto das rodovias sempre foram mais altas do que em outros locais, incluindo o local com atividades de escavação. Esta observação é confirmada pela correlação com dados da estação fixa de qualidade do ar. A concentração de pico de poeira medida da estação fixa de Barra Longa coincide consistentemente com o horário de tráfego de pico na cidade (17:30h – 18:30h). Estes resultados confirmam a conclusão de que os rejeitos relacionados às emissões fugitivas de poeira oriundas da ação do vento na área do depósito de material, da pilha de estocagem e da escavação não são os contribuintes diretos para a média das concentrações de PM (material particulado) na comunidade.

O plano de monitoramento detalhado, análise dos resultados e conclusões são apresentados em detalhes no documento nº RT-023_159-515-2282, (Anexo Seção 5.0).

8.7 Documentos de Referência da Seção 8.0

DOCUMENTO	NOME DO DOCUMENTO	EMPRESA	DATA
G001600-O-1MC001	Germano Geral, Barragem de Fundão, Volume de rejeito movimentado Pós-Ruptura - Memória de Cálculo	HGT	Fevereiro/16
ART HGT	ART da empresa HGT	HGT	Julho/16
Relatórios externos de monitoramento	Relatórios da ANA / CPRM e IGAM de monitoramento de água e sedimentos na bacia do rio Doce	CPRM/IGAM	-
PLANO DE MONITORAMENTO MARINHO E RIO DOCE.rev41	Estrutura do plano de monitoramento de água e sedimentos em execução pela Fundação Renova	F. Renova	Fevereiro/17
RT-002_159-515-2282_01-J	Plano de recuperação ambiental	Golder	Fevereiro/16
ANEXOS	Diversos	Ecosoft/Hexagono Engenharia/Geraes Engenharia	-
Relatórios Mensais	Relatório mensal da campanha de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em Barra Longa-MG	Ecosoft	Julho a Dezembro/17
Relatório sobre as Evidências das Obras de Pavimentação e Dados de Monitoramento - Barra Longa	Monitoramento da qualidade do ar em Barra Longa/MG – Obras de pavimentação em vias de tráfego	Fundação Renova	Janeiro/17
RT-031_159-515-2282_01-B - Descaract	Avaliação de Impactos Sobre a Biodiversidade Terrestre Ameaçada de Extinção: Relatório Parcial – Seções 1,2 e 3	Golder	Dezembro/2016

9.0 ATIVIDADE DE RECUPERAÇÃO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Nesta seção são apresentados os estudos em andamento com foco na recuperação ambiental de médio e longo prazo.

9.1 Manejo de Rejeitos

Após o rompimento da barragem de Fundão em 05 de novembro de 2015, diversas atividades foram realizadas em relação ao manejo de rejeitos, com o objetivo principal de permitir que a população pudesse voltar à sua rotina e que pudessem ser reestabelecidas as atividades industriais e agropecuárias na região. Além disso, ocorreram debates com os órgãos ambientais competentes para definição de diretrizes para elaboração de um plano de manejo de rejeitos.

O histórico dos principais marcos relacionados ao manejo de rejeitos é apresentado na Tabela 17, abaixo:

Tabela 17: Histórico dos principais marcos relacionados ao manejo de rejeitos.

Período	Marcos históricos
Novembro de 2015	- Iniciados os trabalhos de abertura de acessos e remoção de rejeitos nas áreas urbanas impactadas.
Dezembro de 2015	- Finalizados os trabalhos de remoção de rejeitos e material lenhoso das margens do rio Doce nos municípios de Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado.
Fevereiro de 2016	- Iniciados os trabalhos de remoção de rejeitos em Candonga; - Finalizada a obra de contenção do Dique S3.
Março de 2016	- Assinado o Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC).
Julho de 2016	- Protocolado o documento "Avaliação de Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão (Golder)" em cumprimento à Cláusula 150.
Setembro de 2016	- Protocolado o documento "Relatório de Trabalho de Campo" e "Plano de Amostragem de Análises (SAP)", em complementação ao estudo geoquímico. - Realizados workshops técnicos sobre o estudo geoquímico, estudo geomorfológico, recuperação ambiental de tributários e obras de estabilização e controle de erosão nos rios principais.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Agosto de 2016	- Finalizadas as ações de remoção de rejeitos na área urbana do município de Barra Longa-MG.
Outubro de 2016	- Protocolado o documento “Memorando Técnico de Extração Sequencial”, em complementação ao estudo geoquímico.
Novembro de 2016	- Protocolado o documento Peer Review do estudo geomorfológico; - Emitida decisão judicial exigindo a apresentação de plano de manejo de rejeitos validado pelos órgãos ambientais até 09/05/2017.
Janeiro de 2017	- Conclusão das obras do Dique S4. - Realização do Workshop de Manejo de Rejeitos – 1º Encontro, iniciou o processo de engajamento e construção do Plano de Manejo de Rejeitos.

Em meio às tratativas que se encontravam em andamento entre a Fundação Renova e a Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos para definição das diretrizes para manejo dos rejeitos, as mantenedoras da Fundação Renova (Samarco, Vale e BHP Billiton) receberam uma notificação judicial para que seja apresentado até 09/05/17 um plano de manejo de rejeitos validado pelos órgãos ambientais competentes. Para elaboração deste plano de manejo de rejeitos foi formado um grupo de trabalho composto por representantes da Fundação Renova, suas mantenedoras, órgãos ambientais como o IBAMA, SEMAD e IEMA, professores universitários de notório saber, peritos indicados pelo judiciário, especialistas indicados pelo ministério público e consultores ambientais.

Nos dias 24/01/2017 e 25/01/2017 foi realizado o Workshop de Manejo de Rejeitos – 1º Encontro. Tal evento contou com a participação de representantes da Fundação Renova, órgãos ambientais, professores universitários de notório saber e consultores ambientais. A reunião de diversas partes interessadas em um mesmo fórum de discussões teve como objetivo engajar os participantes na construção do Plano de Manejo de Rejeitos.

O primeiro dia de Workshop consistiu em um seminário para contextualização e apresentação do histórico dos estudos e projetos de recuperação socioambientais executados, tomando-se como ponto de partida a data do rompimento da Barragem de Fundão. No segundo dia de Workshop, foram iniciadas as discussões a respeito da metodologia e estrutura aplicáveis ao Plano de Manejo de Rejeitos.

Este Workshop foi considerado um marco e o pontapé inicial para a formalização de um plano de manejo de rejeitos, construído com a participação de diversas partes interessadas diretamente envolvidas no tema. Em 23/02/2017 ocorreu o 2º Encontro, no qual foi posto em discussão e em análise crítica o conteúdo do Plano de Manejo de Rejeitos.

9.2 Recuperação da “Área Ambiental 1”

Como descrito no capítulo 5.4 deste documento, o plano de recuperação ambiental das áreas impactadas pelos rejeitos da barragem de Fundão contempla a recuperação do meio físico (na área onde houve deposição de rejeitos dentro e fora das calhas dos rios, identificada como ÁREA AMBIENTAL 1), diagnóstico de impactos à fauna, tanto aquática quanto terrestre e ações de conservação para reparação dos impactos mapeados.

Em relação à recuperação dos impactos ao meio físico, diversas atividades foram iniciadas em caráter emergencial nos primeiros meses após a ruptura da barragem de Fundão, como a criação e recuperação de acessos, cobertura inicial dos rejeitos com gramíneas e leguminosas para controle de erosão, recuperação de tributários e a reconformação das planícies e calhas dos rios para controle de erosão nas áreas prioritárias.

O controle de danos ambientais nas margens e calha do Rio Gualaxo do Norte tem como foco principal a contenção de sedimentos, por meio de aplicação de técnicas de estabilização de margens, bioengenharia e recuperação dos tributários impactados. Estas atividades terão manutenção visando otimizar sua eficácia e poderão sofrer ajustes de acordo com os resultados das avaliações da forma de manejo do material depositado nas margens e calha do rio e seus tributários. Estas avaliações apresentarão respostas em 2017.

Em 2017 está prevista a conclusão das atividades de recuperação dos tributários impactados, reconformação e controle de erosão nas planícies, regularização das margens dos rios, revegetação das margens e planícies.

O plantio emergencial realizado antes do período de chuvas 2016/2017 continua passando por manutenções. Paralelamente a estas atividades, foram iniciados os plantios piloto de espécies arbóreas, com foco na recuperação da vegetação nativa da região. Os resultados destes testes que forem obtidos em 2017 já serão aplicados para o início do plantio definitivo na estação de chuvas 2017/2018.

Além destas atividades, outras intervenções específicas que poderão apresentar bons prognósticos serão postas em prática de acordo com sua aplicabilidade, sempre em discussão com os órgãos ambientais.

Ações realizadas no período:

- Equipes de bioengenharia mobilizadas;
- Recuperação de 63 tributários (acumulado desde janeiro/16);
- Execução de 52% das obras de reconformação das calhas e controle de erosão nas áreas prioritárias;
- Início da elaboração de projetos para as áreas não prioritárias;
- Atividades de manutenção da revegetação inicial, emergencial nos 800 ha; e
- Entrega dos projetos de 7 áreas de empréstimo definidas na região afetada.



Figura 68: Recuperação ambiental no alto Gualaxo do Norte – Área 3 (esquerda), implantação de canaletas de drenagem – Área 3 (direita).



Figura 69 - Reconformação de calha de rio – Área 9 (esquerda), atividades de bioengenharia e reconformação de calha – Área B (direita).

9.2.1 Testes Piloto de Revegetação

Visando elucidar incertezas a respeito do desenvolvimento pleno de espécies vegetais sobre substratos depositados em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, e ainda com o objetivo de respaldar o programa de restauração florestal, a Samarco promoveu em agosto de 2016 um workshop de restauração ecológica, envolvendo especialistas de diversas áreas no âmbito da recuperação de áreas degradadas. Uma das ações propostas nestas discussões convergiram para o delineamento de experimentos pilotos, como o teste de campo de espécies e técnicas de implantação.

De forma específica, primeiramente serão introduzidas em três regiões com características fisiográficas distintas: Bento Rodrigues, Paracatu e Barra Longa, ambas sob influência do evento em questão, espécies de

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI

ocorrência local que se destacam pelo rápido crescimento, copas amplas e densas, com e sem preparo do solo. O sombreamento da área pelas espécies de recobrimento dará vantagem competitiva às demais espécies florestais que então serão introduzidas no plantio de enriquecimento. Esta segunda etapa visa a recuperação de interações ecológicas, que por sua vez permitirão o resgate da sucessão ecológica e da dinâmica de floresta tropical. A avaliação de técnicas alternativas também indicará modificações metodológicas que podem ser espacialmente eficientes nos diferentes contextos ambientais que ocorrem dentro da Área Ambiental 1. O detalhamento dos estudos experimentais é descrito no relatório: MODELO EXPERIMENTAL DE TESTE PILOTO PARA REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS AFETADAS - RT-027_159-515-2282_00-C (Ver anexos seção 9.0).

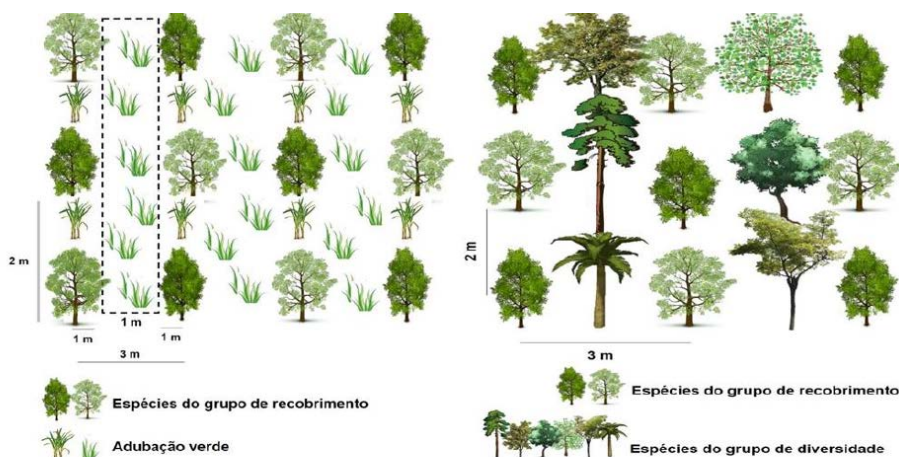


Figura 70: Esquema de plantio da etapa 1, com espécies de grupo de reconhecimento e adubação verde (à esquerda) e esquema da etapa 2, com espécies dos grupos de recobrimento e de diversidade (à direita).

Os testes (Figura 70) serão implantados em áreas representativas das condições de solo mais comuns na área a ser restaurada, usando práticas de revegetação com mudas e por semeadura direta. Periodicamente, os solos e substratos de interesse serão amostrados para análises físicas, químicas e biológicas

Além dos ensaios de campo foram previstos ensaios em casa de vegetação, que possuem como objetivo subsidiar tecnicamente as recomendações para melhoria do substrato nas áreas onde houve depósito de rejeitos proveniente do rompimento da Barragem de Fundão. Serão avaliados os efeitos das seguintes variáveis no desenvolvimento de espécies florestais e agrícolas:

- Diluições de com dois tipos de solo: Argiloso Vermelho (PV) e Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA);
- O efeito da adição de matéria orgânica: com ou sem a adição de 20% de torta de filtro com esterco bovino; e
- Efeitos no crescimento de três espécies vegetais, sendo duas de ocorrência na Mata Atlântica: Salgueiro (*Salix humboldtiana*) e Crindiúva (*Trema micrantha*); e uma de uso agrícola na região: Milho (*Zea mays*).

Nesse contexto, espera-se que a realização dos ensaios possibilitará a avaliação comparativa da eficiência das alternativas técnicas propostas, constituindo uma etapa essencial para a definição estratégias de recuperação ambiental sob condições atípicas, ocorridas nas áreas afetadas pela ocorrência ambiental.

Ações realizadas no período:

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



- Aquisição de mudas e insumos;
- Concluída a implantação de dois dos três blocos experimentais nas fazendas selecionadas;
- Iniciado o preparo do solo para implantação do terceiro bloco experimental;
- Viabilização da implantação do teste por meio de convênio técnico científico com instituição de ensino superior – UFOP.

9.2.2 Plano de Monitoramento para Acompanhamento das Intervenções Prioritárias

O Plano de Monitoramento para Acompanhamento das Intervenções Prioritárias foi elaborado e emitido sob nº RT-033_159-515-2282_00-B (Ver anexos Seção 9.0) e constitui principal ferramenta de gestão de progresso das ações de intervenção nas áreas prioritárias definidas no Plano de Recuperação Ambiental Integrado (PRAI). O documento visa ainda, atender à cláusula 178 do Termo de Transição de Ajustamento de Conduta (TTAC), bem como aos requisitos mínimos tangentes ao monitoramento da qualidade da água e sedimentos estabelecidos no Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA (documento nº: 00000.062340/2016-08), bem como ao monitoramento quali-quantitativo da regeneração da vegetação.

9.2.2.1 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos

Este plano visa avaliar a eficácia das obras de intervenções a partir de resultados de amostras coletadas a montante, a jusante e no trecho da intervenção, e foi estruturado considerando as seguintes premissas:

Localização dos Pontos de amostragem – A definição dos pontos de amostragem foi baseada principalmente, nas recomendações mínimas constantes no Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA da CIF, na seção “VII - Plano de Monitoramento Quali- Quantitativo de Vigilância para Avaliação de Impactos” (PMQQVAI). Além disso, pontos de amostragem complementares ou frequências maiores foram definidos de forma a fornecerem dados e informações para a avaliação integrada das intervenções, ou seja, em suporte aos componentes do monitoramento de vegetação, controle de erosão e de forma a fornecer informações complementares para avaliação da qualidade de água. Ao todo, o plano de monitoramento de qualidade de água contempla 31 pontos amostrais, dentre os quais 23 pontos foram sugeridos como requisitos mínimos pela CIF (27 pontos ao todo, mas quatro pares de pontos são coincidentes). Os pontos Tipo 1 foram definidos em mais 4 novos pontos complementares aos da CIF (2 pontos são coincidentes com aqueles dos requisitos mínimos) e 3 pontos foram definidos como Tipo 2. No rio Gualaxo do Norte, foram previstos 16 pontos de amostragem, 3 no rio do Carmo, 3 no rio Doce, 1 no córrego Santarém, 1 no rio Piranga e 7 em tributários.

Frequência de amostragem – Para os pontos de amostragem situados em rios principais, as amostras de água e sedimento devem ser coletadas a cada duas semanas durante a execução das obras de intervenção e mensalmente após a construção estiver finalizada. Essa frequência está de acordo com o Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA da CIF. Para os pontos de amostragem posicionados em tributários, as amostras devem ser coletadas a cada duas semanas (i.e., quinzenalmente) durante a construção e após o término das obras. Em contrapartida, o monitoramento dos parâmetros turbidez, sólidos totais, sólidos totais em suspensão (SST) e sólidos dissolvidos totais (SDT) deverá ser semanal.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Parâmetros de amostragem – Os parâmetros a serem analisados para os Pontos PMQQVAI e Tipo 2 foram agrupados em três categorias, a saber:

- Grupo Água 1: inclui os parâmetros físico-químicos e químicos (i.e., convencionais, série de sólidos, nutrientes e metais);
- Grupo Sedimentos: inclui parâmetros físicos e químicos;
- Grupo Biológico: inclui a análise de *Escherichia coli* (*E. coli*), comunidade bentônica, fitoplâncton e zooplâncton.

Observa-se como premissa que amostragem e preservação das amostras de água estejam de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 9898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. De forma complementar, o Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA da CIF, que fornece recomendações gerais a respeito dos procedimentos de coleta e preservação de amostras de água, sedimento e comunidades aquáticas.

9.2.2.2 Programa de Monitoramento de Processos Erosivos

Este componente do Programa realizará o monitoramento dos processos erosivos causados pelo escoamento superficial nas planícies aluviais e em trechos das calhas do rio principais. Nas planícies de inundação, a perda de solo será medida por meio de procedimentos de campo através da instalação de caçambas específicas para coleta de solo e caçambas basculantes. As caçambas para solo coletarão parte o escoamento superficial contendo sedimentos, enquanto as caçambas basculantes serão utilizadas para medição de vazão com carga de sedimentos. Para o monitoramento nas calhas dos rios principais os processos erosivos e/ou aporte de sedimentos serão medidos por meio de avaliações da seção do canal

Ações realizadas até o presente momento:

- Realizado as coletas e análises de água para monitoramento da turbidez, previstas para o período;
- Iniciada a implementação das estruturas para monitoramento das obras de controle de erosão e reconformação das calhas dos rios das áreas prioritárias; e
- Conclusão do processo de contratação dos serviços de monitoramento da vegetação.

9.3 Plano de Recuperação de Nascentes e APPs Degradadas

Em linha com o que foi definido no TTAC assinado entre a Samarco, suas acionistas e a União, a Fundação Renova irá, em caráter compensatório, recuperar 40.000 ha de APPs – Áreas de Preservação Permanente e 5.000 nascentes na bacia do rio Doce. As Cláusulas do TTAC referente à demanda de recuperação de nascentes e APP são respectivamente 159, 161, 162 e 163. As ações serão realizadas ao longo de 10 anos conforme abaixo:

- Dos 40.000 ha de APPs degradadas a serem recuperadas, 10.000 ha serão por reflorestamento e 30.000 ha por condução da regeneração natural;
- Será destinada uma verba mínima de R\$ 1.100.000.000 para a recuperação das APPs;
- Das 5.000 nascentes, 500 deverão ser recuperadas por ano;
- Implementação de projetos de produção de sementes e de mudas de espécies nativas florestais.

O processo de recuperação das nascentes degradadas foi iniciado em parceria com o Instituto Terra, que será responsável pelas primeiras 500 nascentes do período 2016/2017.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



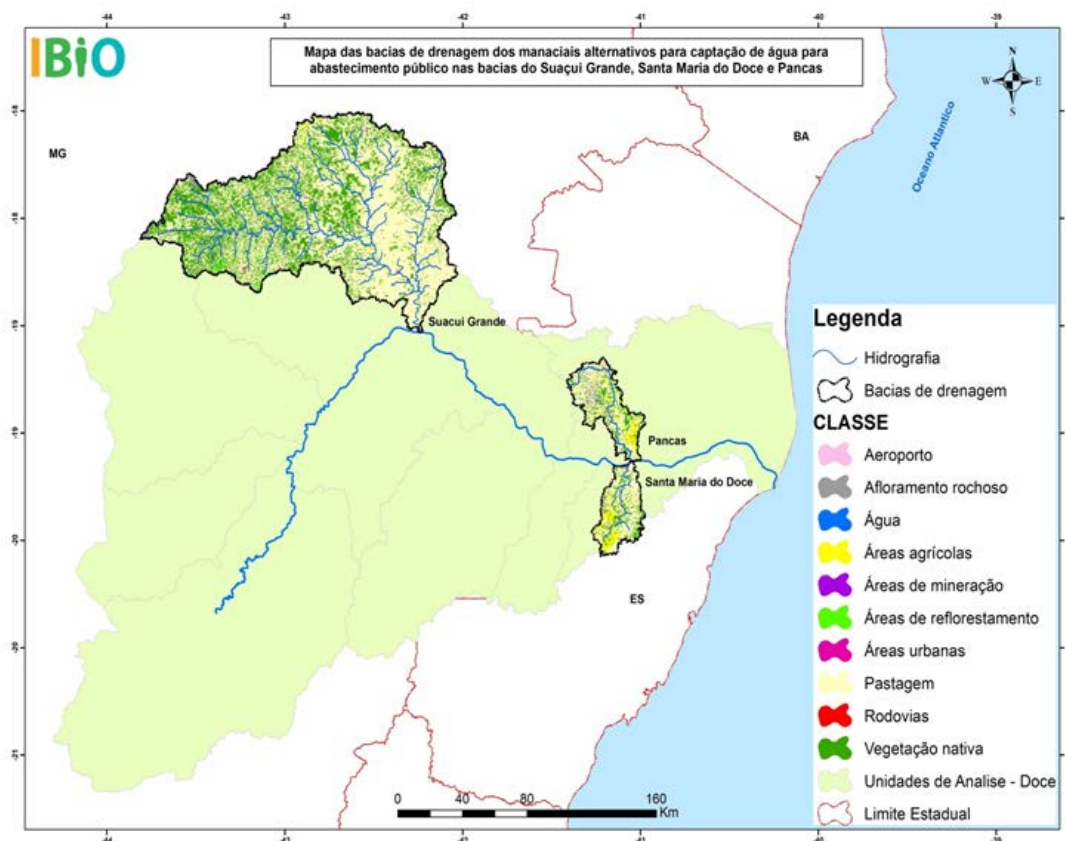
Para a recuperação das APPs degradadas, a Fundação Renova está formatando um escopo de contratação para os estudos de Definição de Critérios de Priorização de Áreas para Recuperação Ambiental na Bacia do Rio Doce, baseado no Termo de Referência para este fim definido pela Câmara Técnica de Restauração Florestal e de Produção de Água (CT-FLOR).

9.3.1 Recuperação de Nascentes

Após o rompimento da barragem de Fundão em Mariana, houve a assinatura de um Termo de Transação e Ajustamento de Conduta – TTAC, que preconizou dentre suas mais de duzentas cláusulas a criação da Fundação Renova e a recuperação de cinco mil nascentes na bacia do Rio Doce, sendo 500 por ano, como medida compensatória, numa região que sofre historicamente com problemas de degradação ambiental, escassez hídrica e processos erosivos pela utilização de técnicas inadequadas de manejo de solo em propriedades com topografia ondulada e acidentada.

O objetivo desse item é apresentar as atividades desenvolvidas pela Fundação Renova para o início da recuperação das primeiras 500 nascentes ao longo das bacias no Rio Pancas, Santa Maria do Rio Doce e Suaçuí Grande, definidos pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Doce (CBH-Doce).

A Figura 71 apresenta de forma esquemática as sub bacias que foram priorizadas para recuperação das primeiras 500 nascentes.



PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 71: Sub bacias priorizadas para recuperação das primeiras 500 nascentes.

O primeiro e mais importante passo para a recuperação das nascentes foi a proteção ou cercamento, que foi executado com mourões de eucalipto tratado, com 4 a 5 fios de arame farpado ou liso em um perímetro médio de 314 metros, o que corresponde a 50 metros raio, equivalente a uma área média de 0,75 ha.

A próxima fase será a avaliação quali-quantitativa das espécies em regeneração natural, para posterior execução dos tratamentos culturais e plantio de mudas representativas das fitofisionomias locais, o que ocorrerá em período chuvoso.

Dentro de 215 propriedades, foram identificadas 511 nascentes as quais foram protegidas através de cercamento para início/continuação do processo de regeneração natural. As próximas etapas do processo de implantação ocorrerão nos meses seguintes, com a implantação de faixas de aceiros, condução da regeneração natural, controle de gramíneas indesejáveis, controle de formigas cortadeiras, adubação, calagem (se necessário), plantio e replantio.

A definição das três bacias hidrográficas foi feita pelo CBH - Rio Doce em outubro de 2016. Isso dificultou o plantio nas mudas no período chuvoso que vai de outubro a fevereiro nesta região. Desta forma, para não haver grande mortalidade de mudas em período não adequado ao plantio, a Fundação Renova definiu um cronograma de atividades que deu prioridade à negociação e mobilização dos 215 agricultores e o cercamento das nascentes nos primeiros 120 dias, deixando as demais operações (preparo de solo, adubação de base, combate a formigas, plantio e replantio) para o 2º semestre/2017 até fevereiro/18.

O engajamento rápido e o grande comprometimento dos agricultores contatados pela Fundação Renova através do Instituto Terra, foi o ponto alto dessa fase do projeto. A mobilização feita nessa região de centenas de pessoas, certamente influenciará positivamente outros proprietários de terras que virão a participar ao longo dos anos no Vale do rio Doce.

O Instituto Terra iniciou suas atividades em 07 de novembro de 2016, com reuniões para mobilização e engajamentos de produtores rurais, para que aderissem ao programa (Figura 72). A partir da adesão dos produtores, através da assinatura do Termo de Compromisso (Figura 73), em seguida foi iniciada a entrega dos insumos para cercamento e plantio (Figura 74 à Figura 76) e finalmente o processo de recuperação das nascentes (Figura 77 e Figura 78).

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



reparar, restaurar, reconstruir



Figura 72: Reuniões com as lideranças municipais de Frei Inocêncio, Itambacuri, Jampruca e Campanário.



Figura 73: Assinatura do Termo de Compromisso.



Figura 74: Entrega de insumos aos proprietários da Bacia do Rio Santa Maria do Doce.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 75: Entrega de insumos aos proprietários da Bacia do Rio Pancas.



Figura 76: Entrega de insumos aos proprietários da Bacia do Rio Suaçuí Grande.



Figura 77: Equipe do Instituto Terra fazendo cerca e realizando roçada seletiva.



Figura 78: Vistoria de cercamento.



Figura 79: Nascentes isoladas.



Figura 80: Vistoria técnica da equipe da Fundação Renova.



Figura 81 - Representação da instalação de fossas sépticas (arquivo Instituto Terra).

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Figura 82 - Representação da implantação de barraginhas (arquivo Instituto Terra).

No próximo período chuvoso será realizado o plantio de mudas nativas com proporção definida após avaliação da regeneração natural e os devidos tratos culturais que antecedem o plantio.

Etapas	2016			2017												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
i. Definição das áreas pelo CBH-Doce	■	■	■	■												
ii. Cadastro de propriedades		■	■	■												
iii. Projetos e croquis		■	■	■												
iv. Produção de mudas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cadastramento e projetos concluídos		■	■	■												
v. Distribuição de insumos		■	■	■												
vi. Proteção (Cercamento)		■	■	■	■											
Cercamento concluído		■	■	■												
vii. Instalação de fossas sépticas					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
viii. Preparo do terreno												■	■	■	■	■
ix. Plantio														■	■	■
x. Replântio														■	■	■
Implantação concluída														■	■	■

Figura 83: Cronograma de recuperação das nascentes do ano 01.

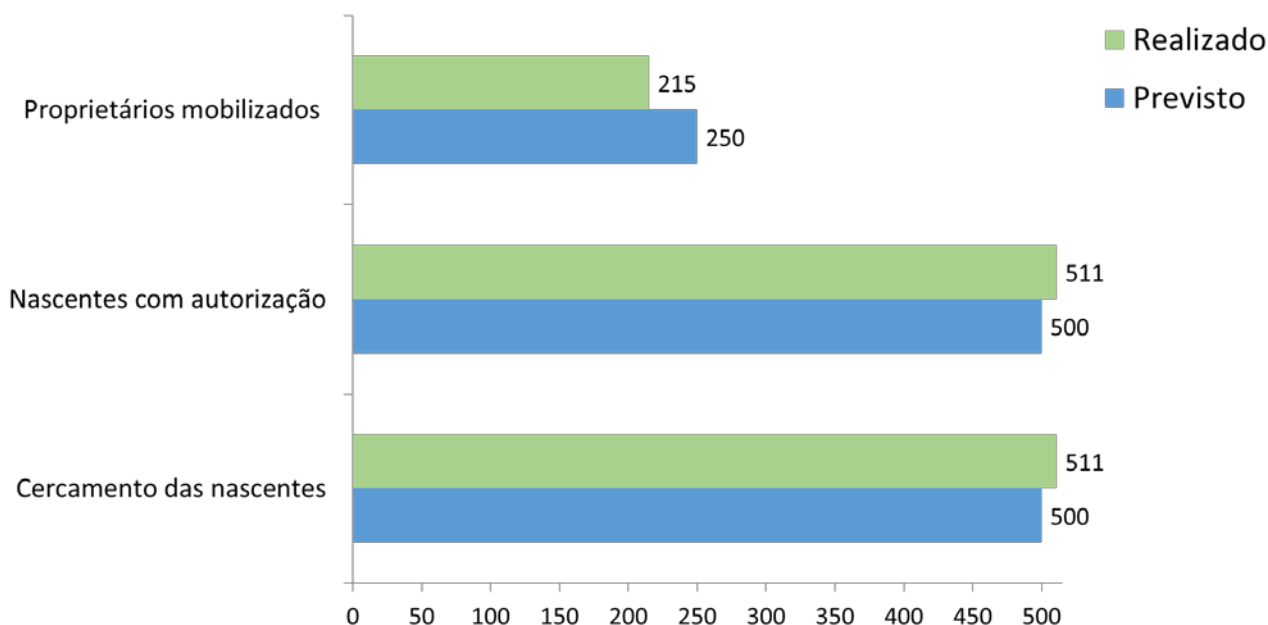


Figura 84: Avanço físico da recuperação de nascentes.

9.4 Fortalecimento das Estruturas de Triagem e Reintrodução da Fauna Silvestre

Com o objetivo de fortalecer as estruturas de triagem e reintrodução da fauna silvestre, a Fundação Renova irá efetuar a construção e o aparelhamento de dois Centros de Triagem e Reabilitação de Animais Silvestres (CETAS). Os CETAS são unidades responsáveis pelo manejo dos animais silvestres que são recebidos de ação fiscalizatória, resgate ou entrega voluntária de particulares. Esse manejo será realizado por uma equipe de veterinários, biólogos e tratadores especializados. As estruturas existentes no Brasil recebem milhares de animais anualmente e possuem a finalidade de identificar, marcar, triar, avaliar, recuperar, reabilitar e destinar esses animais silvestres, além de realizar e subsidiar pesquisas científicas, ensino e extensão.

Os dois centros serão construídos e equipados de acordo com Termo de Referência a ser emitido pela Câmara Técnica de Biodiversidade, a partir das diretrizes definidas pelo IBAMA-MG e IBAMA-ES, devendo ser instalado em municípios banhados pelo rio Doce ou pelos trechos impactados dos Rios Gualaxo do Norte e Carmo (Área Ambiental 2), sendo um em Minas Gerais e outro no Espírito Santo. No entanto, as gerências estaduais do IBAMA solicitaram, por meio de nota técnica enviada à CTBio e apreciada na reunião de 13/01/2017, que os CETAS fossem instalados em locais situados fora da Área Ambiental 2. Com isso, foi decidido que a proposta de alteração do local teria que ser apreciada pelo CIF, uma vez que implicaria na mudança dos termos da Cláusula 167 do TTAC.

Aguardamos manifestação do CIF e CTBio. O IBAMA-MG já apresentou documento com o memorial descritivo do projeto pretendido, o qual será utilizado como base para a contratação de empresa de engenharia e arquitetura, pela Fundação, para elaboração dos projetos destas estruturas. Ainda aguardamos manifestação do IBAMA-ES sobre esta documentação para desenvolvimento desta demanda.

9.5 Melhoria nos Sistemas de Tratamento de Esgoto e Disposição de Resíduos Sólidos

O Programa de melhorias nos sistemas de tratamento de esgoto e disposição de resíduos sólidos visa atender as cláusulas 169 e 170 do TTAC, conforme seus termos:

A FUNDAÇÃO disponibilizará recursos financeiros, no valor de R\$ 500.000.000,00 (quinhentos milhões de reais), aos municípios da ÁREA AMBIENTAL 2 para custeio na elaboração de planos básicos de saneamento básico, elaboração de projetos de sistema de esgotamento sanitário, implementação de obras de coleta e tratamento de esgotos, erradicação de lixões e implantação de aterros sanitários regionais.

Os municípios previstos de atendimento dentro do TTAC são: (i) Mariana, (ii) Barra Longa, (iii) Rio Doce, (iv) Santa Cruz do Escalvado, (v) Sem-Peixe, (vi) Rio Casca, (vii) São Pedro dos Ferros, (viii) São Domingos do Prata, (ix) São José do Goiabal, (x) Raul Soares, (xi) Dionísio, (xii) Córrego Novo, (xiii) Pingo d'Água, (xiv) Marliéria, (xv) Bom Jesus do Galho, (xvi) Timóteo, (xvii) Caratinga, (xviii) Ipatinga, (xix) Santana do Paraíso, (xx) Ipaba, (xxi) Belo Oriente, (xxii) Bugre, (xxiii) Iapu, (xxiv) Naque, (xxv) Periquito, (xxvi) Sobralia, (xxvii) Fernandes Tourinho, (xxviii) Alpercata, (xxix) Governador Valadares, (xxx) Tumiritinga, (xxxi) Galileia, (xxxii) Conselheiro Pena, (xxxiii) Resplendor, (xxxiv) Itueta, (xxxv) Aimorés, (xxxvi) Baixo Guandu, (xxxvii) Colatina, (xxxviii) Marilândia e (xxxix) Linhares.

À Fundação Renova não caberá a execução das ações previstas no caput nem a seleção dos municípios a serem contemplados, ficando apenas obrigada pela disponibilização dos referidos recursos, observados os procedimentos da política de *compliance*.

O Comitê Interfederativo, a partir da apreciação dos projetos apresentados pelos municípios interessados, indicará formalmente à Fundação Renova os municípios destinatários e respectivos valores a serem disponibilizados.

O Comitê Interfederativo estabeleceu algumas prioridades através da Deliberação nº21, de 20 de Setembro de 2016, entre elas:

Em relação ao investimento previsto para coleta e tratamento de esgotos, serão contemplados, no período de 2016, apenas ações em municípios que possuam prestador de serviço institucionalizado (companhia, autarquia ou departamento específico para prestação de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário) e cujas ações sejam focadas nas áreas urbanas ou em distritos que lançam os efluentes diretamente no rio doce ou nos trechos impactados dos rios Gualaxo do Norte e Carmo, considerando as seguintes categorias de priorização:

Prioridade 1: *Municípios que tem ações de coleta e tratamento de esgotos em andamento e que demandam recursos para complementar contrapartida e/ou assessoria para garantir a execução dessas ações (como por exemplo, apoio na obtenção de licenças ambientais, no acompanhamento técnico de obras ou na elaboração de documentação para prestação de contas às instituições fomentadoras/financiadoras).*

Prioridade 2: *Municípios que têm projeto (básico ou executivo) em condições de licitar a obra, com processo já concluído de desapropriação das áreas afetadas pelas ações e licença ambiental de instalação já obtida.*

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Prioridade 3: Municípios que pleiteiem recursos para elaboração de projetos básicos num nível de detalhamento que permita a licitação das obras.

Prioridade 4: Municípios com sistemas de coleta e tratamento de esgotos implantados e em operação e que não se enquadrem nas categorias anteriores.

Critério de hierarquização: em sendo necessário hierarquizar os municípios em qualquer das categorias apresentadas acima, será considerada a ordem dos municípios de montante para jusante, tendo em vista que a remoção de carga poluidora nos corpos hídricos receptores e a consequente melhoria de carga poluidora na qualidade da água, resultante da implementação de ações nos municípios de montante, também beneficia os municípios localizados a jusante.

Para os investimentos em ações de gestão/destinação de resíduos sólidos no ano de 2016 (previstos 5 milhões de reais), os recursos financeiros serão disponibilizados seguindo a seguinte ordem de priorização:

Prioridade 1: Contratação pelos municípios de serviços de levantamento de dados de campo para aperfeiçoar o diagnóstico dos resíduos sólidos.

Prioridade 2: execução de “etapas preparatórias” para os investimentos, que compreende os estudos de viabilidade, os projetos de engenharia, os estudos ambientais para o licenciamento e a seleção das áreas para os aterros sanitários regionais.

Foi criada em nome da Fundação Renova a conta corrente segregada no Banco Itaú conforme exigido no Parágrafo Primeiro da Cláusula 169 do TTAC e foi realizado, no dia 28 de Dezembro de 2016, o depósito no valor de R\$ 51.895.016,76 (cinquenta e um milhões, oitocentos e noventa e cinco mil, dezesseis reais e setenta e seis centavos) referente ao estabelecido pelo item I da Cláusula 170, no valor de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões) corrigidos pela variação do IPCA no período de março de 2016 a novembro de 2016. Em 04 de Janeiro de 2017 foi protocolado no Comitê Interfederativo a carta comunicado de cumprimento da Cláusula 170, item I.

9.6 Melhorias nos Sistemas de Abastecimento de Água

O Programa de melhorias nos sistemas de abastecimento de água visa atender a cláusula 171 do TTAC, conforme seus termos:

Nos Municípios que tiveram localidades cuja operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente como decorrência do EVENTO, a FUNDAÇÃO deverá construir sistemas alternativos de captação e adução e melhoria das estações de tratamento de água para todas para as referidas localidades desses municípios que captam diretamente da calha do Rio Doce, utilizando a tecnologia apropriada, visando reduzir em 30% (trinta por cento) a dependência de abastecimento direto naquele rio, em relação aos níveis anteriores ao EVENTO, como medida reparatória.

Os municípios previstos de atendimento dentro do TTAC são: (i) Alpercata; (ii) Gov. Valadares; (iii) Tumiritinga; (iv) Galiléia; (v) Resplendor; (vi) Itueta; (vii) Baixo Guandu; (viii) Colatina; e (ix) Linhares.

Os distritos previstos de atendimento dentro do TTAC são: a) Em Mariana: (i) Camargos; (ii) Pedras; (iii) Paracatu de Baixo; b) Em Barra Longa: (i) Gesteira; (ii) Barreto; c) Em Santana do Paraíso: (i) Ipaba do Paraíso;

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



d) Em Belo Oriente: (i) Cachoeira Escura; e) Em Periquito: (i) Pedra Corrida; f) Em Fernandes Tourinho: (i) Senhora da Penha; g) Em Governador Valadares: (i) São Vitor; h) Em Tumiritinga: (i) São Tomé do Rio Doce; i) Em Aimorés: (i) Santo Antônio do Rio Doce; j) Em Baixo Guandu: (i) Mascarenhas; k) Em Marilândia: (i) Boninsenha; l) Em Linhares: (i) Regência.

Para os municípios com mais de 100.000 (cem mil) habitantes, a redução da dependência de abastecimento direto do Rio Doce poderá ser de até 50% (cinquenta por cento), sendo os valores incorridos em decorrência do que exceder o percentual referido no caput considerados como medida compensatória

Atualmente o programa de implementação das captações alternativas está na fase de estudos hidrogeológicos de avaliação de oferta hídrica dos mananciais superficiais e subterrâneos para que seja assegurada a perenidade dos mananciais que serão disponibilizados como fonte alternativa de água ao rio Doce para as cidades, atendendo o estabelecido pela Deliberação nº 16 do Comitê Interfederativo.

Com o início do período chuvoso de 2016/2017 algumas das captações alternativas contempladas no Programa 32 foram priorizadas e estão em andamento para garantir a segurança hídrica das cidades em questão durante esse período chuvoso. No entanto, uma vez que se tratam de obras emergenciais para atendimento ao plano de período chuvoso não serão realizados neste momento os estudos de perenidade citado acima para estas captações, sendo que estes deverão ser iniciados em momento oportuno para validação das obras executadas como entregas do Programa 32.

Após o término do estudo de avaliação de oferta hídrica dos mananciais, será possível definir a necessidade ou não de complementação das captações alternativas elaboradas para o período chuvoso de acordo com o resultado de sustentabilidade dos mananciais apresentado pelo estudo.

O Plano para o período chuvoso 2016/17 possui quatro riscos mapeados, nos quais foram designadas ações de atuação, sendo um deles o abastecimento de água. A estrutura do plano é elaborada a partir dos quatro riscos mapeados, de forma que, para cada um deles, existem ações preventivas e ações de contingência.

As ações preventivas são ações executadas previamente e durante o período chuvoso e não dependentes da alteração da qualidade da água, visando uma melhor preparação para os possíveis cenários que venham a ser encontrados. Referente especificamente ao impacto no abastecimento de água, as principais ações preventivas são: melhorias e investimentos nas estações de tratamento de água visando aprimorar sua capacidade de tratamento de água; implementação de captações alternativas; criação de equipe técnica exclusiva; capacitação e ensaios de bancada; e operação assistida em até 24 horas.

Como se pode observar nas ações preventivas relacionadas ao plano para o período chuvoso descritas acima, as ações de melhorias nos sistemas de tratamento de água e captações alternativas estão diretamente relacionadas ao Programa Melhorias nos Sistemas de Abastecimento de Água.

Em atendimento a Deliberação nº 33 do Comitê Interfederativo, foi elaborado um relatório mensal referente às ações de melhorias nos sistemas de abastecimento de água e implementação das captações alternativas, apresentado no documento “Relatório mensal – Deliberação 33 – Dezembro 2016” (Ver anexos seção 9.0).

9.7 Unidades de Conservação

A presente seção tinha inicialmente como objetivo a definição de diretrizes para a avaliação do impacto sobre as Unidades de Conservação diretamente impactadas, quais sejam, Parque Estadual do Rio Doce/MG,

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



Reserva Biológica de Comboios, Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz.

Posteriormente, o CIF determinou que outras 35 UCs sejam alvo de avaliações de impactos ambientais. Estas UCs pertencem a categorias diversas, contemplando desde unidades geridas pela administração pública (federal, estadual ou municipal) até Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). A CTBio já emitiu as diretrizes (por meio de Termo de Referência – TR) para as avaliações a serem realizadas nas UCs federais marinhas e costeiras e para as UCs estaduais do Espírito Santo. Na última reunião da CTBio, em 08/03/2017, O IEF-MG informou que irá emitir Nota Técnica sobre as diretrizes para estudo nas UCs estaduais de Minas Gerais, solicitando prazo até 31/03/2017 para entrega do documento. Após esta entrega, a CTBio irá emitir documento consolidado com todas as diretrizes e será possível à Fundação dar andamento a esta demanda.

Este programa tem medidas reparatórias e compensatórias. Para tanto, os seguintes objetivos específicos se aplicam às medidas reparatórias:

- Levantamento dos impactos;
- Implementar as ações de reparação;
- Contribuir para a conservação da biodiversidade.

Como medidas compensatórias, temos os seguintes objetivos específicos:

- Custear a consolidação de 2 unidades de conservação, quais sejam, o Parque Estadual do Rio Doce e o Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz;
- Implementar o Plano de Manejo, bem como a construção de uma sede na unidade de conservação a ser criada pelo poder público.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADO - PRAI



9.8 Documentos de Referência da Seção 9.0

DOCUMENTO	NOME DO DOCUMENTO	Instituição	DATA
Relatório mensal - Deliberação 33 - Dezembro 16	Relatório consolidado das melhorias realizadas pela equipe da Fundação Renova das estações de tratamento de água	F. Renova	Dez/16
RT-027_159-515-2282_01-B	Modelo experimental de teste piloto para revegetação das áreas afetadas	Golder	Set/16
Anexo A - RT-033_159-515-2282_00-B	Plano de monitoramento para acompanhamento das intervenções prioritárias	Golder	Dez/16

10.0 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO E LICENCIAMENTO

O cronograma para execução do Plano de Segurança e Recuperação Ambiental das Áreas Impactadas pelo Rompimento da Barragem de Fundão está apresentado no documento “Masterplan Renova PRAI”. (Ver Anexo Seção 10.0).

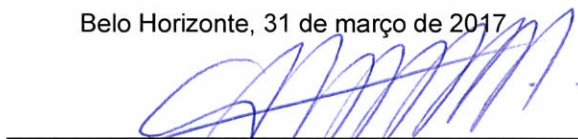
10.1 Documentos de Referência da Seção 10.0

DOCUMENTO	NOME DO DOCUMENTO	EMPRESA	DATA
20170209_Masterplan_PRAI	Cronograma macro das atividades de recuperação e compensação ambiental sendo realizadas pela Fundação Renova	Fundação Renova	Dez/16

11.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante o exposto no presente relatório pode-se afirmar que o plano de recuperação ambiental integrado relativo ao evento de ruptura da Barragem de Fundão é de suma importância para subsidiar uma visão sistêmica das medidas já executadas e que devem ainda ser adotadas para endereçar os impactos dele decorrentes. Evidentemente, diversos estudos ainda estão em andamento e deverão subsidiar atualizações deste plano integrado. Seus resultados poderão ensejar a elaboração de outros estudos que venham somar e contribuir para o entendimento e atuação coordenada e eficaz em relação ao evento ocorrido. Portanto, este documento será atualizado e aprimorado constantemente a partir dos estudos, tratativas com partes interessadas e experiências adquiridas ao longo do processo.

Belo Horizonte, 31 de março de 2017



Gilmar Bertoloti

Gerente Executivo dos Programas Socioambientais

Fundação Renova