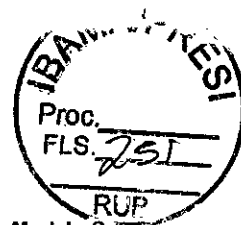


Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2017/01052
CONTRATADO			
2.Nome: GABRIEL PEDREIRA DE LIMA		3.Registro no CRBio: 049531/01-D	
4.CPF: 223.295.258-42	5.E-mail: gabrielpedreira@yahoo.com.br		6.Tel: (19)3256-4596
7.End.: NUNO ALVARES PEREIRA 120		8.Compl.:	
9.Bairro: VILA NOGUEIRA	10.Cidade: CAMPINAS	11.UF: SP	12.CEP: 13088-020
CONTRATANTE			
13.Nome: FUNDAÇÃO RENOVA			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 25.135.507/0001-83	
16.End.: AVENIDA GETULIO VARGAS 671			
17.Compl.: SALA 400 - 4 ANDAR		18.Bairro: SAVASSI	19.Cidade: BELO HORIZONTE
20.UF: MG	21.CEP: 30112-021	22.E-mail/Site: euzimar.rosado@fundacaorenova.org / http://www.fundacaorenova.org	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços;			
24.Identificação : ESTUDO PARA IDENTIFICAR RISCOS AMBIENTAIS DOS ATIVOS DA SAMARCO DIRETAMENTE AFETADOS PELO EVENTO QUE POSSAM IMPACTAR NA BACIA DO RIO DOCE, BEM COMO PROPOR AÇÕES PREVENTIVAS E MITIGATÓRIAS ASSOCIADAS A ESSES RISCOS.			
25.Município de Realização do Trabalho: MARIANA		26.UF: MG	
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
29.Área do Conhecimento: Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS AO MEIO AMBIENTE, A PARTIR DOS ATIVOS SAMARCO, AFETADOS PELO "EVENTO DE FUNDÃO" CAPAZES DE IMPACTAR A BACIA DO RIO DOCE. A METODOLOGIA APLICADA CONSISTE EM UMA ADAPTAÇÃO DA TÉCNICA DE CENÁRIOS E DA MATRIZ DE LEOPOLD, TRABALHADAS CONJUNTAMENTE PARA EXECUÇÃO DO ESTUDO FORAM REALIZADAS AVALIAÇÕES EM CAMPO, ANÁLISE DE DOCUMENTAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS. OS RESULTADOS OBTIDOS IRÃO EMBASARÃO AS TOMADAS DE DECISÕES PARA CONTROLE DOS RISCOS E MINIMIZAÇÃO DE SEUS EFEITOS EM CASO DE MATERIALIZAÇÃO OU MANIFESTAÇÃO DO RISCO.			
32.Valor: R\$ 75.000,00	33.Total de horas: 400	34.Início: NOV/2016	35.Término: MAR/2017
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 24/02/2017 Assinatura do Profissional Gabriel Pedreira de Lima CRBio 49531/01-D		Data: Assinatura e Carimbo do Contratante	
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BADA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: 24/02/2017	Assinatura do Profissional Gabriel Pedreira de Lima CRBio 49531/01-D	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: 02/03/17	Assinatura e Carimbo do Contratante Euzimar Augusto da S. Rosado	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 4681.2213.7233.1941

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

EMBRANCO



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

ART de Cargo ou Função
28027230171615319

1. Responsável Técnico

RICHARD CHAN
Título Profissional: Engenheiro Eletricista

RNP:
Registro: 0601252589-SP

2. Contratante

Contratante: **Fundacao Renova**
Endereço: Avenida GETÚLIO VARGAS
Complemento: Sala 400 - 4o andar
Cidade: Belo Horizonte
Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Bairro: Savassi
UF: MG

CPF/CNPJ: 25.135.507/0001-83
Nº: 671
CEP: 30112021
Registro:

3. Vínculo Contratual

Unidade Administrativa: **São Paulo**
Endereço: Rua BARÃO DE ITAPETININGA
Complemento: Conj 122
Cidade: São Paulo
Data de Início: 01/11/2016
Previsão de Término: 01/03/2017
Tipo de Vínculo: Prestador de serviço
Identificação do Cargo/Função: Engenheiro

Bairro: República
UF: SP

Nº: 124
CEP: 01042000

4. Atividade Técnica

Desempenho de Cargo Técnico e Função Técnica	Quantidade	Unidade
Engenheiro	25,00000	dia

A mudança de cargo ou função exige o registro de nova ART

5. Observações

6. Declarações

7. Entidade de Classe

0-NÃO DESTINADA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

SÃO PAULO 23 de FEVEREIRO de 2017
Local data

RICHARD CHAN - CPF: 060.086.538-43
Fundacao Renova - CPF/CNPJ: 25.135.507/0001-83

9. Informações

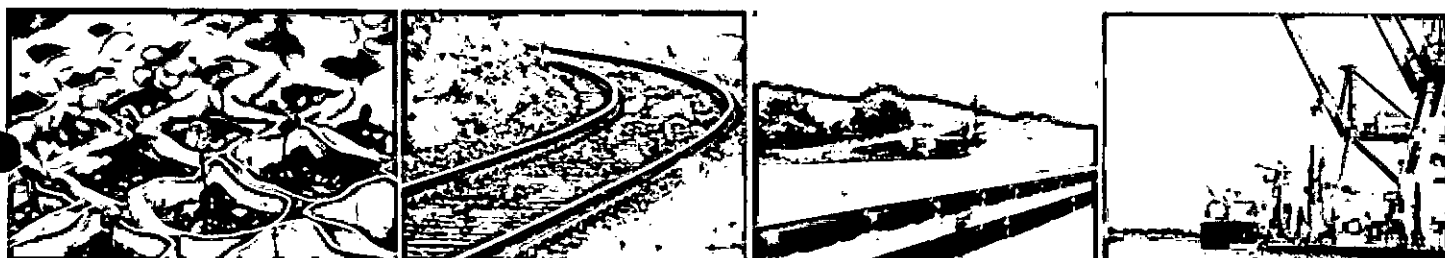
- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confes.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br
tel: 0800-17-18-11

EMBRANCO



reparar. restaurar. reconstruir



Estudo Para Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos ao Meio Ambiente a Partir dos Ativos SAMARCO afetados pelo Evento de Fundão.

FUNDAÇÃO RENOVA

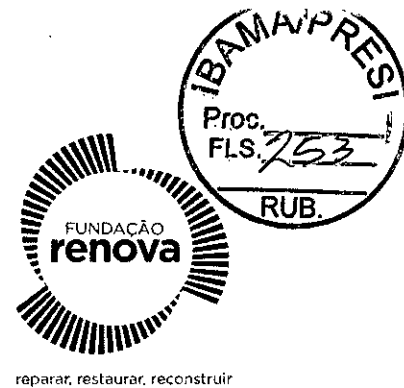
VOLUME I – INTRODUÇÃO, CONTEXTUALIZAÇÃO E METODOLOGIA

Mariana, MG

Fevereiro, 2017

Referência 2016/0845

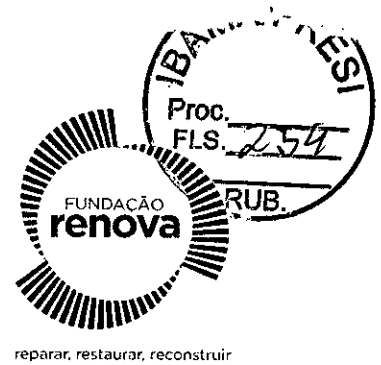
EM BRANCO



Estudo Para Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos ao Meio Ambiente a Partir dos Ativos SAMARCO afetados pelo Evento de Fundão.

SUMÁRIO EXECUTIVO

EMBRANCO



1. Introdução

Este documento tem como objetivo apresentar a avaliação de riscos ambientais dos ativos da empresa Samarco Mineração S.A. que foram diretamente afetados pelo evento do rompimento da Barragem de Fundão, propondo ações preventivas e mitigatórias associadas a esses riscos.

Tal atividade é oriunda da Cláusula 176 do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta, que prevê não só a emissão deste estudo, mas também sua revisão nos eventos de renovação do licenciamento ambiental de tais ativos.

Desta forma, este sumário descreve as atividades, os critérios e as premissas que nortearam e resultaram na elaboração do estudo, sua aplicabilidade e a estruturação das atividades futuras relacionadas à gestão dos riscos ambientais dos ativos que são objeto deste trabalho.

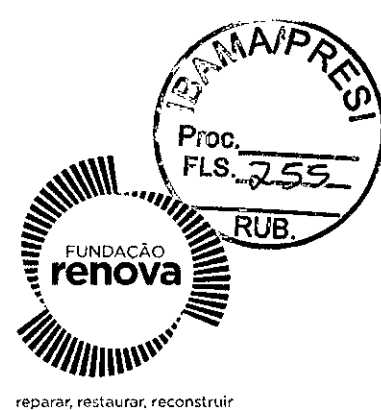
A PM Analysis foi a empresa selecionada e contratada através de processo licitatório para a elaboração do estudo.

2. Preparação, Premissas Adotadas, Metodologia e Estrutura do Estudo

Para assegurar a fidedignidade do estudo frente às condições atuais dos ativos efetiva ou potencialmente afetados pelo evento do rompimento da Barragem de Fundão, foram conduzidas verificações e coleta de informações de campo junto a profissionais e técnicos das respectivas áreas e estruturas estudadas, incluindo a análise de registros comprobatórios de rotinas adotadas na prevenção e monitoramento de riscos ambientais.

Um escopo desta atividade de campo foi emitido em 2016, onde foram identificados os ativos inicialmente previstos a serem objeto deste estudo. Consideram-se diretamente afetadas as estruturas que tiveram sua integridade diretamente atingida pelo rompimento da barragem de Fundão.

EMBRANCO



Após a visitação aos ativos listados no escopo inicial com os respectivos dados de campo levantados, a análise posterior do escopo, considerando a atualização de informações obtidas sobre as estruturas que poderiam estar relacionadas ao evento, promoveu sua revisão para que o documento final focasse nas barragens de Germano e Santarém. Dentre os fatores utilizados para a exclusão de outras estruturas deste escopo podemos citar:

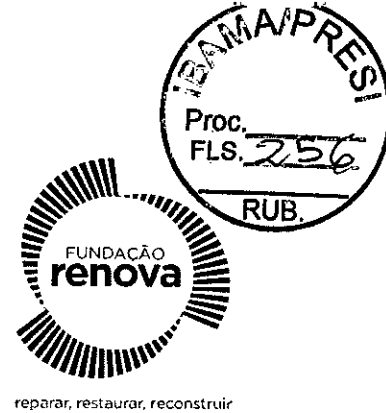
- 1) Comprovações, através de investigações específicas, da inexistência de impacto sobre os ativos que poderiam, em princípio, ter sua integridade afetada pelo rompimento – caso dos minerodutos 1, 2, 3 e suas estruturas associadas;
- 2) Confirmação da localização de ativos fora dos limites da área diretamente afetada pelo rompimento – caso da captação e adutora de Brumal, captação e barragem Matipó e da Cava de Germano;

Importante também citar a avaliação de riscos realizadas para a barragem de Santarém. Esta estrutura tornou-se obsoleta com a operacionalização da primeira fase de uma nova estrutura denominada Nova Santarém, no mês de janeiro. Desta forma, Nova Santarém age como um controle para a antiga barragem que se encontra localizada e submersa em seu reservatório.

A metodologia selecionada pela PM Analysis para a consecução do estudo de riscos ambientais foi a adaptação da técnica de cenários associada à aplicação da matriz de Leopold (Leopold et al., 1971).

A variedade de cenários decorre da combinação do fator denominado como “AÇÕES QUE PODEM CAUSAR EFEITOS AMBIENTAIS” com o fator designado como “CARACTERÍSTICAS OU CONDIÇÕES DO MEIO SUSCETÍVEIS A ALTERAÇÕES”, ambos com quase uma centena de elementos, permitindo uma análise exaustiva chegando a mais de 8.400 cenários resultantes possíveis.

EMBRANCO
EMBRANCO



Para a avaliação e classificação de riscos resguarda a tradicional combinação de probabilidade de ocorrência de um evento com a severidade das consequências dado que ele tenha ocorrido. Com a adaptação da matriz de Leopold em subcategorias do critério de severidade em Caráter (Ca), Importância (I), Cobertura (Co), Duração (D) e Reversibilidade (R) é possível uma classificação mais adequada do risco sob ponto de vista ambiental.

Embora o conceito de risco ambiental possa ter característica benéfica ou adversa em função dos critérios adotados, a grande maioria dos cenários resultantes é de característica adversa.

O estudo e a avaliação de risco conduzida observou os preceitos da Norma ISO 31000 que versa sobre princípios e diretrizes a serem consideradas na gestão de riscos.

O estudo apresenta a avaliação de risco ambiental nas condições:

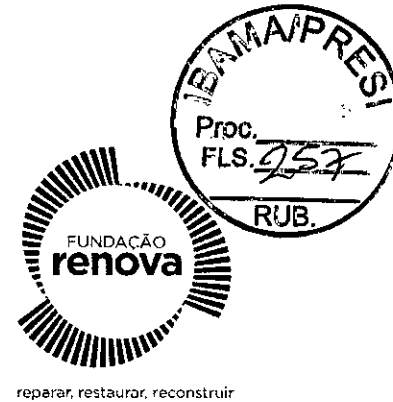
- Potencial (sem considerar os controles preventivos e mitigatórios)
- Real (medidas preventivas e mitigatórias existentes e em prática)
- Residual (recomendações adicionais para a redução do nível de risco)

Dessa forma, o Estudo está estruturado em dois volumes, sendo o primeiro uma apresentação contendo, em seus capítulos, a contextualização e a metodologia utilizada. O segundo volume, o relatório técnico *per se*, engloba a aplicação da metodologia nos ativos diretamente afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, com a indicação dos cenários, principais riscos ambientais e respectiva avaliação, extraíndo daí as recomendações de ações preventivas, de monitoramento e mitigatórias que podem ser aplicadas nas barragens de Germano e Santarém.

3. Relação deste Estudo com demais Documentos Técnicos

O período de elaboração deste estudo foi contemporâneo à emissão de diversos estudos, relatórios e outros materiais associados ao rompimento da barragem de Fundão. Este

EM BRANCO



documento considerou em sua análise as bases de informações disponíveis durante sua criação.

Desta forma, é importante citar dois documentos que possuem interação direta com este estudo, bem como as considerações que foram feitas para estas situações específicas:

- 1) O Dam Break da Barragem de Germano utilizado é a versão Revisão 02 de 21/01/2016, e que se encontra formalizada junto aos órgãos competentes. Considerando a iminência da emissão de uma atualização do Dam Break, este novo documento, quando emitido, poderá, caso necessário, ser o fato gerador de uma revisão da avaliação dos riscos ambientais desta estrutura.

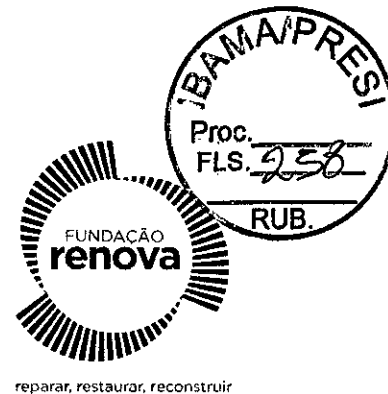
- 2) O processo da emissão da Licença de Operação Corretiva das estruturas da Unidade de Germano está em curso. Os estudos que embasam este processo e a avaliação de riscos ambientais agora emitida estão relacionados, onde possível. É importante ressaltar que estes documentos possuem diferenças metodológicas (ex.: análise de impactos X análise de riscos), naturais para que os mesmos mantenham a coerência com o objetivo a que cada um se destina.

4. Resultados e Conclusão

De acordo com a metodologia adotada, o Estudo resultou em avaliação de risco, na condição REAL, com 43 cenários em classificação gravemente negativa, 34 como moderadamente negativa e 9 como levemente negativa. Há registro de 2 cenários classificados como acentuadamente positivo.

Com a aplicação de medidas preventivas e mitigatórias recomendadas, a avaliação de risco na condição RESIDUAL resultou em 47 cenários classificados como levemente negativo e 39 com moderadamente negativo. Sem alteração dos 2 cenários classificados como acentuadamente positivos e nenhum registro de cenário classificado como gravemente negativo

EMBRANCO



É importante destacar que, nos critérios adotados no Estudo, não há uma expectativa de “anular” ou levar o risco (negativo/adverso) a zero ou até mesmo torna-lo positivo/benéfico, mas sim de conduzi-lo a um nível de aceitabilidade.

Os resultados acima consideraram os controles operacionais existentes da SAMARCO e as ações em andamento e sob responsabilidade da Fundação Renova que compreende a implantação e execução de inúmeros planos e programas socioeconômicos e socioambientais.

Nas recomendações apresentadas, há o reforço para que as ações preventivas, de monitoramento e até mesmo algumas mitigatórias, na gestão de riscos, precisam ser cíclicas, sistematizadas e contínuas além de serem abrangentes para reduzir os impactos tanto sobre o meio físico e biológico quanto na esfera social.

5. Contato

Quaisquer contatos a serem feitos em relação ao documento objeto deste estudo podem ser feitas pelas coordenadas abaixo:

Euzimar Augusto Da Rocha Rosado
Líder de Programas Socioambientais
Fundação Renova
Av. Getúlio Vargas, 671, 5º Andar
Funcionários, Belo Horizonte-MG
euzimar.rosado@fundacaorenova.org
(28) 99275-4459

EM BRAND

SUMÁRIO

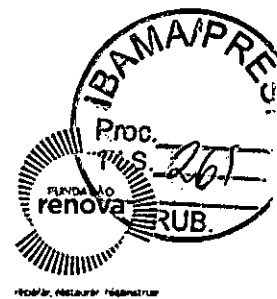
1	REFERÊNCIAS DO PROJETO	5
2	PREFÁCIO	6
3	APRESENTAÇÃO	7
4	OBJETIVO GERAL	9
4.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
5	CONTEXTUALIZAÇÃO	9
5.1	SAMARCO MINERAÇÃO.....	10
5.1.1	ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO.....	12
6	METODOLOGIA	16
6.1	DEFINIÇÕES.....	17
6.2	PREMISSAS DO ESTUDO.....	19
6.3	DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	19
6.3.1	DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS.....	19
6.3.2	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	19
6.4	METODOLOGIA DE ANÁLISE.....	19
6.4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS ATIVOS.....	21
6.4.2	IDENTIFICAÇÃO DAS AÇÕES QUE PODEM CAUSAR EFEITOS AMBIENTAIS.....	21
6.4.3	CARACTERÍSTICAS OU CONDIÇÕES DO MEIO SUSCETÍVEIS A ALTERAÇÕES..	22
6.4.4	AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE E PROBABILIDADE (POTENCIAL, REAL E RESIDUAL)	23
6.4.5	IDENTIFICAÇÃO DAS PRIORIDADES E PROPOSIÇÃO DE AÇÕES.....	27
7	BIBLIOGRAFIA	30

EMBRAND

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Fluxo Geral de Avaliação de Riscos – ISO 31000.....	20
Figura 2	Fluxo de Avaliação de Risco.....	21
Figura 3	Matriz de Impactos Positivos	28
Figura 4	Matriz de Impactos Negativos.....	28

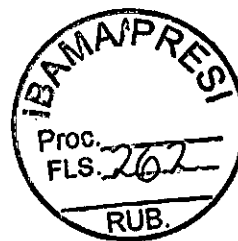
EM BRANCO



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Categorias de CARÁTER.....	24
Tabela 2	Categorias de IMPORTÂNCIA.....	24
Tabela 3	Categorias de COBERTURA.....	25
Tabela 4	Categorias de DURAÇÃO.....	25
Tabela 5	Categorias de REVERSIBILIDADE.....	26
Tabela 6	Níveis de SEVERIDADE.....	26
Tabela 7	Categorias de PROBABILIDADE.....	27
Tabela 8	Tabela de Valorização dos Riscos (Severidade x Probabilidade).....	27
Tabela 9	Matriz de decisão para níveis de Risco.....	28

EMBRANCO



1 REFERÊNCIAS DO PROJETO

Cliente: FUNDAÇÃO RENOVA

Projeto: Estudo para identificação dos riscos ambientais dos ativos da SAMARCO diretamente afetados pelo EVENTO que possam impactar na Bacia do Rio Doce, bem como propor ações preventivas e mitigatórias associadas a esses riscos.

Endereço de Execução: Ouro Preto/MG, Mariana/MG e Áreas de Influência

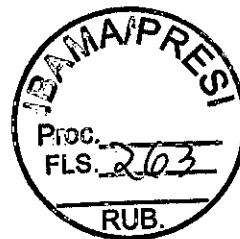
Elaborado por: PM Analysis Assessoria e Treinamento
Rua Barão de Itapetininga 124 CJ 122 – São Paulo/SP
Tel: (11) 5062-3521
www.pmanalysis.com.br

Equipe Técnica: **COORDENAÇÃO GERAL**
Richard Chan - Diretor Técnico

CONSULTORES E ESPECIALISTAS TÉCNICOS
Gabriel Pedreira de Lima – Biólogo, MSc.
Flávio Oliveira – Diretor Técnico
Adriano Simões – Eng. Ambiental e Eng. Segurança

São Paulo, 23 de Fevereiro de 2017.

EMBRANCO



2 PREFÁCIO

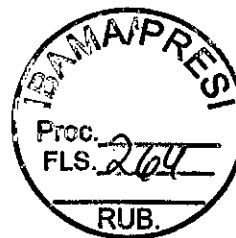
A abordagem dos Riscos Ambientais está vinculada a importantes temas debatidos no meio acadêmico, tanto em pesquisas científicas quanto no ensino formal, possibilitando a aplicação do conceito de mapeamento de risco em estudos das escalas dos fenômenos e para as formas de representação espacial dos riscos ambientais em decorrência à determinada ação antropogênica. Assim, é de grande importância tornar aplicável um conceito de risco que busca a aproximação de uma definição aceita cientificamente e baseada na bibliografia internacional e do entendimento popular que transpareceu durante diversas experiências de mapeamento de risco que vêm sendo realizadas ou acompanhadas diretamente a partir da década de 90 (Dagnino & Capri, 2007).

Os conceitos de risco têm sido utilizados em diversas ciências e ramos do conhecimento e adaptados conforme cada caso específico (Brilhante, 1999). Contudo, ainda não há um consenso ou metodologia amplamente aceita, além de específica, para análises de risco para os diversos setores produtivos e/ou econômicos, o que dificulta a comparação e análise da eficiência destes tipos de estudo. Nestas situações, frequentemente, o termo “Risco” é substituído ou associado à potencial, à susceptibilidade, à vulnerabilidade, à sensibilidade, à danos potenciais, dentre outros (Dagnino & Capri, 2007). Trabalhos recentes apontam grande dificuldade por um conceito unificador para trabalhar com os problemas e alterações ambientais e muitas vezes, no entanto, são utilizados nomes diferentes para tratar ou designar as mesmas coisas.

De acordo com a Sociedade de Análise de Risco – Society of Risk Analysis (SRA, 2008), risco é definido como o potencial de realização de consequências adversas inesperadas à vida humana, à saúde, às propriedades ou ao meio ambiente, sendo a estimativa desse risco geralmente baseada no valor esperado da consequência, obtido pela integração da distribuição de probabilidade condicional de um evento vezes os valores das consequências deste evento, dado que ele ocorreu.

Quando consideramos estudos de Riscos Ambientais, e em especial no Brasil, a lacuna de conhecimento e a dificuldade de comparação ou padronização dos resultados ou metodologia, respectivamente, são maiores, devido, principalmente: (i) a falta ou falha de convergência entre os profissionais da área e dos órgãos ambientais competentes; e (ii) a

EMERSON



elevada heterogeneidade ambiental nacional, somada à ausência ou insípida coleção de informações e dados primários sobre a biodiversidade biótica e abiótica do país, frente às áreas de interferência humana e o risco ambiental proveniente destas atividades.

Para a abordagem utilizada no presente estudo consideraremos o risco como a probabilidade de que um evento, esperado ou não esperado, se materializar, parcial ou completamente. Assim, considera-se, genericamente, que a simples “possibilidade de” configura-se como uma forma de Risco, e que este Risco pode ter variações em seu caráter (Ca), Importância (I), Cobertura (Co), Duração (D) e Reversibilidade (R).

O presente relatório será organizado em uma apresentação geral, contendo prefácio, introdução, objetivos gerais, objetivos específicos, contextualização e metodologia (Volume I). Os volumes subsequentes apresentarão os produtos e os resultados obtidos para cada ativo, descritos no Item 5 – Contextualização.

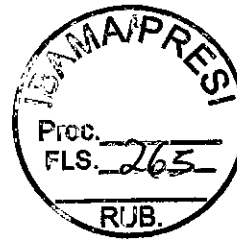
3 APRESENTAÇÃO

Estudos de Risco Ambiental foram impulsionados, a partir de 1940 nos Estados Unidos, com advento das indústrias nucleares e das análises de segurança em refinarias petroquímicas. No Brasil, estes estudos foram singelamente iniciados em 1983, pelo governo do Estado de São Paulo, com a elaboração do Plano de Controle da Poluição Ambiental de Cubatão, sendo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) o organismo responsável pela sua implementação. Este plano desencadeou uma série de exigências para garantir a boa operação e manutenção de processos e tubulações e terminais de petróleo e de produtos químicos das unidades industriais locais, dando-se início ao uso institucional desse tipo de estudo de risco. Com o aumento da preocupação dos organismos de controle ambiental e da sociedade com o desenvolvimento sustentável¹, a

¹ O conceito de desenvolvimento sustentável foi apresentado, primeiramente, no documento intitulado *World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development*, publicado em 1980 pela *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN), o qual advertia para a necessidade de uma nova ordem econômica internacional, bem como de uma nova ética ambiental, além da estabilização da população humana e de modelos de desenvolvimento sustentável. O conceito de desenvolvimento sustentável sofreu diversas adaptações e complementações, sendo construído ao longo do tempo, em um processo contínuo e complexo, resultando em uma enorme variedade de abordagens, Segundo o campo ideológico ou a dimensão adotada. Sem a pretensão de esgotar o tema, que não é o objetivo deste Trabalho, consideramos, para entendimento, como o conceito firmado no relatório da Comissão Brundtland e adotado pelo Brasil, ao estabelecer na Constituição Federal de 1988, como o direito de todos “ao meio

EM BRANCO

EM BRANCO



abordagem de risco foi ampliada e segmentada, assim, sendo considerada, sumariamente, 03 (três) grandes áreas para os Estudos de Risco: (i) Risco à Saúde Ambiental; (ii) Risco Ecológico; e (iii) Risco à Segurança.

No caso de Risco à Saúde Ambiental, a sua aplicação foi acelerada com a publicação do *US Environmental Protection Agency (EPA)*, a agência de proteção ambiental norte-americana, com a publicação do "*Carcinogenic Risk Assessment Guidelines*" e dos trabalhos de remediação do solo na década de 80. No Brasil, em São Paulo, a CETESB realizou de forma esparsa estudos de relação causa-efeito (tóxico-epidemiológico) para algumas empresas com grandes impactos sobre a saúde da população vizinha, como no caso do chumbo, mas sem uma aplicação como plano, programas e projetos como, por exemplo, no caso americano para os 189 poluentes perigosos do ar ("*Hazardous Air Pollutants List/US EPA-The Clean Air Act Amendments of 1990, title I, Section 112 (b)*").

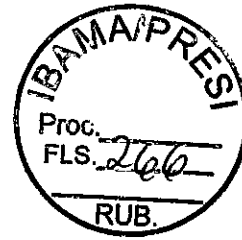
Entendemos que o Risco Ecológico compreende o processo em que se avalia o risco ("probabilidade") de fatores exógenos (fatores de estresse) apresentarem efeitos ecológicos reversíveis ou irreversíveis (US EPA, 1992), ocasionando impactos ambientais significativos (BRASIL 2009). Este conceito ainda se encontra pouco desenvolvido ao nível internacional e praticamente inexistente no Brasil, pois o conceito é amplamente adotado somente para gerenciamento da qualidade do solo em áreas contaminadas por substâncias químicas.

Estudos de Risco Ecológico podem ser demandados quando determinado fator de estresse ("aspecto") apresenta probabilidade ("risco") em interferir, positivo ou negativamente, em, por exemplo: (i) Áreas de Preservação Permanente (APP); (ii) locais com interesse econômico ou científico; (iii) Unidades de Conservação (UC); (iv) refúgios da vida silvestre; (v) *habitat* único ou de distribuição de espécies vulneráveis e/ou ameaçadas de extinção, dentre outros.

Face a extensão dos assuntos nas três áreas de interesse de Risco brevemente apresentadas anteriormente, iremos nos concentrar, para atender o escopo solicitado na Cláusula 176 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC), que determina à identificação dos perigos e avaliação dos riscos ao meio ambiente, a partir dos ativos da

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

EM BRANCO



Samarco, capazes de impactar a Bacia do Rio Doce. Este documento, o TTAC, foi elaborado e assinado pela Samarco, Vale, BHPB e pelos órgãos governamentais Federal, do Estado de Minas Gerais e do Estado do Espírito Santo.

4 OBJETIVO GERAL

Identificação dos perigos e avaliação de riscos ao meio ambiente, a partir dos ativos Samarco, afetados pelo “Evento de Fundão” capazes de impactar a Bacia do Rio Doce. Este trabalho será estruturado em 02 (dois) Volumes, conforme a descrição abaixo.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Volume I – Introdução, Contextualização e Metodologia; e
- Volume II – Relatório Técnico contendo os Perigos, Riscos, Recomendações e Ações Mitigatórias e Emergências nas Barragens do Germano e Santarém.

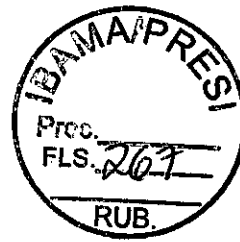
5 CONTEXTUALIZAÇÃO

Para um correto entendimento do estudo ora apresentado é importante discorrermos brevemente sobre a abrangência das análises. A cláusula **176 do TTAC – Termo Transação e Ajustamento de Conduta** determina:

“CLÁUSULA 176: A FUNDAÇÃO deverá apresentar estudo para identificar riscos ambientais dos ativos da SAMARCO diretamente afetados pelo EVENTO que possam impactar na Bacia do Rio Doce, bem como propor ações preventivas e mitigatórias associadas a esses riscos.”

Com a manifestação da ruptura da Barragem de Fundão, os ativos diretamente afetados foram somente as barragens de Germano e Santarém. Os demais ativos existentes não sofreram, tão pouco ocasionaram, impactos estruturais e/ou ambientais, respectivamente, com o evento. Em virtude da interrupção das atividades e operação da mineradora, os ativos não contemplados pelo presente estudo somente sofreram impactos de ordem operacional, portanto, entendemos, que estes não deveriam ser considerados nas análises processadas para atendimento da referida cláusula.

EM BRANCO



As informações apresentadas a seguir, sobre a Mineradora SAMARCO e o Evento do Rompimento da Barragem de Fundão, foram extraídas do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) Sistema de Disposição de Rejeitos – Alegria Sul elaborado pela empresa Arcadis (SAMARCO 2016). Esta opção foi adotada por considerarmos relevante o conteúdo deste documento e, também, para evitar a geração de informações duplicadas, dúbias ou incompletas.

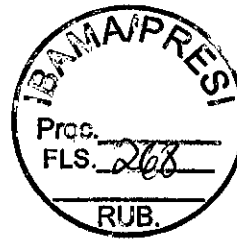
5.1 SAMARCO MINERAÇÃO

A Samarco é uma empresa brasileira, controlada em partes iguais pela Vale S.A e BHP Billiton Brasil Ltda., com quase 40 anos no mercado, e que possui duas unidades industriais para produção de pelotas de minério de ferro nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. São 03 (três) concentradores na unidade de Germano, localizados nos municípios de Ouro Preto e Mariana, Estado de Minas Gerais, e 04 (quatro) usinas de pelotização, na unidade de Ubu, em Anchieta, Estado do Espírito Santo.

As duas unidades industriais são interligadas por 03 (três) minerodutos, com cerca de 400 quilômetros de extensão cada um, que transportam a polpa de minério de ferro de Minas Gerais ao Espírito Santo, passando por 25 municípios. Na unidade de Ubu, no Espírito Santo, a empresa conta ainda com um terminal marítimo próprio, por onde escoar toda a produção.

A Samarco iniciou a operação do Concentrador I com o minério da mina de Germano em 1977. A configuração do circuito foi definida através de um extenso programa de testes em escala de bancada e piloto. O circuito era muito simples, com o ROM (*Run of Mine*, ou minério bruto) alimentando diretamente quatro moinhos primários de bolas. Devido sua granulometria fina, o minério não requeria a etapa de britagem. Após a moagem, era feita uma deslamagem em dois estágios e o minério deslamado era, então, submetido à flotação, em quatro linhas de flotação mecânica, sendo o concentrado remoído em quatro moinhos de bolas e alimentado a dois espessadores de concentrado para adequação da concentração de sólidos ao transporte de polpa por mineroduto. O rejeito da flotação era encaminhado diretamente para as barragens de rejeitos e as lamas espessadas, em um único espessador, e transferidas e depositadas, também, para as barragens.

EMBRANCO



Ao contrário do padrão de outras minas de minério de ferro do Brasil, o Concentrador I não produzia granulado e com isso era necessário moer todo o material. Em 1986 foi introduzido o quinto moinho de bolas secundário. Com esta configuração atingiu a produção de 8,4 Mtmisc/ano, em 1990. Em 1992, com a exaustão do minério da mina de Germano, foi iniciada a alimentação do concentrador com os minérios de Alegria 3, 4 e 5. Este blending apresentava as seguintes características, em relação ao minério de Germano:

- Granulometria mais grosseira;
- Maior compactidade;
- Maior percentual de lamas;
- Cinética de flotação mais lenta;
- Maior produtividade na moagem secundária.

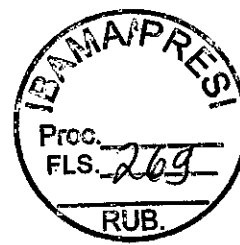
Para processamento deste minério, foi necessária a instalação de uma unidade de britagem e de um circuito de flotação em colunas *cleaner*. O circuito se tornou mais complexo e a área ocupada, maior.

Em 1995 foi instalada a planta de recuperação de finos do *overflow* dos ciclones deslamadores, em 1996 foi atingida a produção de 9,6 Mtmisc/ano. Em 1997, no Projeto de Expansão - P2P - foram instalados dois pré-moinhos, um terceiro estágio de deslamagem, o sexto moinho secundário, três colunas na etapa de flotação *cleaner* e o segundo espessador de lamas, atingindo em 2003 a produção de 15,5 Mtmisc/ano. No Concentrador II, cuja operação foi iniciada em junho de 2008, a característica de fluxo fácil foi aprimorada. O fluxograma é mais simples, com pequenas modificações:

- Equipamentos de grande porte e alta performance;
- Correta disposição destes equipamentos;
- Instrumentação completa.

O Concentrador II apresenta fluxograma simplificado, com uma única linha de operação após a moagem primária, retornando a um arranjo próximo daquele do Concentrador de Germano de 1977. Os aprendizados de processo para beneficiamento de minérios com teor de Fe mais baixo e maior conteúdo de lamas (percentual de PPC mais elevados) têm sido consolidados nos diferentes projetos de otimização e expansão da empresa, inclusive o do Concentrador III que opera desde a implantação do Projeto P4P.

EM BRANCO



Além da crescente produção e da importância da Samarco para o setor mineral, pesa também sua relevância para a região de inserção das unidades industriais. Antes de novembro de 2015, a receita da Samarco equivalia a cerca de 6,4% do PIB do Espírito Santo e 1,6% do PIB de Minas Gerais. Em 2014 a empresa pagou R\$ 1,5 bilhão em impostos, e em algumas cidades, os impostos gerados diretamente pelas atividades da Samarco são vitais para o município, como por exemplo Mariana, Ouro Preto e Anchieta, em que os valores pagos de impostos representam, respectivamente, 54%, 35% e 50% das suas receitas.

As exportações da empresa representaram 1% do total exportado pelo Brasil em 2015 e tiveram um papel importante na redução do déficit da balança comercial brasileira. Com um modelo de negócio exportador, a empresa possui clientes em mais de 20 países, na Europa, nas Américas, na Ásia, na África e no Oriente Médio, com um portfólio que concentra pelotas de minério de ferro em duas grandes categorias – redução direta (DR) e alto-forno (BF) – e finos (*pellet feed* e *sinter feed*). A partir de 2014 a capacidade nominal de produção da Samarco passou a ser de 30,5 milhões de toneladas anuais de pelotas de minério de ferro, após a entrada em operação do Projeto Quarta Pelotização (P4P). No mesmo ano, foram produzidos 25,075 milhões de toneladas de pelotas de minério de ferro e finos, e o faturamento bruto alcançou R\$ 7.601,3 milhões, 5% acima do obtido em 2013.

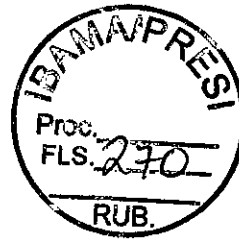
Nos últimos 5 anos (2011-2015), o total dos investimentos da Samarco no Brasil foi de R\$ 9,1 bilhões. Além disso, a empresa contava, até o ano de 2015, com cerca de 3 mil empregados diretos e aproximadamente 3,5 mil contratados. Além das operações industriais, a Samarco detém uma usina hidrelétrica, em Muniz Freire (ES), e participa do consórcio da usina hidrelétrica de Guilman-Amorim, em Antônio Dias e Nova Era (MG).

5.1.1 ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO

Como é de conhecimento comum, no dia 05/11/2015 a barragem de Fundão, no Complexo Germano, se rompeu provocando diversos impactos socioambientais.

“Lamentamos profundamente o rompimento da barragem de Fundão em novembro de 2015 e seus impactos sobre a população, as comunidades e o meio ambiente. Entendemos que somos

EM BRANCO



responsáveis pela enorme tarefa de tentar fazer o que é correto. ”

Roberto Carvalho, Diretor Presidente

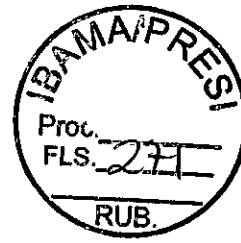
O rompimento da barragem ocasionou o derramamento dos rejeitos de mineração de ferro que se espalharam causando também o gaileamento da barragem de Santarém. A mistura de rejeitos, sedimentos e água atingiu principalmente os distritos do município de Mariana e de Barra Longa, os rios Gualaxo do Norte e do Carmo, e a pluma de turbidez resultante percorreu aproximadamente 650 km até a foz do Rio Doce, em Linhares/ES. Imediatamente após o rompimento da Barragem de Fundão a Samarco se organizou em várias frentes de trabalho buscando minimizar e controlar os impactos ambientais e sociais decorrentes do evento. Para tanto, seu efetivo foi reorganizado e orientado à realização de ações emergenciais em frentes de trabalhos pré-definidas. As frentes de trabalho foram definidas priorizando as áreas mais afetadas pela descarga de rejeitos.

Polos de atuação foram estabelecidos nos municípios de Mariana, Barra Longa e Santa Cruz do Escalvado, que também assiste aos moradores do município de Rio Doce. Além disso, foram constituídas centrais ao longo do Rio Doce antes mesmo da chegada da pluma nos municípios. Deste modo, a Samarco estabeleceu base no estado do Espírito Santo, nos municípios de Linhares, com atuação também em Marilândia; Colatina, e em Baixo Guandu, e no estado de Minas Gerais, no município de Governador Valadares, com atuação nos 31 municípios compreendidos entre Sem-Peixe e Aimorés. No dia 06/11/2015 a Samarco iniciou, por meio de empresas contratadas, levantamento emergencial de informações das famílias impactadas com base no formulário e orientações da Defesa Civil. As informações foram utilizadas para organizar os trabalhos e ações de resposta humanitária visando atender as necessidades emergenciais da população impactada.

Após o rompimento da barragem de Fundão e, antes mesmo que a pluma percorresse todo o Rio Doce até alcançar o mar, a Samarco direcionou analistas sociais do seu corpo de empregados que iniciaram imediatamente o diálogo com os grupos impactados pelo evento e iniciaram em campo a coleta de informações que subsidiaram as primeiras ações de emergência.

Na sequência, empresas foram contratadas e levadas para atuação em campo em todo o percurso do Rio Doce, com objetivo de realizar uma avaliação socioeconômica dos

EM BRANCO



municípios e grupos sociais impactados por meio de uma metodologia de aproximação, para o adequado conhecimento dos municípios ao longo de todo o curso do rio até a sua chegada ao mar, no Espírito Santo.

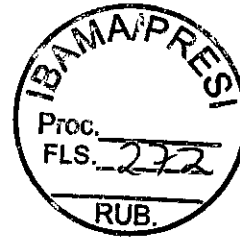
Todas as ações de emergência que requerem intervenção ambiental estão sendo devidamente regularizadas juntamente ao órgão licenciador competente, havendo reuniões periódicas entre a Samarco, mais especificamente a unidade de MG, IBAMA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Mariana onde todas as ações em andamento e novas propostas de intervenção são apresentadas com a manifestação de todas as partes envolvidas, gerando autos de fiscalização específicos em cada reunião.

Para as frentes de trabalho designadas para os trabalhos emergenciais, foram definidas ações de reparação, controle e de monitoramento que vêm sendo implementadas e acompanhadas desde o rompimento da Barragem de Fundão. Essas ações foram organizadas de forma a fazer referência aos programas estabelecidos no Termo de transação e de Ajustamento de Conduta estabelecido em 02/03/2016.

Conforme acordo homologado, está sendo criada uma Fundação de direito privado, que ficará responsável pela implantação de cerca de 40 programas reunidos em duas principais frentes de trabalho, uma socioeconômica e outra socioambiental. O acordo concentra as ações emergenciais adotadas pela Samarco desde novembro e além de propor novos projetos.

Antes mesmo da assinatura do acordo, a Samarco mobilizou esforços para o atendimento às pessoas afetadas e para a mitigação dos impactos ambientais. Essas ações continuam e agora passam a integrar os programas da Fundação. O Acordo concentra as ações de reparação socioambiental e socioeconômica, mantendo o que já vem sendo adotado pela Samarco desde novembro, além de trazer compromissos claros, definir prazos para apresentação e execução dos novos projetos propostos e fixar regras de transparência e prestação de contas das atividades. Todos os projetos podem ser acompanhados pelas populações impactadas, por meio de auditorias externas e a criação de uma ouvidoria para atender os cidadãos.

EMBRANCO



Até que a Fundação esteja em atividade, a empresa executará todas as ações de recuperação social e ambiental em andamento.

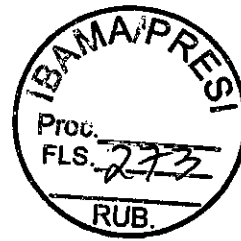
Dentre os principais compromissos socioambientais e socioeconômicos estão:

- Disponibilização de recursos, a título compensatório no valor de R\$ 500 milhões, para determinados municípios impactados usarem na elaboração e execução de planos de captação e tratamento de esgoto e de aterros sanitários.
- Recuperação, a título compensatório, de 5 mil nascentes a serem definidas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce.
- Recuperação de Áreas de Proteção Permanente (APPs) do Rio Doce e tributários por meio de reflorestamento de 10 mil hectares e condução de regeneração natural de 30 mil hectares ao longo de dez anos, a título compensatório e no valor de R\$ 1,1 bilhão.
- Reconstrução das localidades impactadas, como de Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo (Mariana) e Gesteira (Barra Longa), e diálogo com as comunidades impactadas para a definição de medidas para a recuperação ou realocação.
- Execução de um programa de ressarcimento e de indenizações, por meio de negociação coordenada, destinado a reparar e indenizar as pessoas impactadas, de adesão facultativa.
- Recuperação de bens culturais de natureza material e preservação do patrimônio cultural impactado.
- Implementação de ações visando à recuperação de atividades econômicas e produtivas impactadas, como agropecuária, pesca, serviços e comércio.
- Implementação e manutenção de medidas de apoio aos povos indígenas impactados.
- Criação de canais permanentes de comunicação e de diálogo com a comunidade, bem como realização de agendas para apresentação do andamento e resultados dos programas a serem implementados.
- Ainda estão previstos programas de saúde, proteção social e educação para o restabelecimento de serviços públicos impactados e acompanhamento dos indivíduos e famílias impactadas.

EM BRANCO

EM BRANCO





Dentre as ações emergenciais, destaca-se a atuação junto à população ribeirinha impactada diretamente pelo aumento da turbidez das águas do rio Doce. Parte desta população tinha como fonte de renda, direta ou indireta, atividades econômicas no rio Doce.

6 METODOLOGIA

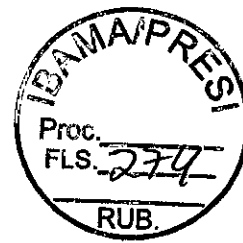
A seguir serão apresentados e descritos a metodologia adotada para a Avaliação de Risco, proposta para a verificação dos perigos e potenciais impactos dos ativos da Samarco à Bacia do Rio Doce. Na presente proposta metodológica, as análises, para avaliação de riscos e impactos ambientais, utilizarão, preferencialmente, atributos qualitativos, sendo que os dados quantitativos somente serão utilizados e analisados quanto disponíveis ou disponibilizados, ou como parte das recomendações resultantes deste estudo não fazendo, portanto, parte do escopo desta análise.

A metodologia consiste em uma adaptação da técnica de cenários (CEMIG, 1993 apud Stamm, 2003) e da matriz de Leopold (Leopold *et al.*, 1971). A técnica de cenários permite simular circunstâncias reais, hipotéticas e /ou potenciais, para estabelecimento ou funcionamento de projetos e suas diversas características. A matriz de Leopold relaciona ações com fatores ambientais, resultando em uma matriz de interação que indicará a probabilidade e a severidade destes cenários promoverem impactos, positivos ou negativos, ao meio ambiente.

Como grande vantagem da aplicação desta metodologia vemos a significativa probabilidade de que todas os cenários possíveis, bem como as interações entre estes cenários e os seus respectivos impactos associados, tenham sido considerados. Este fato decorre da extensa lista de “AÇÕES QUE PODEM CAUSAR EFEITOS AMBIENTAIS” e “CARACTERÍSTICAS OU CONDIÇÕES DO MEIO SUSCETÍVEIS A ALTERAÇÕES”, que serão explanadas a seguir.

Uma vez que a lista de “ações que podem causar efeitos ambientais” possui 98 elementos (com possibilidade de variação para mais, devido a inclusão de itens específicos) e a lista de “características ou condições do meio suscetíveis a alterações” possui 86 elementos (com possibilidade de variação para mais, devido a inclusão de itens específicos) temos que a quantidade mínima de nós de estudo avaliados para cada um dos ativos analisados neste trabalho é de 8.428 combinações possíveis, o que reduz

EMBRANCO



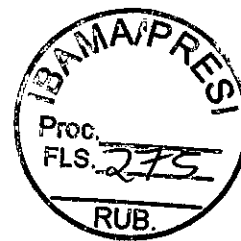
consideravelmente a probabilidade de que um cenário importante tenha sido desconsiderado na avaliação de risco.

A aplicação desta metodologia, possibilitará, a partir dos resultados obtidos, a identificação de cenários possíveis, classificando-os de acordo com categorias de "probabilidade" e "severidade", cuja combinação resulta no "risco" e, em função de sua criticidade, serão propostas medidas mitigadoras, de controle, de minimização, de monitoramento e/ou compensação ambiental para gerenciamento dos mesmos.

6.1 DEFINIÇÕES

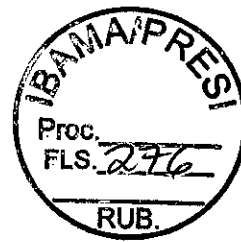
- **Cenário:** conjunto formado pela situação de risco ou aspecto ambiental e social, suas causas e cada um dos seus efeitos/impactos.
- **Impacto Ambiental:** qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da Organização. (ISO 14001:2015).
- **Impacto Social:** mudança positiva ou negativa na sociedade, total ou parcialmente resultante das decisões e atividades passadas e presentes relacionadas ao empreendimento.
- **Aspecto Ambiental:** elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente (ISO 14001:2015). O aspecto ambiental pode ocorrer em condições normais de operação, mas existem condições associadas às condições anormais (manutenção, transição de produto).
- **Aspecto Social:** elemento das atividades de uma organização que pode causar impacto social. O aspecto social ocorre como parte integrante dos processos de implantação ou de operação. Ex.: migração, alteração de patrimônios culturais, remoção involuntária, etc.
- **Risco:** é a combinação da severidade da consequência de um evento ou exposição perigosa com a frequência/probabilidade de ocorrência desta consequência.
- **Situação de Risco:** a situação de risco corresponde ao evento acidental relacionado com a característica de um processo, uma atividade ou substância, que expressa a sua condição de causar algum tipo de efeito às pessoas, instalações ou ao meio ambiente.
- **Risco Potencial:** risco definido sem considerar nenhuma medida de controle já existente na unidade. Para Saúde e Segurança, este risco é considerado como opcional.
- **Risco Real:** risco definido considerando as medidas de controle existentes na unidade.

EMBRANCO



- **Risco Residual:** risco remanescente, após a implementação das medidas de controle (recomendações) identificadas durante o processo de Análise de Risco para mitigação do risco atual.
- **Análise de Risco:** consiste no desenvolvimento de uma estimativa qualitativa ou quantitativa do risco de um determinado processo ou tarefa, com base em técnicas específicas para identificação dos possíveis cenários acidentais, suas frequências e consequências associadas.
- **Controle de Mitigação:** processos, práticas, materiais, equipamentos ou produtos que visam reduzir ou minimizar os efeitos/impactos adversos, relacionados às situações de risco ou aspectos ambientais e sociais, visando mantê-los a níveis considerados aceitáveis. Estes controles têm ênfase na minimização do efeito, uma vez que o efeito danoso ao ser humano ou o impacto ambiental já ocorreram. Exemplos de controles de mitigação: bacia de contenção, coleta seletiva de resíduos, estação de tratamento de efluentes, sistema de combate a incêndio, etc.
- **Controle de Monitoramento:** processos, práticas, materiais, equipamentos ou produtos que visam acompanhar requisitos ou parâmetros pré-estabelecidos visando mantê-los em níveis considerados aceitáveis. Exemplos de controles de monitoramento: HI-VOL, inspeções periódicas, inspeção de segurança, rota ambiental, etc.
- **Controle de Prevenção:** processos, práticas, materiais, equipamentos ou produtos que evitam, reduzem ou controlam uma situação de risco ou aspecto ambiental e social, os quais podem incluir: reciclagem, tratamento, mudanças no processo, isolamento, uso eficiente de recursos, substituição de materiais entre outros mecanismos de controle. Estes controles atuam nas causas e evitam a ocorrência da situação de risco ou a manifestação do impacto ambiental. Exemplos de controles de prevenção: bloqueios elétricos, para-raios, sinalização, armazenamento adequado, capacitação, manutenção de veículos, reuso de água/resíduos, etc.
- **Controle Operacional:** ações e/ou tecnologias aplicáveis a determinadas situações de risco e aspectos ambientais e sociais associados às atividades, produtos e serviços de modo a mantê-los dentro dos parâmetros aceitáveis, requisitos legais ou outros requisitos aplicáveis. Podem ser os três tipos mencionados acima: controle de prevenção, controle de monitoramento e controle de mitigação.

EM BRANCO



6.2 PREMISSAS DO ESTUDO

Foi adotada como uma premissa relevante deste estudo que as informações relevantes a respeito da caracterização, regime de operação, documentos legais e controles existentes sejam fornecidos pela Fundação Renova. Esta premissa implica na possibilidade de que, na ausência ou limitação das informações fornecidas, os resultados dos estudos reflitam um panorama diferente do real. A qualquer momento os estudos poderão ser revisados mediante o fornecimento de informações complementares.

6.3 DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

6.3.1 DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS

Conforme anteriormente abordado, cenários são circunstâncias reais, hipotéticas e/ou potenciais, para estabelecimento ou funcionamento de projetos e suas diversas características que são definidos, ou identificados *in loco*, e que a partir destes são realizadas as análises quali-quantitativas de aspectos, perigos e impactos (adaptado de Stamm, 2003).

6.3.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Na avaliação dos impactos ambientais serão considerados os danos e/ou mudança ao meio ambiente causada pela atividade ou por alguma situação emergencial. Os impactos ambientais podem ser dos tipos positivo ou negativo, sendo que o negativo representa uma quebra no equilíbrio ecológico, que provoca graves prejuízos no meio ambiente. Chama-se impacto ao efeito produzido pelo estado do meio ambiente sobre aspectos como a qualidade de vida e a saúde humanas, sobre o próprio meio ambiente, sobre o ambiente construído e sobre a economia urbana local.

6.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE

A metodologia adotada para a realização das atividades de identificação de perigos, avaliação de riscos e recomendações de ações para prevenção, monitoramento e mitigação (incluindo providências a serem adotada para o PAE – Plano de Atendimento a Emergências) é norteada, de maneira genérica, pela norma ISO 31000 – Gestão de Riscos - Princípios e Diretrizes.

A ISO 31000 é a norma internacional para gestão de risco. Esta norma se aplica à maioria das atividades de negócios, incluindo planejamento, operações de gestão e

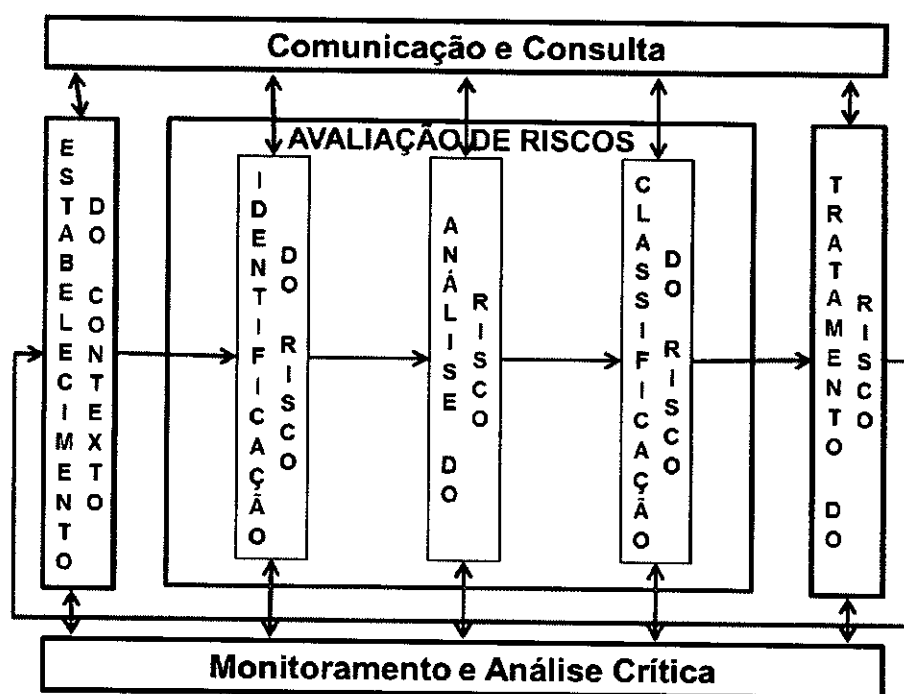
EMBRANCO

processos de comunicação. Ela provê uma estrutura lógica e abrangente para a abordagem dos riscos de uma organização ou empreendimento.

Neste caso específico, a estrutura da ISO 31000 será utilizada como premissa gerencial para a abordagem técnica adotada mais adiante, durante o processo de avaliação.

A seguir o diagrama das etapas de um processo típico de avaliação de risco, que será desdobrado mais adiante na aplicação o método específico adotado neste estudo.

Figura 1 Fluxo Geral de Avaliação de Riscos – ISO 31000



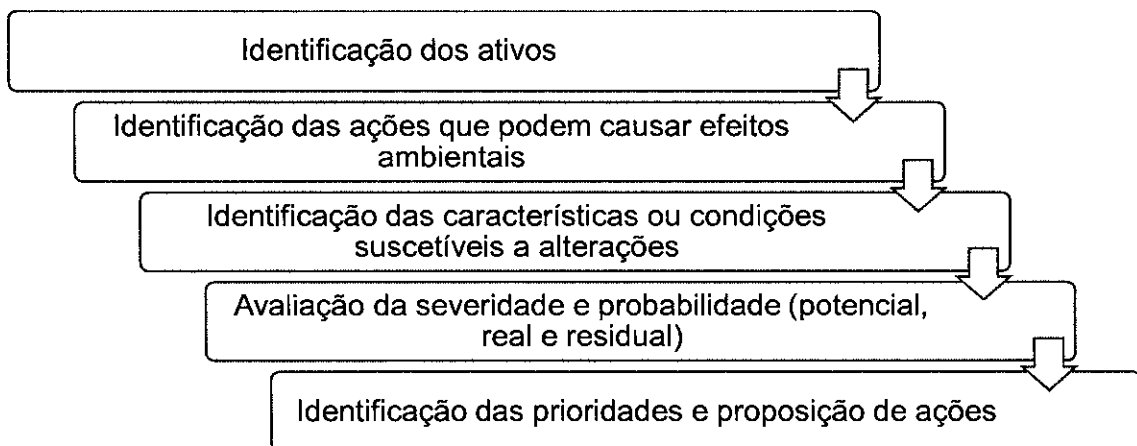
Fonte: ISO 31000 adaptado por PM Analysis.

A aplicação da matriz de Leopold mencionada no *caput* do item 6 deste relatório está em consonância com o processo de avaliação de risco da ISO 31000, como será demonstrado a seguir.

A metodologia adotada neste estudo é baseada no preenchimento da planilha (ANEXO I.1), denominada Matriz de Leopold, e os resultados são incorporados na Matriz de Impacto (ANEXO I.2). O fluxo de avaliação (Figura 2) contempla as seguintes etapas:

EMBRANCO

Figura 2 Fluxo de Avaliação de Risco



6.4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ATIVOS

A identificação dos ativos respeitou a definição da Fundação Renova, conforme descrito no item 4 deste relatório, e a determinação da Cláusula 176 do TTAC.

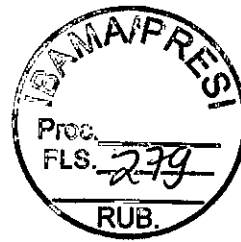
6.4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS AÇÕES QUE PODEM CAUSAR EFEITOS AMBIENTAIS

As chamadas “ações que podem causar efeitos ambientais” são as interações provocadas pelas atividades da organização / implantação do projeto. A matriz original é constituída por 98 opções, que podem ser acrescidas de outras opções na medida em que novas interações sejam identificadas.

As ações são agrupadas em diferentes tipos de ações, a saber:

- A. Modificação do Regime
- B. Transformação do Solo e Construção
- C. Extração de Recursos
- D. Processos
- E. Alteração do Solo
- F. Recursos Renováveis
- G. Mudanças no Tráfego
- H. Tratamento e Disposição de Resíduos

EM BRANCO



- I. Tratamento Químico
- J. Acidentes
- K. Outros

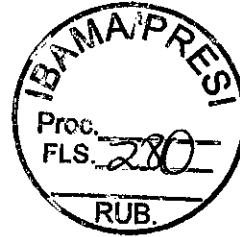
6.4.3 CARACTERÍSTICAS OU CONDIÇÕES DO MEIO SUSCETÍVEIS A ALTERAÇÕES

As chamadas “características ou condições do meio suscetíveis a alterações” condições ambientais e sociais que podem ser afetadas pelas ações da empresa. A matriz original é constituída por 88 opções, que podem ser acrescentadas de outras opções na medida em que novas interações sejam identificadas.

As características estão agrupadas em diferentes tipos, que por sua vez são subdivididos para melhor entendimento:

- A. Características Físicas e Químicas
 - 1. Terra
 - 2. Água
 - 3. Atmosfera
 - 4. Processos
- B. Condições Biológicas
 - 1. Flora
 - 2. Fauna
- C. Fatores Culturais
 - 1. Uso e Ocupação
 - 2. Recreação
 - 3. Estética e Interesse Humano
 - 4. Status Local
 - 5. Serviços e Infraestrutura
- D. Interações Ecológicas
 - a Salinização da Água
 - b. Eutrofização
 - c. Proliferação de Pragas e Vetores
 - d. Cadeias Alimentares
 - e. Salinização do Solo

EM BRANCO



- f. Organismos Invasores Exóticos
- g. Outros
- E. Outros

6.4.4 AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE E PROBABILIDADE (POTENCIAL, REAL E RESIDUAL)

O cruzamento das “ações que podem causar efeitos ambientais” e “características ou condições do meio suscetíveis a alterações” é o nó de estudo que deve ser avaliado em busca de interações significativas. Esta avaliação, através da aplicação dos conceitos de “severidade” e “probabilidade” descritos a seguir permitirá identificada a existência de impactos positivos, impactos negativos ou interações neutras.

No processo de construção da matriz, destaca-se a estimativa da severidade, que combinada com a probabilidade de ocorrência, resultará na categorização do risco que corresponderá ao cenário. Na categorização da probabilidade e na de severidade para as consequências do evento danoso, a atribuição dos respectivos pesos é realizada:

- Na condição potencial, isto é, sem considerar os controles existentes;
- Na condição real, considerando os controles existentes para cada situação; e
- Na condição residual, para os cenários que apresentam a necessidade de implantação de controles mais eficazes, nomeadas “recomendações”.

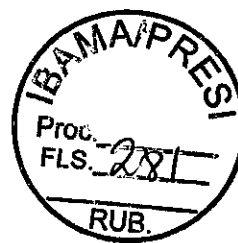
A Matriz de Impactos prevê a pontuação nos três momentos supracitados. Essa forma de avaliação permite a determinação aproximada da magnitude do risco e da necessidade de ações para o seu gerenciamento (risco potencial). Além disso permite a avaliação da eficácia dos controles implementados (risco real) e o potencial de redução dos riscos a partir da adoção das ações recomendadas (risco residual).

As regras para tomadas de decisão e orientação no processo de gerenciamento por meio da técnica de matriz de impactos, são detalhadas a seguir.

6.4.4.1 CATEGORIAS DE SEVERIDADE

Os cenários identificados devem ser classificados em categorias de severidade, as quais, fornecem uma indicação qualitativa do grau de severidade das suas consequências. A seguir, são descritas as categorias Caráter (Ca), Importância (I), Cobertura (Co), Duração

EMBRANCO



(D) e Reversibilidade (R). A combinação destas categorias resultará na Severidade (S), que por sua vez, quando multiplicada pela Probabilidade (P) resultará na Categoria de Risco (CR) para cada cenário considerado.

6.4.4.1.1 CARÁTER (Ca)

É o termo que designa se o aspecto apresentará impactos positivos/benéficos, neutros/nulos ou negativos/adversos.

Tabela 1 Categorias de CARÁTER.

CARÁTER (CA)	DESCRIÇÃO
Positivo (1)	Impactos positivos sobre o meio ambiente, caracterizados pela melhoria das condições ambientais ou sociais.
Neutro (0)	Ações não produzem qualquer efeito sobre o meio ambiente ou social.
Negativo (-1)	Ações produzem modificações negativas ao meio ambiente, caracterizadas pela piora das condições ambientais ou sociais.

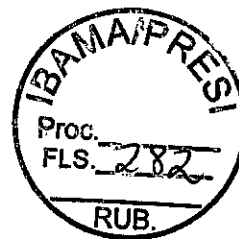
6.4.4.1.2 IMPORTÂNCIA (I)

É o termo que designa se o impacto afetará ecossistemas ou condições socioambientais que apresentam raridade ou vulnerabilidade de, por exemplo, habitat, nichos ecológicos, espécies, patrimônio histórico, patrimônio arquitetônico, monumento natural, comunidade tradicionais, povoações quilombolas ou indígenas, dentre outros. Tem o conceito de **relevância das alterações** sobre a qualidade do meio ambiente ou das relações socioambientais

Tabela 2 Categorias de IMPORTÂNCIA.

IMPORTÂNCIA (I)	DESCRIÇÃO
Alta (3)	Impacto cujo efeito resulta em alteração altamente significativa de um determinado fator ou parâmetro (ambiental ou social) considerado, podendo comprometer a qualidade do ambiente ou das relações socioambientais.
Média (2)	Impacto que resulta em alteração medianamente significativa para um determinado fator considerado ou parâmetro (ambiental ou social), podendo comprometer parcialmente a qualidade do ambiente ou das relações socioambientais.

EM BRANCO



IMPORTÂNCIA (I)	DESCRIÇÃO
Baixa (1)	Impacto que resulta em alteração pouco significativa para um determinado fator ou parâmetro (ambiental ou social), podendo ser considerados desprezíveis seus efeitos sobre a qualidade do ambiente ou das relações socioambientais.

6.4.4.1.3 COBERTURA (Co)

É o termo que designa a abrangência ou extensão do impacto e seus efeitos em caso de sua materialização. A Cobertura pode ser categorizada em regional, local ou pontual.

Tabela 3 Categorias de COBERTURA.

COBERTURA (CO)	DESCRIÇÃO
Regional (3)	Alterações podem afetar áreas externas à área de influência direta ou indireta da empresa e/ou que possam afetar múltiplos municípios.
Local (2)	Alterações podem afetar áreas externas e próximas à área de influência direta da empresa.
Pontual (1)	Alterações restritas à área da empresa, sem afetar áreas externas.

6.4.4.1.4 DURAÇÃO (D)

É o termo que designa o tempo de duração ou de persistência do impacto e seus efeitos em caso de sua materialização. A Duração pode ser categorizada em permanente, média ou curta.

Tabela 4 Categorias de DURAÇÃO.

DURAÇÃO (D)	DESCRIÇÃO
Permanente (3)	Alterações persistentes, sem dissipação natural.
Média (2)	Alterações com média persistência, com dissipação natural de longo prazo.
Curta (1)	Alterações com baixa persistência, dissipadas rápida e naturalmente.

6.4.4.1.5 REVERSIBILIDADE (R)

É o termo que designa o tempo de reversibilidade do impacto e seus efeitos em caso de sua materialização. A Reversibilidade pode ser categorizada em irreversível, média ou total. Traz o conceito de **esforço de intervenção** para mitigação das consequências.

EMBRANCO

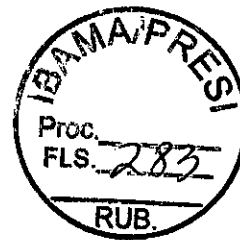


Tabela 5 Categorias de REVERSIBILIDADE.

DURAÇÃO (D)	DESCRIÇÃO
Irreversível (3)	Situação irreversível com as técnicas conhecidas e recursos disponíveis.
Média (2)	Situação reversível com a necessidade de ações de técnicas, com investimento significativo ou grande esforço.
Total (1)	Situação plenamente reversível com baixo esforço ou naturalmente, mediante a implantação de ações administrativas ou baixo investimento.

6.4.4.1.6 SEVERIDADE (S)

A Severidade (S) é estimada considerando uma combinação das avaliações dos fatores descritos a acima, através da aplicação da Equação de Severidade. A aplicação da fórmula resulta nas seguintes possibilidades de resultados e suas respectivas classificações, conforme Tabela 6.

$$S = Ca (I + Co + D + R)$$

Tabela 6 Níveis de SEVERIDADE.

SEVERIDADE	CATEGORIA DE SEVERIDADE	TIPO DO IMPACTO
10 a 12	Acentuadamente Positiva	Benéfico
7 a 9	Moderadamente Positiva	
4 a 6	Levemente Positiva	
0	Neutra	Neutro
-6 a -4	Levemente Negativa	Adverso
-9 a -7	Moderadamente Negativa	
-12 a -10	Gravemente Negativa	

6.4.4.2 PROBABILIDADE (P)

Esta etapa consiste na indicação qualitativa da frequência esperada (probabilidade) de ocorrência de cada cenário acidental identificado na análise. As categorias de probabilidade utilizadas encontram-se apresentadas na Tabela 7.

EMBRANCO



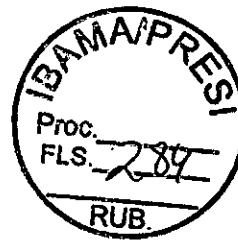


Tabela 7 *Categorias de PROBABILIDADE.*

PROBABILIDADE (P)	DESCRIÇÃO
Improvável (1)	As alterações provavelmente não ocorrerão.
Ocasional (2)	As alterações ocorrerão dependendo de determinadas circunstâncias.
Provável (3)	As alterações provavelmente ocorrerão.

6.4.5 IDENTIFICAÇÃO DAS PRIORIDADES E PROPOSIÇÃO DE AÇÕES

6.4.5.1 CATEGORIA DE RISCO

A Tabela 8 apresenta o resumo da combinação dos critérios de Severidade (S) e Probabilidade (P).

Tabela 8 *Tabela de Valorização dos Riscos (Severidade x Probabilidade).*

TABELA DE VALORIZAÇÃO DOS RISCOS (SEVERIDADE X PROBABILIDADE)				
Severidade	Caráter (Ca)	Positivo (1)	Neutro (0)	Negativo (-1)
	Importância (I)	Alta (3)	Média (2)	Baixa (1)
	Cobertura (Co)	Regional (3)	Local (2)	Pontual (1)
	Duração (D)	Permanente (3)	Média (2)	Curta (1)
	Reversibilidade (R)	Irreversível (3)	Média (2)	Total (1)
Probabilidade	Probabilidade (P)	Provável (3)	Ocasional (2)	Improvável (1)

Combinando-se as categorias de probabilidade com as de severidade, obtém-se a matriz de risco, a qual fornece uma indicação qualitativa do nível de risco de cada cenário acidental identificado, como observado a nas Figuras 2 e 3.

EMBRANCO

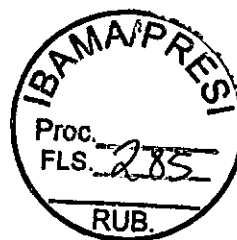


Figura 3 Matriz de Impactos Positivos

IMPACTOS POSITIVOS		PROBABILIDADE		
		1	2	3
SEVERIDADE	12	12	24	36
	11	11	22	33
	10	10	20	30
	9	9	18	27
	8	8	16	24
	7	7	14	21
	6	6	12	18
	5	5	10	15
	4	4	8	12
0	0	0	0	

Impacto	
	Acentuadamente Positivo
	Moderadamente Positivo
	Levemente Positivo
	Neutro

Figura 4 Matriz de Impactos Negativos

IMPACTOS NEGATIVOS		PROBABILIDADE		
		1	2	3
SEVERIDADE	0	0	0	0
	-4	-4	-8	-12
	-5	-5	-10	-15
	-6	-6	-12	-18
	-7	-7	-14	-21
	-8	-8	-16	-24
	-9	-9	-18	-27
	-10	-10	-20	-30
	-11	-11	-22	-33
	-12	-12	-24	-36

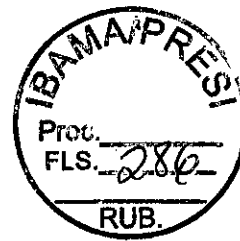
Impacto	
	Neutro
	Levemente Negativo
	Moderadamente Negativo
	Gravemente Negativo

Em função da categoria de risco, obtida da matriz de classificação e valoração para os níveis de risco é dada uma matriz de decisão, conforme Tabela 9.

Tabela 9 Matriz de decisão para níveis de Risco.

	Impacto	Recomendações
$x \geq 24$	Acentuadamente Positivo	Alterações positivas ao meio ambiente em um nível muito relevante e perceptível para os meios físico, biótico ou antrópico. Não é obrigatório adotar ações de maximização destes tipos de efeitos, mas é recomendável o acompanhamento para identificação de oportunidades.
$12 \leq x < 24$	Moderadamente Positivo	Alterações positivas ao meio ambiente em um nível relevante e perceptível para os meios físico, biótico ou antrópico. A oportunidade de maximização destes efeitos pode ser aproveitada através da tomada de ações.
$4 \leq x < 12$	Levemente Positivo	Alterações positivas ao meio ambiente em um nível pouco evidente. A oportunidade de maximização destes efeitos pode ser aproveitada através da tomada de ações.
0	Neutro	Sem ações adicionais. Refere-se a uma combinação improvável de Severidade x Probabilidade.

EM BRANCO



$-4 \geq x > -12$	Levemente Negativo	Pode-se conviver com cenários neste nível de risco, mas este deve ser reduzido no longo prazo. As recomendações não são consideradas obrigatórias. A avaliação da implementação é da responsabilidade da gerência da área.
$-12 \geq x > -24$	Moderadamente Negativo	Cenários com um nível de risco considerado tolerável, mas que pode ser reduzido em caso de medidas com baixo investimento. As recomendações são consideradas oportunas e caberá a da gerência da área planejar sua implementação.
$x \leq -24$	Gravemente Negativo	Os riscos nesta categoria devem ser minimizados ou eliminados. Ações são necessárias para reduzir sua ocorrência ou seus efeitos.

6.4.5.2 CENÁRIOS SIGNIFICATIVOS DE RISCO E PROPOSIÇÃO DE AÇÕES

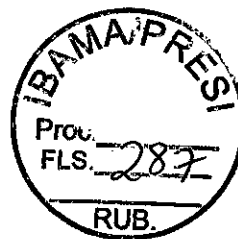
A aplicação da metodologia proposta e descrita anteriormente, possibilitará a identificação de cenários com significativo risco aos ativos analisados, sendo estes categorizados conforme descrito anteriormente.

Para riscos positivos, caberá a proposição de ações de potencialização e monitoramento, não sendo caracterizados, no entanto, como ações prioritárias. Do contrário, para riscos significativamente negativos, deverão ser propostas ações de prevenção, monitoramento e mitigação (incluindo compensação) ambiental.

As informações sobre os controles atualmente disponíveis serão consideradas para o mapeamento das ações adotadas pela SAMARCO. A inclusão de controles permite a reavaliação dos riscos na condição REAL. Nesta condição, entende-se que a diferença entre o risco POTENCIAL e o risco REAL é a medida da eficácia dos controles implementados.

Onde não forem fornecidas ou não estiverem disponíveis informações sobre os controles atuais empregados pela SAMARCO, ou quando as informações levarem à conclusão de que estes são insuficientes para atenuação do risco, serão sugeridas ações complementares para redução dos riscos à níveis aceitáveis. Nesta condição, entende-se que a diferença entre o risco REAL e o risco RESIDUAL é a medida do potencial de redução do risco a partir da implementação de ações adicionais, aqui designadas como recomendações.

EMBRANCO



7 BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009 publicado no dou nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84.

BRILHANTE, OM. & CALDAS, LQA., coord. Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999. 155 p.

CEMIG - Centrais Energéticas de Minas Gerais. Projeto Usina Hidrelétrica Capim Branco, Estudos de Viabilidade - Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Minas Gerais, março. 1999, 117 p.

DAGNINO, R. de S. & CAPRI JUNIOR, S. Risco Ambiental: conceitos e aplicações. Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-86, jul./dez. 2007.

ABNT NBR ISO 31000:2009 – Associação Brasileira de Normas Técnicas: Gestão de Riscos - Princípios e Diretrizes, Brasil, 2009.

LEOPOLD, L; CLARKE, F.E; HANSHAW, B.B & BALSLEY, R.B. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey Circular, Washington, n. 645. 1971.

SAMARCO. Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Sistema de Disposição de Rejeito – Alegria Sul. 2016.

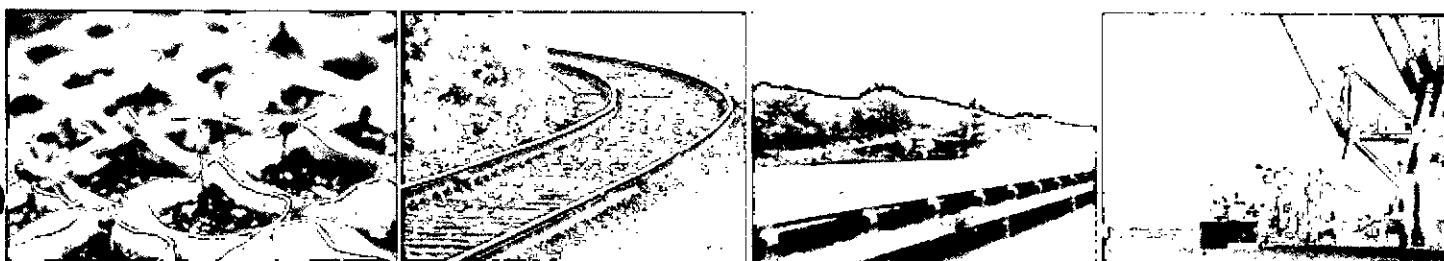
STAMM, H.R. Método para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em Projetos de Grande Porte: Estudo de Caso de uma Usina Termelétrica. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

U.S. EPA. Guidelines for Exposure Assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, EPA/600/Z-92/001, 1992.

EMBRANCO



reparar, restaurar, reconstruir



Estudo Para Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos ao Meio Ambiente a Partir dos Ativos SAMARCO afetados pelo Evento de Fundão.

FUNDAÇÃO RENOVA

VOLUME II – ANÁLISE DE RISCOS BARRAGEM GERMANO E BARRAGEM SANTARÉM

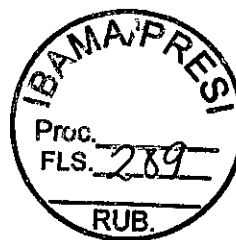
Mariana, MG

Fevereiro, 2017

Referência 2016/0845

Revisão	Emitido	Verificado	Aprovado	Autorizado
Revisão 01	Gabriel Pedreira Adriano Simões	Flávio Oliveira	Richard Chan	

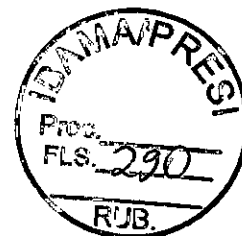
EMBRANCO



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Barragem GERMANO	6
1.1.1	Localização e Caracterização da Área	6
1.2	SISTEMA SANTARÉM.....	10
1.2.1	Localização e Caracterização da Área	10
2	DESCRIÇÃO DA ÁREA A JUSANTE DAS BARRAGENS ATÉ A UHE RISOLETA NEVES (UHE CANDONGA)	13
3	NÍVEL DE ALTERAÇÕES SOFRIDAS EM DECORRÊNCIA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO	18
4	AVALIAÇÃO DE RISCOS	18
4.1	APLICAÇÃO DA MATRIZ DE LEOPOLD	18
4.2	PRINCIPAIS RISCOS	21
4.3	CONTROLES E RECOMENDAÇÕES.....	27
4.3.1	Resumo dos Controles	27
4.4	REAVALIAÇÃO A PARTIR DOS CONTROLES E RECOMENDAÇÕES	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
8	COLEÇÃO DE IMAGENS	45

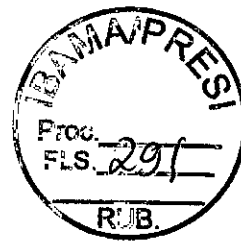
EMBRANCO



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de Localização – Barragem Germano.....	7
Figura 2	Mapa de Localização – Sistema Santarém.....	12
Figura 3	Diagrama Representativo da Área a Jusante das Estruturas que Integram a Unidade Industrial de Germano Delimitada para o Desenvolvimento do Estudo de Cenários (Dam-Break). Fonte: SAMARCO 2016.....	13
Figura 4	Nível de Risco Potencial.....	21
Figura 5	Impactos Classificados por Nível - Potencial	22
Figura 6	Cenários Com Maior Soma de Risco (impactos negativos)	25
Figura 7	Cenários Com Maior Avaliação Individual de Risco (impactos negativos)	26
Figura 8	Impactos Classificados por Nível – REAL.....	28
Figura 9	Impactos Classificados por Nível – RESIDUAL	29
Figura 10	Resumo da Classificação dos Impactos – Potencial, Real e Residual	29
Figura 11	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – TERRA.....	30
Figura 12	Eficácia dos Controles e Recomendações - TERRA.....	30
Figura 13	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – ÁGUA.....	31
Figura 14	Eficácia dos Controles e Recomendações - ÁGUA.....	31
Figura 15	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – PROCESSOS.....	32
Figura 16	Eficácia dos Controles e Recomendações - PROCESSOS	32
Figura 17	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto –ATMOSFERA.....	33
Figura 18	Eficácia dos Controles e Recomendações - ATMOSFERA.....	33
Figura 19	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto - FLORA.....	34
Figura 20	Eficácia dos Controles e Recomendações - FLORA.....	34
Figura 21	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto - FAUNA.....	35
Figura 22	Eficácia dos Controles e Recomendações - FAUNA.....	35
Figura 23	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – USO E OCUPAÇÃO.....	36
Figura 24	Eficácia dos Controles e Recomendações – USO E OCUPAÇÃO.....	36
Figura 25	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – RECREAÇÃO.....	37
Figura 26	Eficácia dos Controles e Recomendações – RECREAÇÃO	37
Figura 27	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – ESTÉTICA E INTERESSE HUMANO 38	
Figura 28	Eficácia dos Controles e Recomendações – ESTÉTICA E INTERESSE HUMANO.	38
Figura 29	Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – STATUS SOCIAL	39

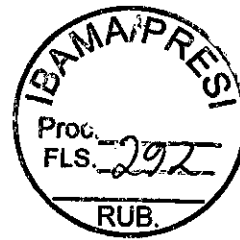
EMBRANCO



Identificação de Riscos Ambientais

- Figura 30 Eficácia dos Controles e Recomendações – STATUS SOCIAL 39
- Figura 31 Evolução do Risco Relacionado ao Impacto – SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA
40
- Figura 32 Eficácia dos Controles e Recomendações – SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA
40

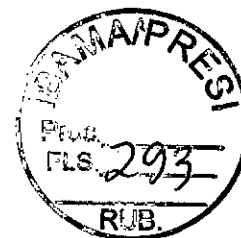
EMBRANCO



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Cenários Com Maior Soma de Risco (impactos negativos)	23
Tabela 2	Cenários Com Maior Avaliação Individual de Risco (impactos negativos)	24

EMBRANCO



1 INTRODUÇÃO

Conforme exposto no “Volume I – Introdução, Contextualização e Metodologia”, o presente volume refere-se à análise dos Perigos, Riscos, Recomendações e Ações Mitigatórias e Emergências nas Barragens: (i) Germano e (ii) Santarém. Iniciaremos com uma sucinta caracterização e localização dos Ativos (i) Barragem Germano e (ii) Sistema Santarém, com posterior apresentação dos produtos envolvendo a Análise de Perigos, Riscos, Recomendações e Ações Mitigadoras e Emergenciais.

As informações apresentadas a seguir, quanto a descrição dos ativos, foram extraídas e complementadas a partir do *DAM-BREAK* elaborado pela PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA e dos PLANOS DE AÇÕES EMERGENCIAIS DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO (PAEBM) elaborados pela GOLDER ASSOCIATES. Esta opção foi adotada por considerarmos relevante o conteúdo destes documentos e, também, para evitar a geração de informações duplicadas, dúbias ou incompletas.

1.1 BARRAGEM GERMANO

1.1.1 Localização e Caracterização da Área

1.1.1.1 Barragem Germano

A Barragem do Germano (Figura 2) foi concebida para integrar o sistema de disposição de rejeitos finos e arenosos provenientes da planta de beneficiamento da Unidade Industrial de Germano (Complexo Industrial de Germano), apresentando com principais estruturas:

- Dique Auxiliar
- Dique Baía 3
- Dique Selinha
- Dique Sela/Tulipa
- Barramento Principal e Empilhamento de Rejeitos à Jusante

Após o evento de ruptura da Barragem do Fundão, o Dique 2, que antes estava submerso, ficou exposto após o deplecionamento do reservatório. O Dique 2, localizado a jusante do Dique da Sela/Tulipa, era uma das estruturas da Unidade Industrial de Germano utilizadas para disposição de rejeitos.

EMBRANCO



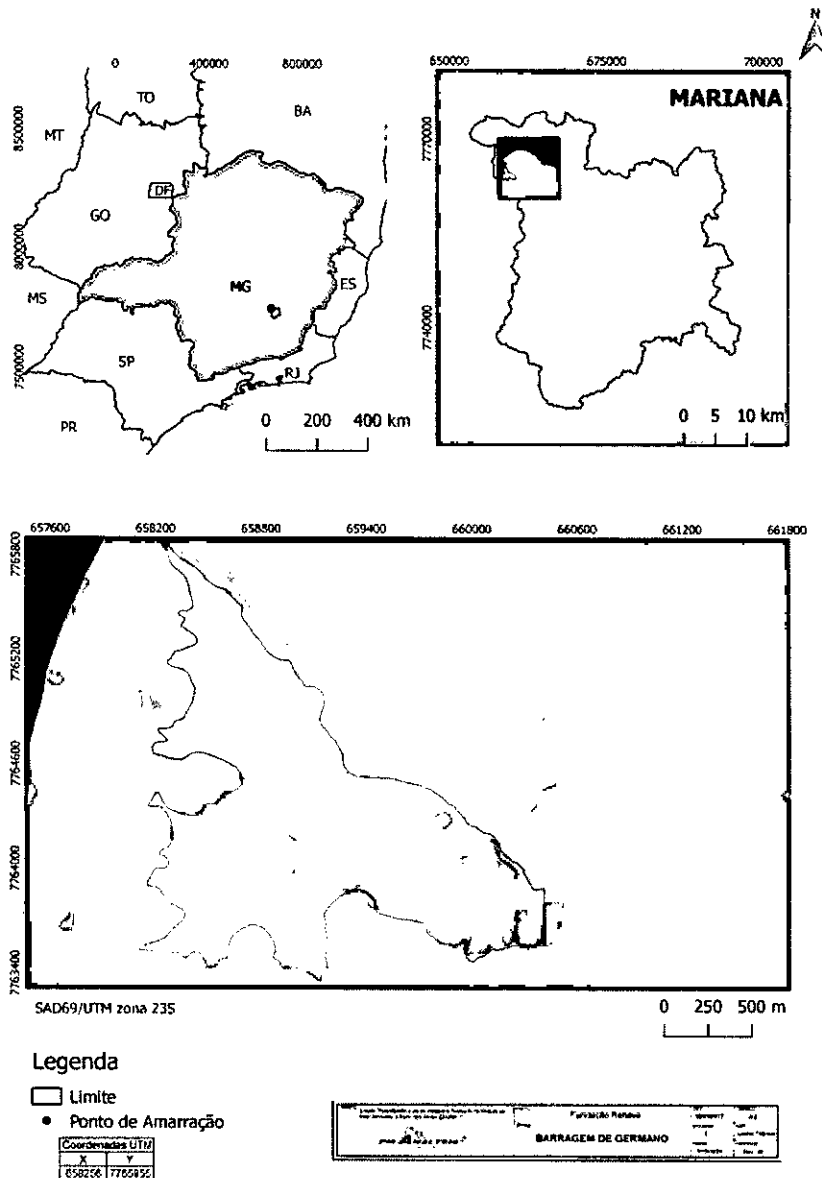
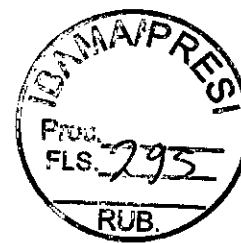


Figura 1 Mapa de Localização – Barragem Germano

O projeto inicial da Barragem do Germano foi desenvolvido em 1975 pela empresa BECHTEL. A primeira etapa da barragem foi construída com a implantação do dique de partida, cuja seção transversal é zonada, partindo da elevação de 779,50m e atingindo elevação máxima de 849,50m, com crista de largura de 10,0m e comprimento aproximado de 200,0m.

EM BRANCO



Em 1995 a empresa FIGUEIREDO FERRAZ foi contratada para desenvolver o projeto de alteamento até a elevação de 894,0m, prevendo o maciço do dique em solo argiloso compactado, com plataformas de afastamento entre 60 e 100m para montante da crista existente e altura entre 4,0 e 6,0m. Para cada alteamento executou-se lançamento do rejeito arenoso com tubulação apoiada na crista do aterro, com a crista atingindo a elevação de 899,0m, sendo necessária a implantação de estruturas auxiliares e de fechamento de sela topográfica, cem como um novo sistema extravasor na ombreira esquerda da barragem, nas proximidades do Dique da Sela, com um trecho em galeria e outro em canal aberto.

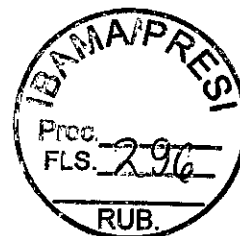
Em 1999 foi desenvolvido projeto para empilhamento drenado de rejeitos arenosos à jusante da barragem pela empresa PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORA LTDA, visando a melhoria nas condições de estabilidade da barragem e a aumentar a capacidade do reservatório.

O Dique Sela foi implantado em 1995 para fechamento de uma sela topográfica na ombreira esquerda do reservatório da Barragem de Germano, com o objetivo de possibilitar que a barragem atingisse a elevação 894,0m.

O Dique Tulipa foi construído a partir da implantação do empilhamento drenado à jusante da Barragem de Germano, para possibilitar o alteamento do reservatório de maneira equivalente ao Dique da Sela, estando este dique localizado no lado norte do reservatório, na margem esquerda, próximo ao atual vertedouro tulipa. Sua concepção fez parte do projeto elaborado pela empresa FIGUEIREDO FERRAZ, prevendo a elevação da crista até a elevação 895,0m, tendo seu maciço construído em blocos de enrocamento compactado e fundado em terreno natural e camada de transição lançada em áreas onde houve remoção de bolsões de solo orgânico e de materiais com baixa capacidade de suporte na fundação.

O Dique Selinha foi implantado simultaneamente aos alteamentos nos Diques da Sela e Tulipa, com objetivo de atender a configuração do reservatório da Barragem do Germano para a crista na elevação 920,0m. Todo o material utilizado como base do acesso existente na área foi removido até que se alcançasse o terreno natural. Não foram identificadas regiões com material mole, tão pouco com percolações significativas. O aterro compactado foi estruturado em material argiloso proveniente da pilha de estéril da VALE, da Unidade Fábrica Nova.

EMBRANCO



Alteamento sucessivos foram executados, sendo no ano de 2011 realizado o alteamento até a elevação 914,5m. Atualmente, a crista do dique encontra-se na elevação de 918,0m.

Esta estrutura não possui sistema extravasor, uma vez que está inserida no entorno dos reservatórios dos Diques Sela e Tulipa. O sistema de drenagem interna do dique foi concebido em tapete horizontal de areia de aproximadamente 1,0m de espessura e de filtro vertical de areia executado acima do terreno natural. A drenagem superficial até 910,0m, quando o maciço era em solo compactado, era constituída de canaletas retangulares em concreto nas ombreiras e canaletas do tipo meia cana nas bermas. A partir do alteamento para 913,0m, o dique passou a ser constituído de seção mista, sendo o talude de jusante em blocos de rocha, preterindo a partir desta elevação a implantação de sistema de drenagem superficial.

O Dique Auxiliar, proposto em 1995 pela empresa FIGUEIREDO FERRAZ, situa-se no interior do reservatório da Barragem de Germano, tendo sido implantando, inicialmente, em função operacional, visando separar as lamas dos rejeitos arenosos. Em 2011 a empresa PIMENTA ÁVILA CONSULTORIA LTDA elaborou o projeto do alteamento da elevação 917,5m para 919,5m, totalizando 34m de altura e aproximadamente 830m de comprimento de crista. Atualmente, a estrutura vertente do dique é um canal em enrocamento com emboque na elevação 917,8m. Por se tratar de uma estrutura inserida no reservatório da barragem e com a necessidade de sucessivos alteamentos e adequações geométricas, o Dique Auxiliar não possui um sistema permanente de drenagem superficial, contudo, leiras que direcional o fluxo de água pluvial. As plataformas da crista e da berma de equilíbrio apresentam declividade transversais e longitudinais para o direcionamento seguro e controlado das águas superficiais. Neste dique, foram instalados indicadores de nível d'água.

O Dique Baía 3 é uma estrutura operacional, objetivando o lançamento de lamas em baias fechadas para secagem. A fundação da estrutura de contenção é constituída por lama, rejeitos finos e rejeitos arenosos. O dique é alteado para montante desde 2001, sendo no ano de 2012, atingido o alteamento em 920,0, elevação na qual o dique encontra-se atualmente. Por se tratar de uma estrutura inserida no reservatório da barragem e com a necessidade de sucessivos alteamentos e adequações geométricas, o Dique Auxiliar não possui um sistema permanente de drenagem superficial, contudo, leiras que direcional o fluxo de água pluvial. As plataformas da crista e da berma de equilíbrio apresentam

EMBRANCO



declividade transversais e longitudinais para o direcionamento seguro e controlado das águas superficiais. Neste dique, foram piezômetros do tipo Casagrande.

1.2 SISTEMA SANTARÉM

1.2.1 Localização e Caracterização da Área

O Sistema Santarém, localizado a jusante das demais estruturas listadas no Sistema Germano, é composto pela Barragem Santarém, cuja função, antes do evento de ruptura da Barragem do Fundão, era o de armazenamento de água para utilização no processo produtivo da Unidade, conter sedimentos, e de, eventualmente, receber rejeitos.

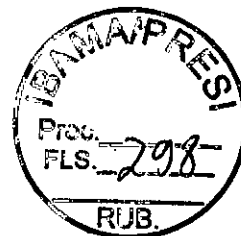
A construção da Barragem de Santarém até a atual elevação de crista foi realizada em 03 (três) etapas. A etapa inicial de construção (crista na El. 753,4m) foi implantada em 1994 pela empresa CIMCOP, sendo o projeto desenvolvido pela empresa Figueiredo Ferraz em 1993. O barramento foi projetado e construído com seção homogênea de solo residual silto-argiloso compactado, com filtro vertical e tapete drenante, sob o maciço de jusante.

Devido ao aporte de sedimentos ao seu reservatório, tornou-se necessário o alteamento da crista da barragem, de forma a garantir o armazenamento do volume de água necessário para a alimentação da planta de beneficiamento. O projeto executivo para o referido alteamento até a elevação de 756,0m foi elaborado pela empresa PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA em 2006. As obras de implantação deste segundo alteamento iniciaram em 2008 e foi executada pela empresa MECANORTE sob fiscalização da PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA. O alteamento foi construído em aterro de solo compactado para jusante e o sistema de drenagem interno do maciço existente foi prolongado no alteamento.

Com o avanço dos alteamentos, foi projetado um novo sistema extravasor, de emboque do tipo canal lateral em concreto, com soleira apresentando formato semelhante ao de uma ogiva, sendo o trecho novo, em canal, interligado à parte do canal do antigo vertedouro, com soleira na elevação 753,3m. Concluída a junção entre os 02 (dois) sistemas, o antigo emboque foi incorporado ao corpo da barragem.

O terceiro alteamento, projetado em 2012 pela empresa GEOESTÁVEL, para a elevação de 757,0m, pelo método de linha de centro, foi implantado com aterro de solo compactado. A crista limitou-se à largura de 5m. Na ocasião, não foi necessário novo estudo hidrológico para o alteamento, pois a soleira do vertedouro não foi alteada, mas sim instalado

EM BRANCO



RECUPERAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

um “*rubber dam*” com objetivo de alterar o nível de água em 1m na estação seca, procedimento operacional a sua desativação na estação chuvosa. Este alteamento foi realizado para manter a capacidade de regularização de vazão do reservatório da Barragem Santarém, uma vez que os sedimentos avíndos das estruturas de disposição de rejeitos à montante e o assoreamento natural consumiram o volume útil do reservatório.

A instrumentação da Barragem Santarém consiste, inicialmente, de 03 (três) piezômetros de tubo aberto do tipo Casagrande e 05 (cinco) marcos superficiais, sendo 03 (três) instalados na crista e 02 (dois) nas bermas do talude de jusante. Com os alteamentos, a instrumentação sofreu alteração, adicionando-se 02 (dois) piezômetros e 01 (um) indicador de nível de água a montante do eixo.

A Figura 3 apresenta o arranjo geral do Sistema Santarém, após evento de ruptura da Barragem do Fundão.

EMBRANCO

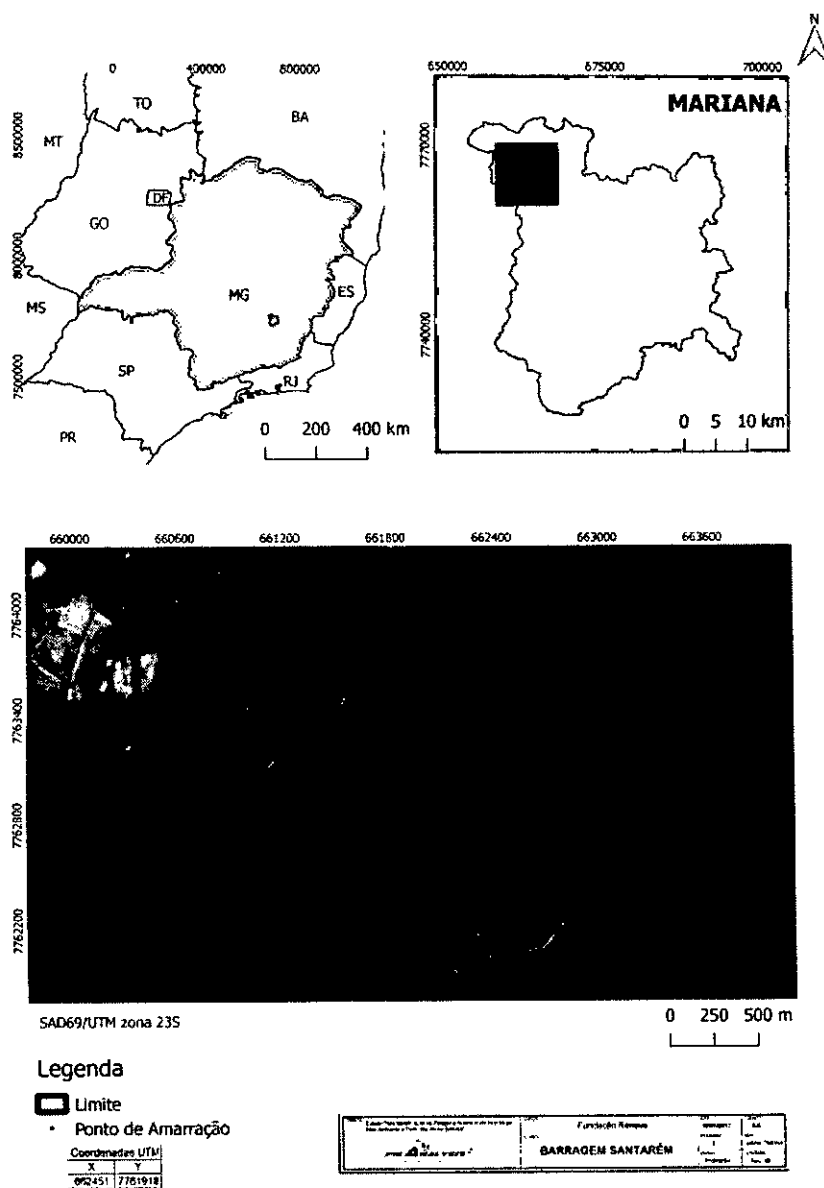


Figura 2 Mapa de Localização – Sistema Santarém.

O evento de 05 de Novembro de 2015 assoreou a Barragem Santarém e provocou o galgamento parcial da crista e colapso parcial do setor de jusante do seu vertedouro de concreto. As obras de recuperação compreendem a recuperação do maciço de solo compactado e dos sistemas de extravasamento (vertedouro) da Barragem Santarém.

EM BRANCO