



Março, 2017

PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS

CONSIDERAÇÕES SOBRE EROSÃO NA CALHA DO RIO GUALAXO DO NORTE NA ÁREA PRIORITÁRIA 3

Preparado para:

Fundação Renova



RELATÓRIO

Número do Relatório: G006900-G-1RT084_R-00/RT-E26-013_159-515-2282_00-B

Distribuição:

1 cópia - Fundação Renova

1 cópia - Golder Associates Brasil Consultoria e
Projetos Ltda.





ÍNDICE

1.0	INTRODUÇÃO	1
2.0	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	1
2.1	Área Prioritária 3	1
2.2	Área de interesse	1
2.3	Histórico	2
3.0	INTERVENÇÕES PARA ESTABILIZAÇÃO	7
3.1	Projeto de recuperação ambiental	7
3.2	Intervenções realizadas	9
4.0	EROSÃO DA MARGEM DIREITA NA ESTAÇÃO CHUVOSA DE 2016	10
5.0	RECOMENDAÇÕES	13
6.0	EQUIPE TÉCNICA	14
7.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

TABELAS

Tabela 1:	Equipe Técnica	14
-----------	----------------	----

FIGURAS

Figura 1:	Detalhe da área de interesse antes do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão	2
Figura 2:	Área de interesse antes do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T0 - 21/07/2015	3
Figura 3:	Área de interesse imediatamente após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T1 - 10/11/2015	4
Figura 4:	Área de interesse cerca de 3 meses após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T2 - 20/02/2016	5
Figura 5:	Área de interesse cerca de 6 meses após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T3 - 04/05/2016	6
Figura 6:	Vista aérea da área de interesse em agosto de 2016	7
Figura 7:	Vista panorâmica da área de interesse em 02/08/16, durante levantamento de campo	8
Figura 8:	Vista de jusante para montante do rio Gualaxo do Norte na área de interesse em 02/08/16, com destaque para o afloramento rochoso na margem esquerda	9
Figura 9:	Conformação do talude da margem esquerda a jusante do afloramento rochoso	9
Figura 10:	Execução de seção protegida com enrocamento na margem esquerda entre E.G. 860 e 865, situação em 09/12/16	10
Figura 11:	Vista de jusante para montante da margem direita da área de interesse em 12/11/16	10
Figura 12:	Vista do ponto na margem direita onde se iniciou a formação do novo canal em 23/11/16	11
Figura 13:	Vista da área de interesse em 23/11/16, dia seguinte à cheia que deu início à formação do novo canal	11



Figura 14: Vista aérea da área de interesse em 22/12/16, após a formação do canal na margem direita..... 12

Figura 15: Ações propostas para estabilização do canal na área de interesse..... 14

ANEXOS

Anexo A
Desenhos



1.0 INTRODUÇÃO

A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (Golder) foi contratada pela Samarco Mineração S.A. (Samarco) para prestação de serviços relativos ao plano de recuperação ambiental das áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão. Recentemente o programa geral de recuperação e compensação para o rompimento da barragem de Fundão foi transferido da Samarco para a Fundação Renova (Fundação).

Neste contexto, a Golder tem desenvolvido uma série de trabalhos dentre os quais incluem-se os projetos e o acompanhamento das obras de recuperação ambiental dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves (Candongá).

O presente relatório tem como objetivo registrar o histórico de evolução do processo erosivo e das intervenções realizadas na calha do rio Gualaxo do Norte, em um ponto específico da Área Prioritária 3, próximo ao tributário TG02. Tal ponto é definido neste relatório como “área de interesse”.

As características da deposição de rejeitos na área prioritária 3, em conjunto com a geomorfologia local na área de interesse e com as chuvas da estação chuvosa de 2016 geraram uma situação onde o processo erosivo na calha e nas margens do rio Gualaxo do Norte tem se comportado de maneira não antecipada no projeto de recuperação ambiental. Este comportamento tem demandado adaptações nas intervenções de estabilização de margens realizadas até o momento, que serão reportadas a seguir.

2.0 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1 Área Prioritária 3

As áreas prioritárias para recuperação ambiental foram delimitadas no âmbito do estudo geomorfológico, incluído na Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão (GOLDER, 2016a).

A Área Prioritária 3 corresponde ao trecho do rio Gualaxo do Norte que se localiza a montante da confluência com o córrego Santarém e que foi impactado pelo rompimento da barragem de Fundão. Este trecho do rio, que tem aproximadamente 5 km, foi impactado pelo remanso da onda de rejeitos gerado por um cânion existente no rio Gualaxo do Norte, a cerca de 1,4 km a jusante da confluência deste com o córrego Santarém.

O cânion, devido ao seu estrangulamento natural, funcionou como um controle hidráulico, que causou um remanso, fazendo com que a onda de rejeitos retornasse para montante, portanto contra o sentido natural do escoamento. Esse remanso gerou grandes depósitos de rejeitos na área prioritária 3, com pacotes de espessura superior a 2,0 m de material. No final da passagem da onda, o escoamento voltou ao seu sentido para jusante, em alguns casos encontrando novos caminhos sobre o material depositado, diferentes do alinhamento do canal anterior ao evento.

2.2 Área de interesse

A área de interesse, isto é o trecho específico da área prioritária 3 objeto deste relatório, fica a jusante da foz do tributário TG02. Este local se encontra imediatamente a montante de uma seção confinada do rio.

Existem afloramentos rochosos altos em ambas as margens, formando um cânion. As áreas a montante do cânion são locais típicos de deposição de sedimentos do rio. Isto foi documentado no relatório de geomorfologia (GOLDER, 2016a), é típico, e está presente em toda a área de estudo. Cabe ressaltar que o cânion imediatamente a jusante da área de interesse é um local distinto do cânion do rio Gualaxo do Norte que causou o remanso na onda de rejeitos e a deposição de material na área prioritária 3.

O afloramento rochoso, que forma o cânion da área de interesse, volta a surgir mais a montante na margem esquerda do canal. Este afloramento é visível nas imagens históricas deste local. Antes do evento, o rio fluía em torno deste afloramento em vazões baixas ou abaixo da média, e esta era provavelmente a razão principal para o meandro nesta seção não se estender mais para jusante ou para a parte externa da curva.



A Figura 1 mostra a área de interesse antes do evento, identificando o ponto de estrangulamento do rio Gualaxo do Norte e o afloramento rochoso na margem esquerda.

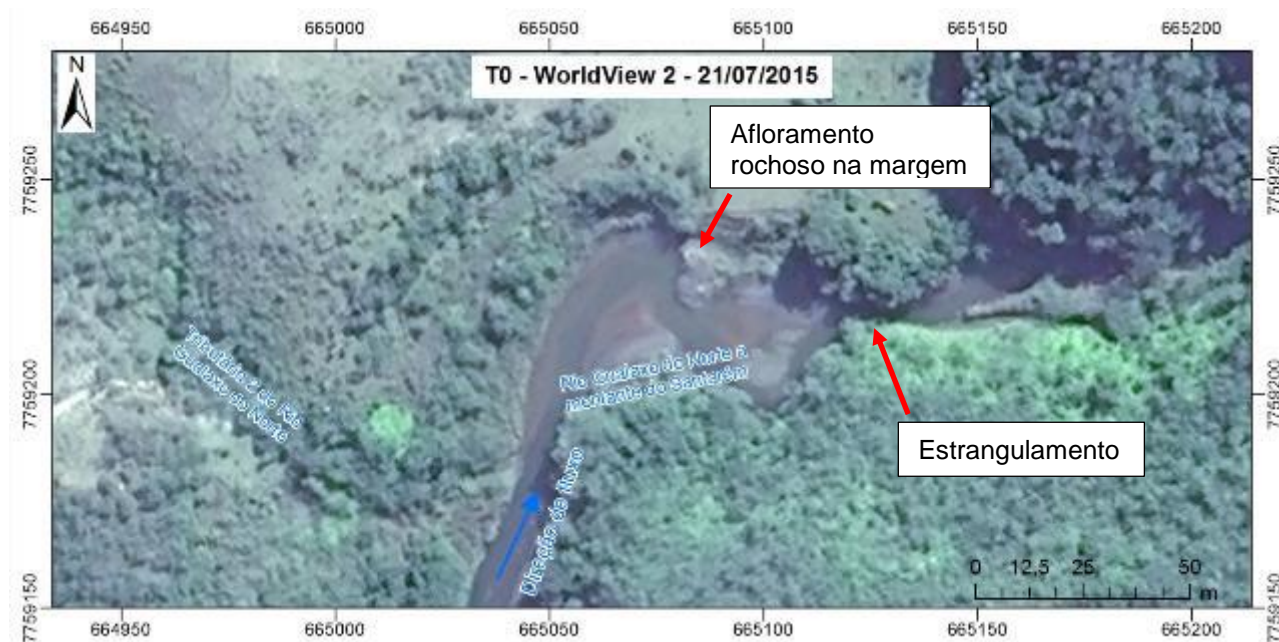


Figura 1: Detalhe da área de interesse antes do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão.

2.3 Histórico

Em 5 de novembro de 2015, a Barragem de Rejeitos de Fundão da unidade industrial de Germano (localizada no município de Mariana - MG) rompeu-se e um grande volume de rejeitos e água foram liberados. A estimativa da Samarco é que o evento inicial de rompimento lançou aproximadamente 32 milhões de m³ e liberações adicionais após o rompimento inicial equivalem a um volume total liberado de aproximadamente 43,7 milhões de m³ até junho de 2016. 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.

Especificamente na área de interesse, houve grande acúmulo de rejeitos e sedimentos devido ao estrangulamento do canal associado ao cânion. A calha do rio e as margens ficaram completamente preenchidas de material, e a vegetação das margens e parte do solo foram removidos. Junto com o sedimento, também se depositou no local uma grande quantidade de material lenhoso.

Com o passar do tempo, a calha do rio Gualaxo do Norte, que ficou completamente assoreada num primeiro momento, passou a ser desobstruída pelo próprio escoamento do curso d'água. As seções do canal voltaram a ter uma configuração mais próxima da original em termos de largura e profundidade, ainda que em alguns casos tenha havido mudança de alinhamento.

A Figura 2 e a Figura 3 mostram, respectivamente, a área de interesse antes (T0 – 21/07/2015) e imediatamente após o evento (T1 – 10/11/2015). Notar que a seção de escoamento que em T0 tinha largura da ordem de 10 a 15 m, passou a apresentar uma largura de 50 m a montante do estrangulamento. O canal se alargou inundando áreas da margem esquerda em especial nas proximidades da foz do tributário 2 do Rio Gualaxo do Norte (TG02).



Figura 2: Área de interesse antes do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T0 - 21/07/2015.

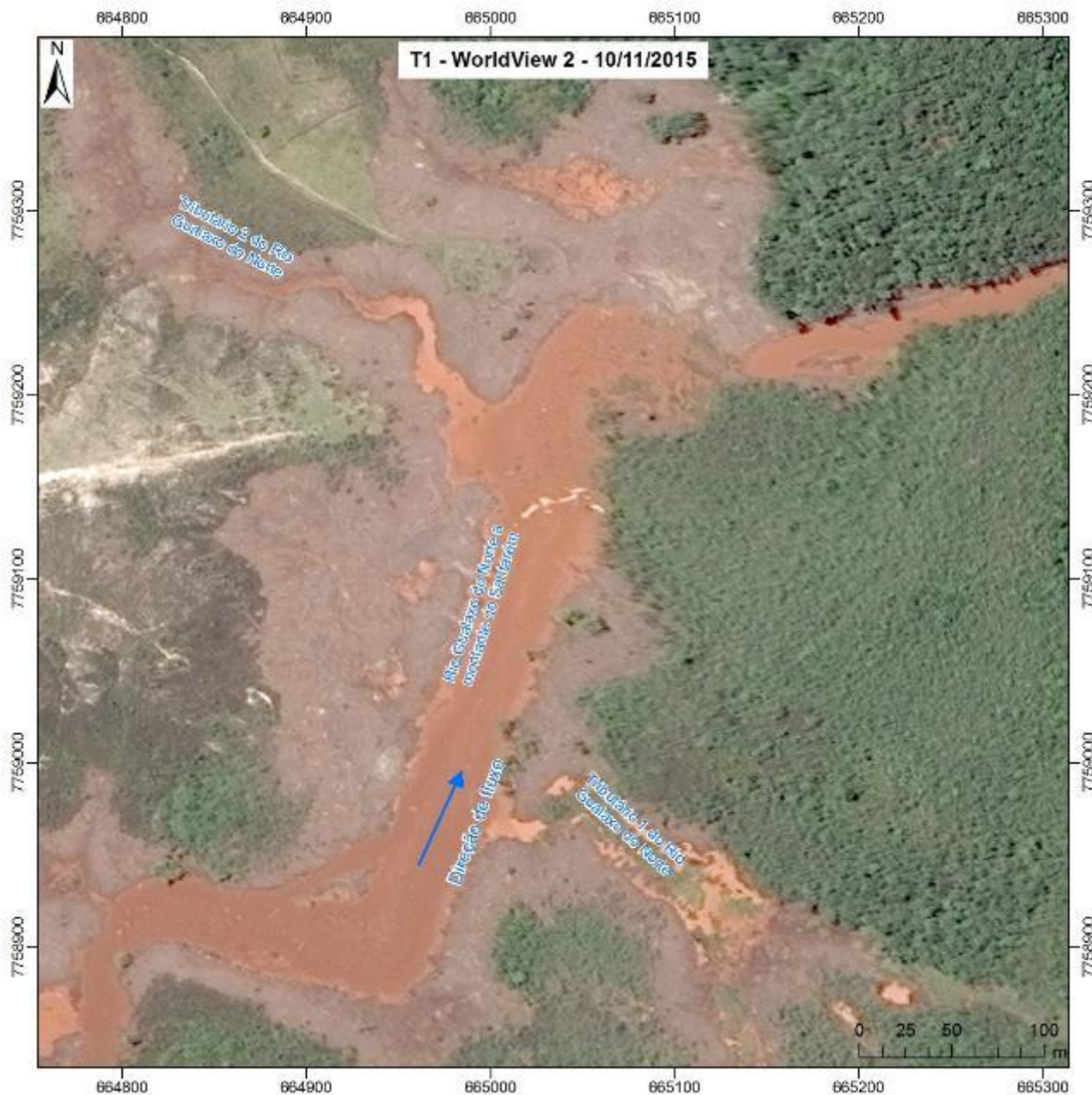


Figura 3: Área de interesse imediatamente após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T1 - 10/11/2015.

Com o decorrer do tempo, o canal do rio Gualaxo do Norte voltou a se estabelecer e passou a apresentar margens mais bem definidas. O novo canal que se formou possuía um alinhamento diferente do alinhamento original, o que pode ser visto nas imagens de satélite de diferentes momentos.

A Figura 4 a seguir apresenta a área de interesse cerca de 3 meses após o evento (T2). Comparando a imagem de T2 com T0, é possível notar que o canal após o acidente passou a fazer uma ligeira curva para a esquerda na altura da coordenada UTM N 7.759.150, em direção à foz do tributário TG02. Em seguida, o rio faz uma curva para direita em direção ao ponto do estrangulamento. Esta curva para direita passou a ocorrer ligeiramente mais a norte do que no alinhamento original.

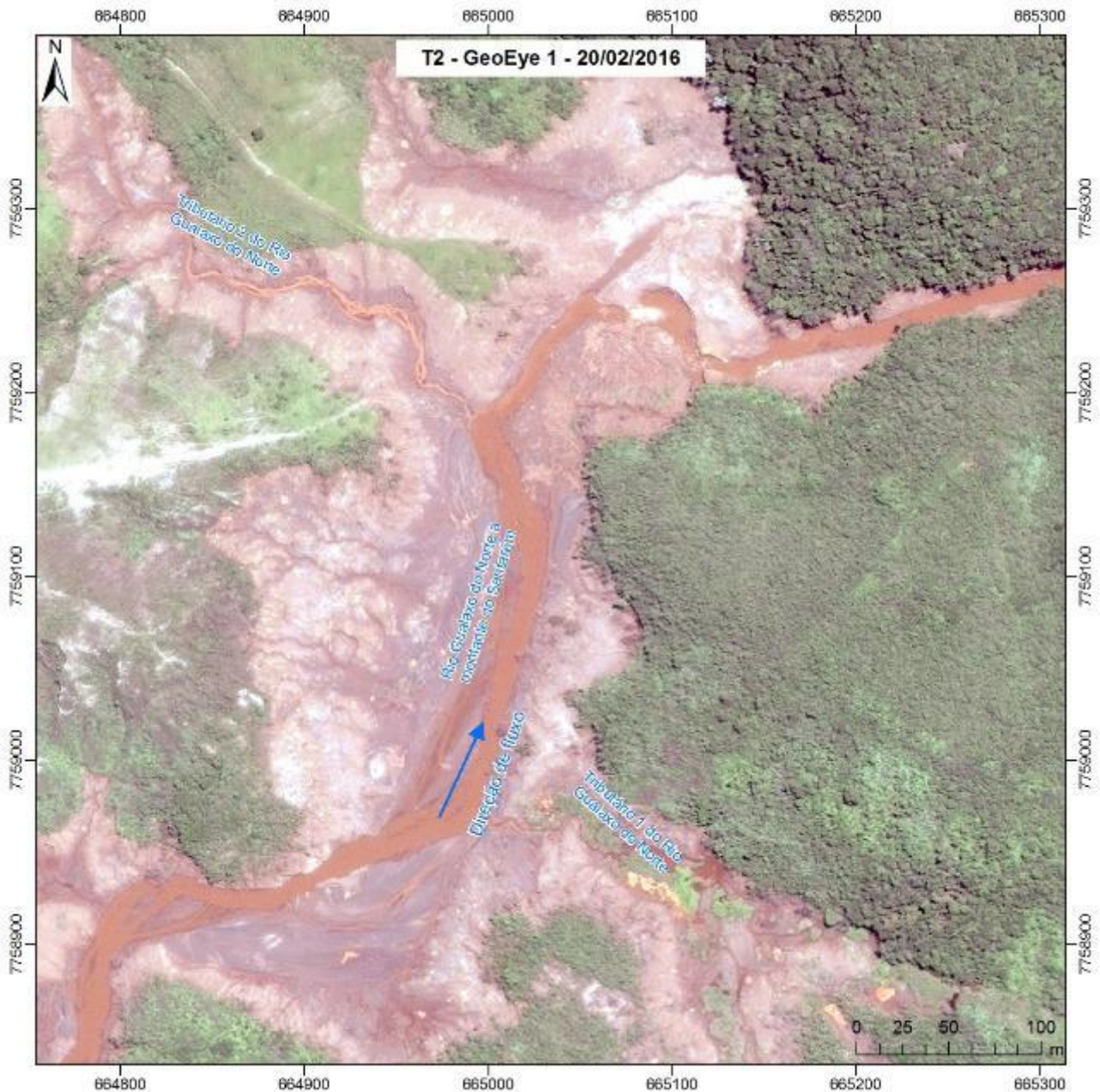


Figura 4: Área de interesse cerca de 3 meses após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T2 - 20/02/2016.

No momento T2, a largura do canal do rio Gualaxo do Norte voltou a ficar próxima daquela observada antes do evento (10 – 15 m), ainda que com o alinhamento diferente.

Passados 3 meses do evento, o afloramento rochoso na margem esquerda a montante do cânion começou a ficar perceptível novamente. No momento T2 o escoamento passou a fluir por cima do afloramento rochoso ao invés de ao redor do mesmo como em T0. Isso indica que no momento T2 o perfil longitudinal do fundo do novo canal estava em uma elevação acima do fundo do canal original em T0.

Na imagem de T2, este afloramento rochoso é marcado por um ponto branco dentro do canal, indicando uma queda d'água no local. Ainda que não tenha sido feito um registro fotográfico desta queda na época de T2, o mesmo foi observado e registrado posteriormente. Cabe ressaltar que a jusante da queda d'água se formou uma erosão na margem esquerda, que não existia na época de T0.



A Figura 5 apresenta a área de interesse 6 meses após o rompimento da barragem de Fundão (T3). No momento T3 o canal ficou com margens ainda mais bem definidas e ligeiramente mais estreitas do que em T2, porém o alinhamento praticamente se manteve. A coloração da água do canal está menos avermelhada indicando melhoria da qualidade da água, o que era esperado em função da estação seca e do maior tempo decorrido desde o evento. A obra do tributário TG02 já havia sido concluída.

Notar travessia (bueiro) implantada entre a foz do TG02 e o afloramento rochoso da margem esquerda, em prolongamento do acesso. Esta travessia foi implantada para possibilitar trabalhos de revegetação na margem direita do rio.

A feição erosiva na margem esquerda a jusante do afloramento rochoso estava aparentemente mais acentuada. A linha mais escura na margem indica sombra, típica de perfil vertical de margem com altura elevada.

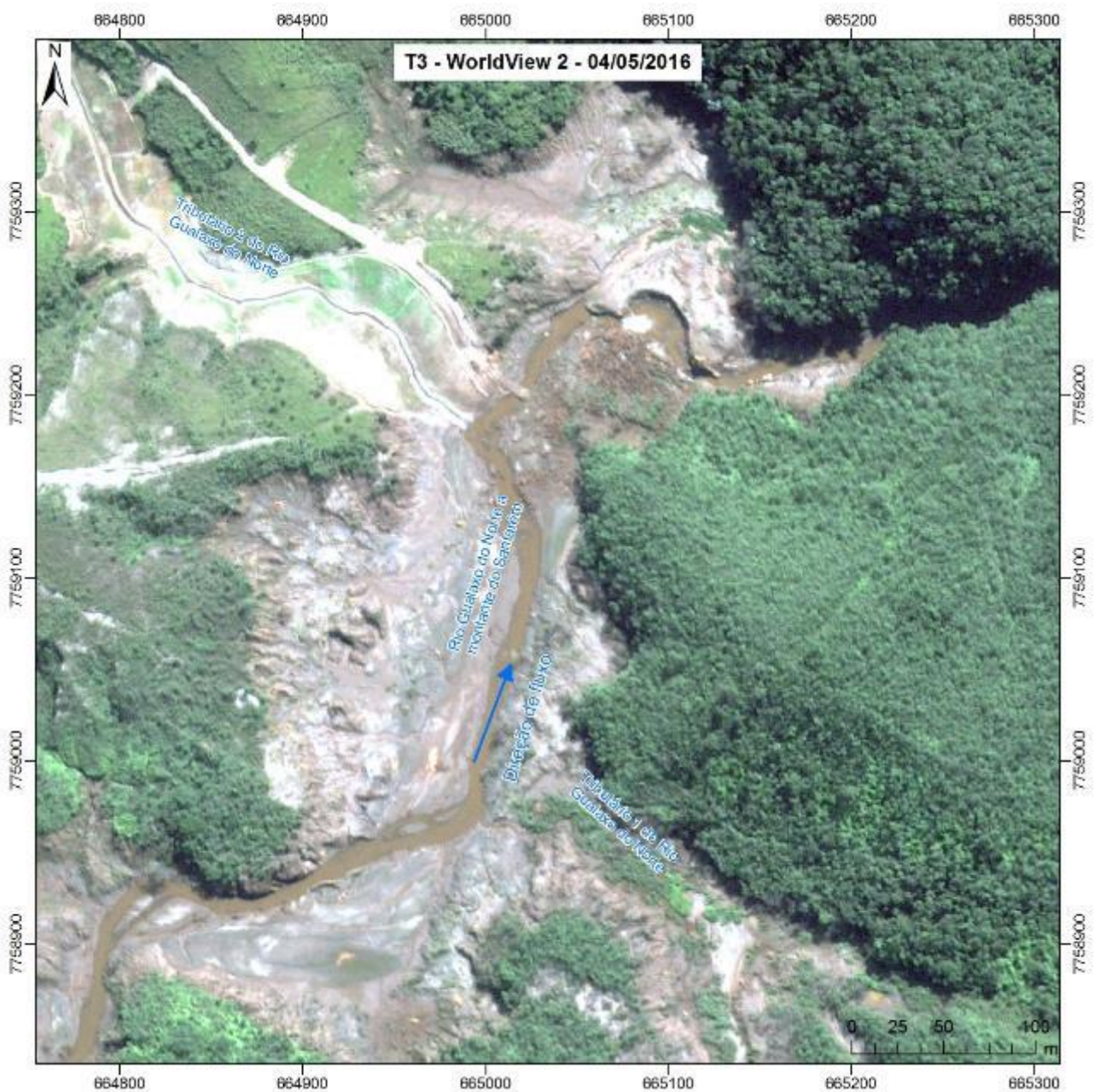


Figura 5: Área de interesse cerca de 6 meses após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão - T3 - 04/05/2016.



Posteriormente à aquisição das imagens de satélite T0 a T3, foi realizado sobrevoo de helicóptero na área de interesse em agosto de 2016. A Figura 6 mostra uma foto aérea do local em agosto de 2016, identificando as principais feições erosivas e geomorfológicas discutidas acima. O sentido do escoamento está indicado pelas setas azuis. A Figura 6 apresenta a situação da área de interesse na época do início das obras.



Figura 6: Vista aérea da área de interesse em agosto de 2016.

3.0 INTERVENÇÕES PARA ESTABILIZAÇÃO

3.1 Projeto de recuperação ambiental

O desenvolvimento dos projetos de reconformação de calhas e margens e controle de processos erosivos foi subsidiado pelos estudos geomorfológicos, hidrodinâmicos e hidrosedimentológicos (GOLDER, 2016a) e por estudos hidrológicos (TEC3, 2016). As premissas e critérios de projeto para a reconformação de calhas e margens foram definidos no documento “Relatório de Diretrizes Gerais de Projeto”, Relatório Técnico G006900-G-1RT102 (GOLDER, 2016b). Cabe ressaltar que o documento foi aprovado pela Samarco e apresentado para os órgãos ambientais.

As etapas da elaboração dos projetos são as seguintes:

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



Os levantamentos de campo foram conduzidos por equipe multidisciplinar formada por profissionais com formação em engenharia nos campos: civil, hidráulica, ambiental e agrônômica.

Foi realizado um mapeamento completo das condições de campo de cada área prioritária, identificando os trechos com características similares e as possíveis soluções aplicáveis na topografia disponível. Os levantamentos de campo da área prioritária 3 foram realizados no período entre 2 e 10 de agosto de 2016.

Dados a extensão das obras e o seu caráter emergencial, que decorre da necessidade de realizar as intervenções preferencialmente até atual estação chuvosa e obrigatoriamente até dezembro de 2017 (cláusula 160 do TTAC), optou-se pela definição de seções tipo a serem aplicadas largamente na recuperação.

A seção da área de interesse foi mapeada como Tipo “E”, que consiste em taludes fortemente erodidos na face, formando escarpa vertical ou penhasco. As seções Tipo “E” podem demandar projeto de engenharia de concepção específica para cada local. No caso da área de interesse, não foi necessário desenvolver projeto específico, sendo aplicado o projeto tipo da Seção Tipo “E” - Desenho G006900-C-100342, incluído no Anexo A. Esta seção tipo considera proteção com enrocamento até o nível d’água da cheia associado ao tempo de retorno de 10 anos (NA_{10}).

No projeto de recuperação ambiental, a área de interesse está localizada entre as estacas E.G. 859 e E.G. 866 e pode ser visualizada no desenho G006900-C-100422 (Área Prioritária 3 – Planta – Folha 3/8) incluído no Anexo A. Cabe ressaltar que os projetos iniciais da área prioritária 3 foram emitidos em 13/09/16. Posteriormente, foi feito um prolongamento para montante da área prioritária 3, sendo necessário acrescentar um novo desenho antes da folha 1/8. Por este motivo, foi preparado um novo conjunto de desenhos que foram emitidos em 24/10/16, cancelando os anteriores.

A modelagem hidráulica da área de interesse indicou velocidades de 2,04 m/s no início do trecho e 0,64 m/s no final do trecho na margem esquerda, considerando a vazão com tempo de retorno de 10 anos. Como critério de projeto, considerou-se que para velocidades acima de 1,75 m/s a seção deve ser protegida com enrocamento.

Cabe ressaltar que a topografia disponível para o projeto e para a modelagem hidráulica foi obtida através de aerolevantamento a laser (LiDAR) realizado em fevereiro de 2016, o que não refletia exatamente a situação do levantamento de campo e do início das obras, que ocorreram em agosto e outubro de 2016, respectivamente.

As figuras a seguir mostram a área de interesse durante o levantamento de campo para elaboração do projeto. Notar a altura do talude vertical da margem esquerda e a grande quantidade de madeira na margem direita (Figura 7). Notar também o afloramento rochoso na margem esquerda e no leito formando uma pequena cachoeira a jusante da qual se formou a feição erosiva mapeada como Tipo “E” (Figura 8).



Figura 7: Vista panorâmica da área de interesse em 02/08/16, durante levantamento de campo.



Figura 8: Vista de jusante para montante do rio Gualaxo do Norte na área de interesse em 02/08/16, com destaque para o afloramento rochoso na margem esquerda.

3.2 Intervenções realizadas

As obras na área prioritária 3 foram iniciadas no final de setembro de 2016. Mais especificamente na área de interesse, a conformação do talude da margem esquerda e sua proteção com enrocamento foi iniciada em 13/10/16. Como o talude da margem esquerda a jusante do afloramento rochoso possuía uma altura superior a 5 m, optou-se por conformar uma berma intermediária no talude para aumentar a estabilidade do mesmo, como pode ser observado na Figura 9.



Situação em 02/08/16



Situação em 19/10/16

Figura 9: Conformação do talude da margem esquerda a jusante do afloramento rochoso.

A construção da proteção com enrocamento do talude prosseguiu de maneira intermitente, conforme disponibilidade de equipamento, mão de obra e materiais. A proteção foi concluída conforme projeto no final de dezembro de 2016. A Figura 10 mostra o final da construção da proteção na área de interesse, em 09/12/16.



Figura 10: Execução de seção protegida com enrocamento na margem esquerda entre E.G. 860 e 865, situação em 09/12/16.

4.0 EROSÃO DA MARGEM DIREITA NA ESTAÇÃO CHUVOSA DE 2016

Durante um evento de cheia ocorrido no dia 22/11/16, o bueiro da travessia temporária instalada no início da área de interesse não comportou a vazão do rio Gualaxo do Norte e foi galgado pelo escoamento. A estrutura galgada foi destruída e carregada para jusante e a água fluiu sobre a planície de inundação da margem direita, causando erosão. A erosão na planície abriu um canal na margem direita, próximo do alinhamento do canal original observado em T0.

A Figura 11 mostra a situação da margem direita da área de interesse em 12/11/16, poucos dias antes do evento que gerou a erosão que criou um canal no local. Notar ao fundo a travessia (bueiro) implantada para dar acesso à margem direita. A planície da margem direita havia sido limpa e conformada, tendo sido concluída a retirada de madeiras para reaproveitamento do material nas obras de controle de erosão (ex.: paliçadas e feixes de galhada) do próprio local. A linha vermelha pontilhada indica o local aproximado da formação da erosão e do novo canal na margem direita. A seta azul indica a direção do fluxo no canal da margem esquerda.



Figura 11: Vista de jusante para montante da margem direita da área de interesse em 12/11/16.



As figuras a seguir mostram a situação da área de interesse em 23/11/16, dia seguinte à cheia que causou a erosão na margem direita e a formação do novo canal.



Figura 12: Vista do ponto na margem direita onde se iniciou a formação do novo canal em 23/11/16.



Figura 13: Vista da área de interesse em 23/11/16, dia seguinte à cheia que deu início à formação do novo canal.



A Figura 14 mostra a situação da área de interesse cerca de um mês após a formação do canal na margem direita. A foto aérea foi tirada com Drone em 22/12/16.



Figura 14: Vista aérea da área de interesse em 22/12/16, após a formação do canal na margem direita.

Na Figura 13 é possível perceber que, após o início da formação do canal na margem direita, a maior parte do escoamento ainda se concentrava no canal da margem esquerda. Naquele momento, o canal da margem esquerda era mais largo do que o da margem direita. Passado um mês, o canal da margem direita aumentou significativamente o seu tamanho, ficando mais largo e profundo. Como pode ser observado na Figura 14, o escoamento passou a fluir quase que exclusivamente pelo canal da margem direita.

Quando o processo erosivo se iniciou, o terreno da margem direita se encontrava completamente desprotegido e saturado pelas constantes chuvas. Ainda não havia sido instalada nenhum tipo de proteção no local, e a madeira que antes protegia aquela margem havido sido retirada. Além disso, por se tratar de uma área por onde passava o antigo canal, o pacote de rejeitos no local era espesso e, portanto, pouco estável e susceptível à erosão.

Até dezembro de 2016, a erosão de leito na área de interesse permaneceu limitada pelo material rochoso do fundo do canal da margem esquerda. Ou seja, o leito rochoso atuou como um controle de elevação (soleira) no canal ativo. Com a abertura do canal na margem direita, o escoamento passou a fluir sobre material pouco competente, portanto facilmente erodível. A partir da abertura do canal da margem direita, a erosão de leito na área de interesse passou a ocorrer de maneira acelerada.



O controle hidráulico do canal da margem direita está se estabelecendo em uma elevação mais baixa do que o fundo do canal margem da esquerda. Na ausência do afloramento rochoso no leito, não se forma uma queda abrupta como aquela observada no canal da margem esquerda. Pelo contrário, quando o leito é composto por material erodível, o perfil do fundo do canal tende a formar uma linha suave com declividade uniforme. Isto traz consequências para o perfil longitudinal do fundo do canal no trecho a montante.

A título de exemplificação deste fenômeno, o afloramento rochoso no leito do canal da margem esquerda gera uma queda (degrau) com um desnível de aproximadamente 1,5 m. Quando substituímos a rocha do leito por um material granular, o degrau se torna uma rampa suave. A declividade média da linha d'água do trecho de montante, obtida através da modelagem hidráulica, é de cerca de 0,4%. Considerando, que a declividade do fundo do canal tende a ser paralela à linha d'água, o degrau de 1,5 m é substituído por uma rampa com 375 m de comprimento.

No caso em questão, a erosão do fundo do canal do rio Gualaxo do Norte está se prolongando para montante conforme esperado e os efeitos podem ser observados no campo até próximo da estaca E.G. 830, ou seja, cerca de 600 m para montante. Cabe ressaltar que o desnível do fundo do canal da margem direita em relação ao canal da margem esquerda é atualmente superior a 1,5 m.

5.0 RECOMENDAÇÕES

Desde o evento que ocorreu em 22/11/16, o local vem sendo monitorado para verificar a evolução do processo erosivo. O rio está tentando reestabelecer o canal no alinhamento original e atingir um novo equilíbrio. Ainda há porções instáveis de rejeito nas margens que devem ser removidas e ou protegidas para evitar o carreamento adicional de material para jusante.

Foram realizadas diversas visitas ao local com especialistas para avaliar a situação e propor possíveis soluções. Especialistas da Golder visitaram o local em 22/12/16 e 16/01/17, e a NHC em 14/02/17. As visitas foram acompanhadas pelos responsáveis de campo da Golder e Fundação Renova. É ponto passivo que o rio está retornando para o seu curso natural, o que é positivo, porém ações adicionais podem acelerar a estabilização do local.

Durante a última inspeção de campo realizada com profissionais da Golder e da Fundação Renova em 20/03/17, foi decidido o seguinte:

- Será realizada a remoção de parte do rejeito depositado no alinhamento do antigo canal, para melhorar a condição do escoamento;
- A margem esquerda do novo canal será protegida com enrocamento para minimizar erosão;
- O canal da margem esquerda será mantido, porém parte do enrocamento aplicado ali será reaproveitado e utilizado na proteção do novo canal da margem direita;

A Figura 15 ilustra as recomendações acordadas entre Golder e Renova para estabilização da área de interesse. As áreas circuladas em vermelho deverão ter o rejeito removido para melhorar a condição do escoamento. A linha em amarelo na margem esquerda do novo canal representa o enrocamento que deverá ser aplicado para minimizar os processos erosivos.



Figura 15: Ações propostas para estabilização do canal na área de interesse

6.0 EQUIPE TÉCNICA

A Tabela 1 apresenta a equipe técnica chave alocada para a elaboração deste documento.

Tabela 1: Equipe Técnica.

Equipe Técnica	Cargo
Alexandre Pulino	Engº. Ambiental
Giorgio Peixoto	Engº. Civil
Marcelo Diniz (Revisor)	Engº. Civil

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOLDER - GOLDER ASSOCIATES BRASIL. *Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão - Samarco*. Belo Horizonte, 2016a. Documento RT-023_159-515-2282

GOLDER - GOLDER ASSOCIATES BRASIL. *Relatório de Diretrizes Gerais do Projeto – Projeto de Recuperação de Rios Principais – Samarco*. Belo Horizonte, 2016b. Documento G006900-G-1RT102

TEC3. *Determinação das vazões extremas nas áreas afetadas pela ruptura da Barragem do Fundão até a UHE Candonga*. Belo Horizonte, 2016.



Considerações Finais

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.

Antônio Harley
Gerente do Projeto

AP/MD/acs

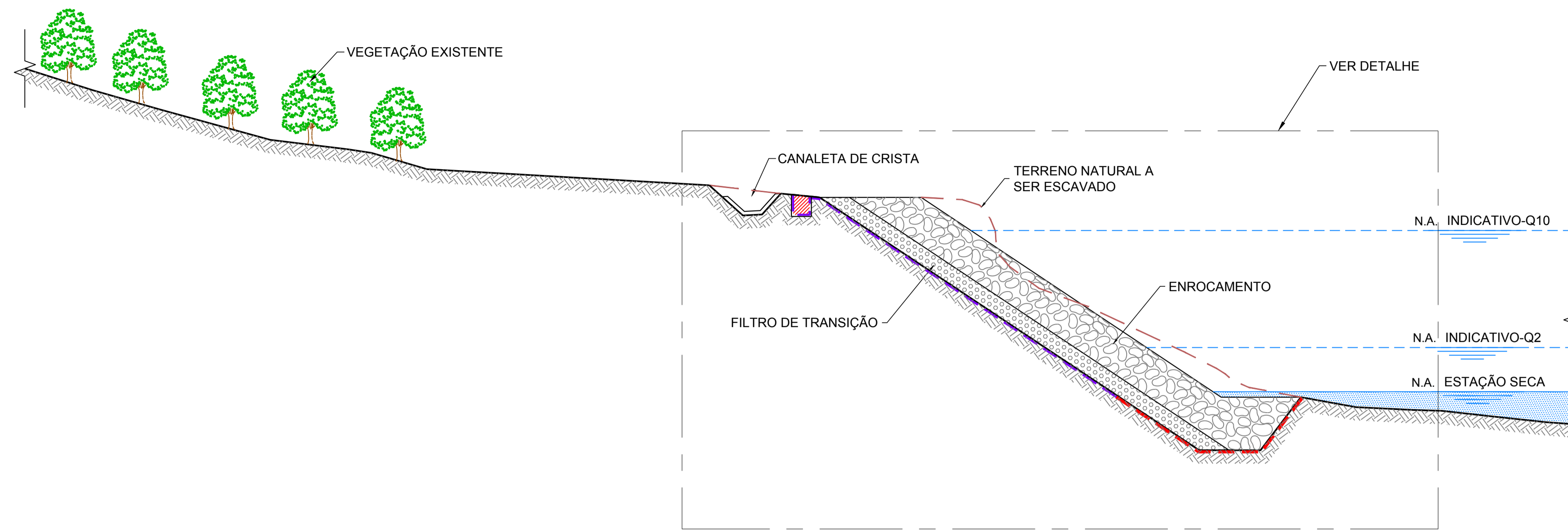
Golder, Golder Associates e os símbolos GA e globo são marcas registradas da Golder Associates Corporation.

\\bhz1-v-fs1\trabalho\3-projetos\2015\2-meio ambiente\159 515 2282_samarco\3-relatorio\rt - relatório técnico\rt-e-26\g006900-g-1rt084_r-00\1-texto\g006900-g-1rt084_r-00.docx



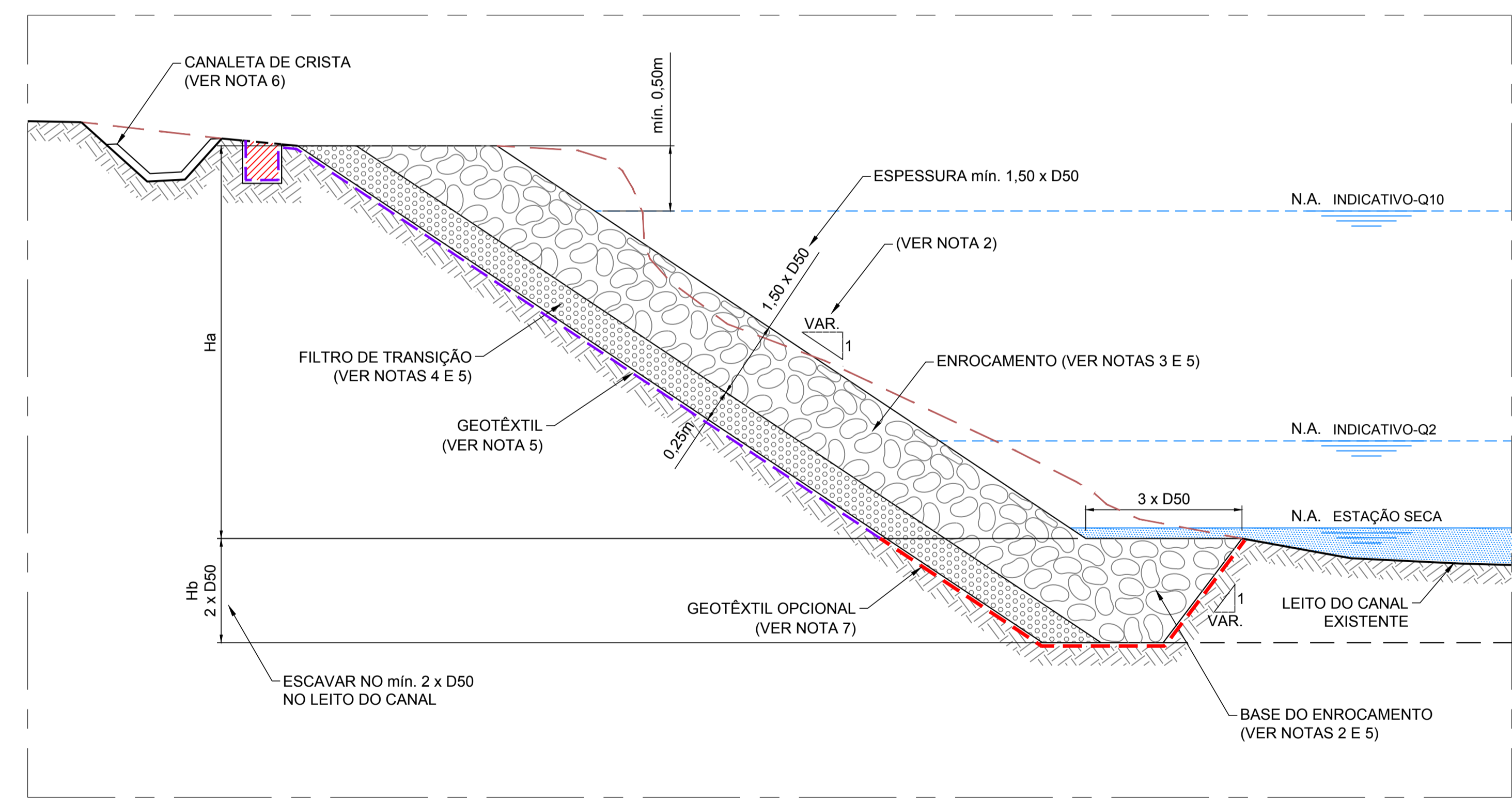
ANEXO A

Desenhos



SEÇÃO TIPO E
SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- GEOTÊXTEL
 - GEOTÊXTEL OPCIONAL
 - Q2 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 2 ANOS
 - Q10 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 10 ANOS
 - TERRENO NATURAL A SER ESCAVADO
 - N.A. NÍVEL D'ÁGUA NA ESTAÇÃO SECA
 - ENROCAMENTO
 - FILTRO DE TRANSIÇÃO



SEM ESCALA 1 SEÇÃO TIPO E

- NOTAS**
- DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 - O DIMENSIONAMENTO DO D_{50} , DA ELEVAÇÃO DE BASE DO ENROCAMENTO, DA DECLIVIDADE DOS TALUDES LATERAIS, E DAS DIMENSÕES DO REVESTIMENTO DEVERÃO SER CONFIRMADAS PELO ENGENHEIRO DE CAMPO ANTES DO INÍCIO DA CONSTRUÇÃO, PARA SE ADEQUAR AS CONDIÇÕES INDIVIDUAIS LOCAIS;
 - AS CARACTERÍSTICAS DO ENROCAMENTO, GRANULOMETRIA E MODO DE IMPLANTAÇÃO DEVERÃO SER DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
 - FILTRO DE TRANSIÇÃO DEVERÁ SER USADO QUANDO A ESCAVAÇÃO INDICAR A PRESENÇA DE SOLO NÃO COMPETENTE, A CRITÉRIO DO ENGENHEIRO DE CAMPO DA PROJETISTA. AS CARACTERÍSTICAS DO FILTRO DE TRANSIÇÃO, DA GRANULOMETRIA E DE SUA INSTALAÇÃO DEVERÃO SER DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
 - PARA ESPECIFICAÇÃO DO ENROCAMENTO, GEOTÊXTEL E FILTRO DE TRANSIÇÃO VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS GERAIS;
 - PARA CANALETAS DE CRISTA VER DESENHOS DE CANALETAS E CANAIS PARA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO;
 - A ESCAVAÇÃO DEVERÁ SER REALIZADA COM UMA PROFUNDIDADE MÍNIMA DE 2XD50 OU ATÉ ENCONTRAR SOLO COMPETENTE. MATERIAIS COMO CASCALHOS PODEM SER ENCONTRADOS DURANTE A ESCAVAÇÃO, ENTRETANTO NÃO É NECESSÁRIO ESCAVAR ATÉ ENCONTRAR CASCALHOS, CASO O SOLO COMPETENTE JÁ TENHA SIDO ENCONTRADO. ASSIM QUE O SOLO COMPETENTE FOR ENCONTRADO, O ENROCAMENTO PODERÁ SER DEPOSITADO SEM A NECESSIDADE DE REATERRAR A VALA COM CASCALHOS. NESSE CASO, A APLICAÇÃO DO GEOTÊXTEL PODERÁ SER OPCIONAL, A CRITÉRIO DO ENGENHEIRO DE CAMPO DA PROJETISTA.

- DESENHOS DE REFERÊNCIA**
- NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - SERVIÇOS GERAIS: G006900-C-100354;
 - CANALETAS E CANAIS: G006900-C-100348;
 - EXEMPLOS DE APLICAÇÕES: G006900-C-100304.

Golden Associates DESENHO No. 01-E26-007_159-515-2282_01-J

T.E. - TIPOS DE EMISSÃO
 A - PRELIMINAR C - P/ CONHECIMENTO E - P/ CONSTRUÇÃO G - CONF. CONSTRUÍDO L - APROVADO
 B - P/APROVAÇÃO D - P/ COTAÇÃO F - CONF. COMPRADO H - CANCELADO

EMISSÃO
 DES. RR 04/11/16
 PROJ. VE 04/11/16
 VERIF. MD 04/11/16
 APROV. SC 04/11/16

SAMARCO SAMARCO MINERAÇÃO S.A.
 TÍTULO GERMANO - GERAL
 OBRAS EXTERNAS
 PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS
 CALHA - SEÇÃO TIPO E
 SEÇÃO E DETALHE

ESCALA INDICADA No. SAMARCO G006900-C-100342 REVISÃO 1

Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
1	P/ CONSTRUÇÃO	E	04/11/16	RR	MD	SC	AH
0	P/ APROVAÇÃO - EMISSÃO INICIAL	B	26/09/16	RR	MD	SC	AH
Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODEM SER COPIADO, REPRODUZIDO, ALTERADO, DISTRIBUÍDO, SEM A AUTORIZAÇÃO DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

ESPESURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - VERMELHO = 0,2mm
 2 - VERDE = 0,25mm
 3 - AZUL = 0,25mm
 4 - AMARELO = 0,25mm
 5 - CINZA = 0,25mm
 6 - PRETO = 0,25mm
 7 - BRANCO = 0,25mm
 8 - VERDE = 0,25mm

Como uma organização global de propriedade de seus colaboradores e mais de 50 anos de experiência, a Golder Associates é conduzida pelo nosso propósito de apoiar o desenvolvimento e preservar a integridade da Terra. Fornecemos soluções que ajudam nossos clientes a alcançarem seus objetivos de desenvolvimento sustentável, oferecendo-lhes uma ampla gama de serviços independentes de consultoria, projeto e gestão da construção em nossas áreas de especialização da engenharia da terra, do meio ambiente e da energia.

Para maiores informações, visite golder.com

África	+ 27 11 254 4800
Ásia	+ 86 21 6258 5522
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 44 1628 851851
América do Norte	+ 1 800 275 3281
América do Sul	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.
Rua Pernambuco, 1000 - 10º andar
Bairro Funcionários
Belo Horizonte - MG
CEP: 30.130-151
Brasil
T: +55 (31) 2121 9800

