



Setembro, 2016

PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS

RELATÓRIO DE ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

Preparado para:

Samarco Mineração S/A

RELATÓRIO

Número do Relatório: RT-E-26-003_159-515-2282_00-B / G006900-G-1RT101_R-00

Distribuição:

1 cópia - Samarco Mineração S/A

1 cópia - Golder Associates Brasil Consultoria e
Projetos Ltda.





Registro da Versão

Descrição	Versão	Data de Envio	Modo de envio
Emissão Inicial	0	26/09/2016	GRD/FTP



ÍNDICE

TABELAS

Tabela 1: Fatores adimensionais para eventos pluviométricos extremos com duração de 1 dia.....	3
Tabela 2: Vazões extremas e adimensionais determinadas para a estação fluviométrica de Fazenda Ocidente (código ANA 56337000).....	4
Tabela 3: Vazões extremas e adimensionais determinadas para o trecho do rio do Carmo a jusante do rio Gualaxo do Norte.....	4
Tabela 4: Fatores de correção das vazões.....	4
Tabela 5: Vazões extremas (m ³ /s) para áreas prioritárias nas bacias dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.....	5
Tabela 6: Resultados da simulação hidráulica Área 3.....	7
Tabela 7: Resultados da simulação hidráulica Área 8.....	8
Tabela 8: Resultados da simulação hidráulica Área 15.....	10
Tabela 9: Equipe Técnica.....	11

FIGURAS

Figura 1: Isoietas anuais médias nas bacias dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.....	3
Figura 2: Perfis da linha d'água – Área 3.....	6
Figura 3: Perfis da linha d'água – Área 8.....	8
Figura 4: Perfis da linha d'água – Área 8.....	9

ANEXOS

1.0 INTRODUÇÃO.....	2
2.0 OBJETIVO.....	2
3.0 ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	2
4.0 ESTUDOS HIDRÁULICOS.....	5
4.1 Premissas e Critérios de Projeto.....	5
4.2 Resultados das Simulações Hidráulicas.....	6
4.2.1 Área 3.....	6
4.2.2 Área 8.....	7
4.2.3 Área 15.....	9
5.0 EQUIPE TÉCNICA.....	11
6.0 BIBLIOGRAFIA.....	11
7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	12



1.0 INTRODUÇÃO

A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (Golder) foi contratada pela Samarco Mineração S.A. (Samarco) para prestar serviços de recuperação ambiental relacionados à ruptura da barragem de rejeitos de Fundão, localizada no Complexo Industrial de Germano, no município de Mariana - MG.

Em 07 de novembro de 2015 parte do volume de rejeitos e água contidos no reservatório da barragem de Fundão foi liberado quando do rompimento da barragem. A barragem de água de Santarém, localizada imediatamente a jusante da barragem de Fundão, sofreu então um galgamento e o material liberado fluiu através do curso do córrego Santarém, adentrando em seguida o rio Gualaxo do Norte, que deságua no rio do Carmo, que por sua vez é tributário do rio Doce.

Ao longo do caminho de escoamento dos rejeitos, solos, vegetação e outros materiais foram arrastados, resultando em uma mistura de rejeitos, solos e detritos vegetais e antrópicos que foram depositados ao longo das planícies de inundação, das margens e calhas destes cursos d'água e seus tributários, quando a onda de sólidos e água teve sua velocidade de deslocamento reduzida em certos trechos.

A Golder foi contratada pela Samarco para projetar e fornecer serviços de campo visando à regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves.

2.0 OBJETIVO

O objetivo deste documento é apresentar uma síntese dos estudos hidrológicos realizados para a determinação das vazões de projeto e das modelagens hidráulicas para determinação de características específicas do escoamento nas áreas de interesse.

3.0 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

A definição das vazões de projeto foi realizada adotando a metodologia de transferência (ou regionalização) de vazões extremas baseada na metodologia da Cheia de Referência (ou *Index Flood*), conforme descrita em Pinheiro (2011). Essa metodologia utiliza uma cheia de referência, relacionada à precipitação média anual e a área de drenagem, para transferir essa informação.

Naquele trabalho, foram determinadas isoietas de precipitação média anual na área de atuação da Mineradora Vale em Minas Gerais, que engloba as bacias hidrográficas dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo. A metodologia de regionalização proposta parte da determinação do *Index Flood* para cada ponto de interesse a partir da seguinte equação (PINHEIRO, 2011):

$$\bar{P}_{d,i} = 0,054 \cdot d^{0,4954} \cdot PAM^{1,0071} \cdot p_{T,d} \quad [1]$$

Na qual,

- $\bar{P}_{d,i}$ é o *Index Flood* (mm) para a duração d (dias) no local i ;
- d é a duração da precipitação (dias);
- PAM é a chuva anual média (mm), determinada a partir da análise isoietal em cada bacia de interesse.
- $p_{T,d}$ é um fator adimensional obtido a partir da razão entre os quantis de cada recorrência e a chuva extrema anual (**Tabela 1**);

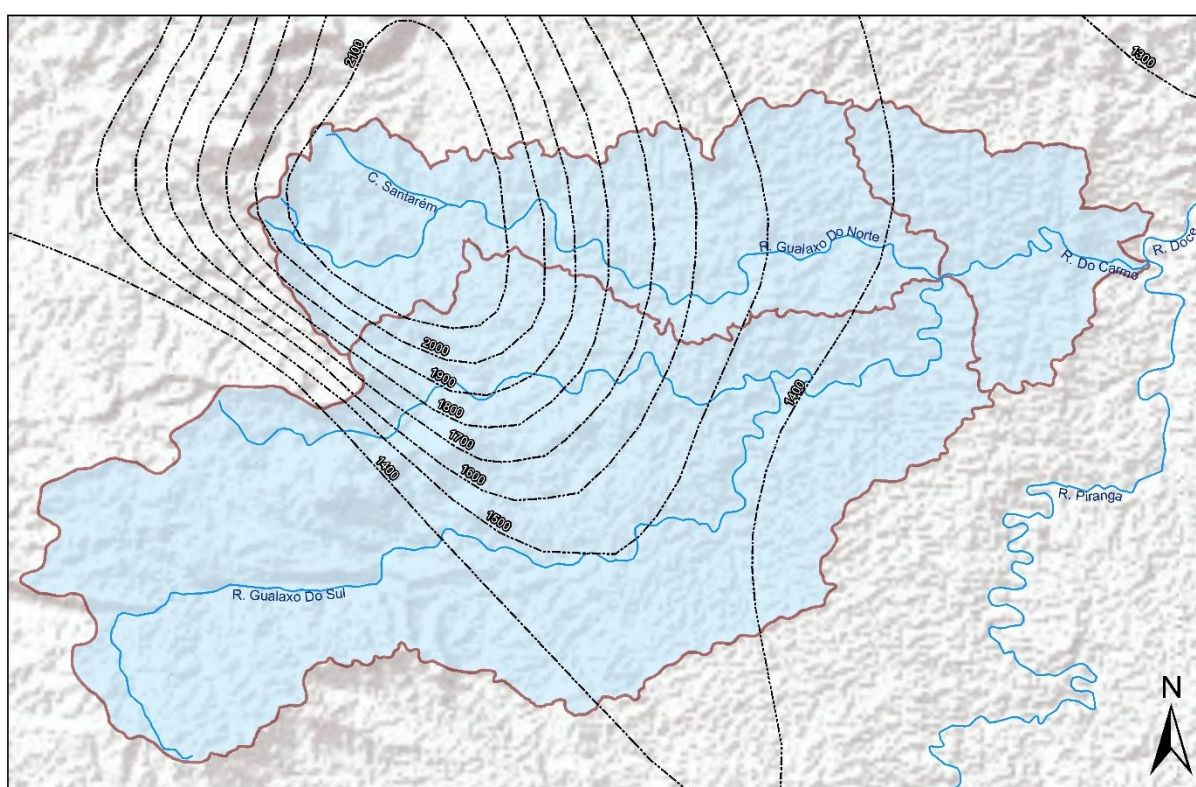


Tabela 1: Fatores adimensionais para eventos pluviométricos extremos com duração de 1 dia.

Período de Retorno (anos)					
2	5	10	25	50	100
0,9521	1,2097	1,3802	1,5956	1,7555	1,9141

Fonte: Pinheiro, 2011.

A **Figura 1** apresenta as isoietas sobrepostas às bacias hidrográficas do rio Gualaxo do Norte e rio do Carmo. A área das bacias foi determinada a partir dos divisores hidrográficos apresentados, delimitados em cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000.



Fonte: Adaptado de Pinheiro, 2011.

Figura 1: Isoietas anuais médias nas bacias dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.

A metodologia de regionalização de vazões aqui empregada utiliza a área de drenagem e as estimativas de altura pluviométrica associadas a cada recorrência para transferir a informação de monitoramento disponível nas estações pluviométricas Fazenda Ocidente (código ANA 56337000) e Acaiaca e Acaiaca Jusante (códigos ANA 56335000 e 56335001) para as áreas de atuação dos trechos dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, respectivamente. Os registros dessas estações estão disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas Hidroweb, da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016).

Os dados de monitoramento destas estações (período de 1941 a 2015) foram submetidos a uma análise de frequência, cujo melhor ajuste foi obtido pela distribuição Exponencial, para obter os quantis de vazões de interesse (**Tabelas 2 e 3**), corrigidos por um fator igual a 1,1 para correlacionar eventos diários e de 24 horas de duração (PINHEIRO, 2011). Foram também determinadas vazões adimensionais, obtidas pela razão entre os valores de vazão e o produto de área de drenagem e a estimativa da altura pluviométrica extrema associada a cada recorrência, a serem utilizadas na regionalização das respectivas vazões extremas.



Tabela 2: Vazões extremas e dimensionais determinadas para a estação fluviométrica de Fazenda Ocidente (código ANA 56337000).

Variável	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
Vazão (m ³ /s)	104,6	193,0	259,9	348,3	415,2	482,1
Vazão Adimensional (m ³ /s / (mm x km ²))	0,0018	0,0032	0,0044	0,0059	0,0070	0,0081

Obs: Período de dados de 1941 a 2015.

Tabela 3: Vazões extremas e dimensionais determinadas para o trecho do rio do Carmo a jusante do rio Gualaxo do Norte.

Variável	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
Vazão (m ³ /s)	289,8	462,1	592,4	764,6	894,9	1025,2
Vazão Adimensional (m ³ /s / (mm x km ²))	0,0014	0,0010	0,0128	0,0023	0,0020	0,0016

Obs: Período de dados de 1941 a 2015.

Vale observar que as séries de vazões diárias observadas no trecho do rio do Carmo a jusante do rio Gualaxo do Norte foram transportadas para a foz pela razão entre áreas de drenagem devido à proximidade, sendo somadas para obter novos valores de vazões máximas. Essa nova série foi submetida à análise de frequência para determinar as vazões extremas no trecho final do rio do Carmo a jusante da foz do rio Gualaxo do Norte (**Tabela 3**).

Devido a inexistência de batimetria, a modelagem hidráulica considerou as seções transversais do rio sem estas informações. Portanto, o nível mínimo das seções representa o nível de água nos cursos de água nos dias de levantamento topográfico (LiDAR).

Com o intuito de melhor representar a hidráulica nas modelagens, um fator redutor de vazões foi considerado (**Tabela 4**). A redução das vazões representa a parte da seção da calha que estaria submersa nos dias do levantamento.

Para a definição do fator de correção de vazão foi realizado um comparativo, e definido uma razão entre as vazões nos dias do levantamento topográfico e as vazões de projeto oriundas das análises de frequência com base na estação Fazenda Cachoeira Dantas (código ANA 56425000), para as medições no dia do levantamento, e, nas demais estações citadas no documento, para as vazões da análise de frequência.

O fator de correção não foi aplicado nos trechos 3 a 6 da Área 15 devido a existência de levantamento topobatimétrico do rio do Carmo nesse local. Por esse motivo há um decréscimo da vazão no trecho 3.

Tabela 4: Fatores de correção das vazões.

Variável	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
Fator de correção	0,75	0,83	0,87	0,89	0,91	0,92



As áreas de interesse para este estudo foram definidas em estudos anteriores apresentadas no relatório G006900-G-1RT102 (GOLDER, 2016a) e desenho G006984-G-100100. Para este estudo as áreas foram desmembradas em trechos sempre a montante dos tributários.

Em cada área de interesse, conhecendo-se a área de drenagem e os quantis pluviométricos de interesse calculados pela metodologia do *Index Flood* previamente descrita, determinaram-se os valores de vazões extremas associadas pelo produto desses valores e as respectivas vazões adimensionais.

As vazões extremas obtidas a partir dos estudos hidrológicos desenvolvidos para cada área são apresentadas na **Tabela 5**. Ressalta-se que a presente tabela será atualizada conforme a finalização dos estudos para cada área prioritária.

Tabela 5: Vazões extremas (m³/s) para áreas prioritárias nas bacias dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.

Área Prioritária	Trecho	Período de Retorno (anos)					
		2	5	10	25	50	100
Área 3	1	17,66	36,07	50,48	69,79	84,51	99,30
	2	17,81	36,33	50,83	70,27	85,08	99,96
	3	18,16	36,98	51,70	71,42	86,46	101,56
	4	18,23	37,11	51,88	71,67	86,76	101,90
	5	21,20	42,59	59,26	81,55	98,54	115,58
	6	21,32	42,81	59,55	81,94	99,00	116,12
	7	25,53	50,58	70,02	95,98	115,74	135,55
	8	25,75	51,00	70,58	96,73	116,63	136,58
	9	25,81	51,10	70,72	96,91	116,84	136,83
	10	29,10	59,48	83,27	115,15	139,47	163,88
Área 8	1	44,71	91,38	127,93	176,91	214,27	251,77
	2	44,84	91,63	128,26	177,36	214,80	252,39
	3	44,88	91,71	128,37	177,50	214,97	252,59
	4	45,15	92,2	129,03	178,40	216,04	253,83
	5	45,28	92,44	129,35	178,82	216,55	254,42
	6	45,93	93,64	130,97	180,99	219,12	257,41
	7	46,04	93,84	131,25	181,36	219,57	257,93
	8	46,90	95,43	133,38	184,22	222,98	261,89
	9	47,11	95,81	133,89	184,90	223,80	262,84
Área 15	1	77.50	123.60	158.40	204.50	239.30	274.20
	2	289.80	462.10	592.40	764.60	894.90	1025.20
	3	218.19	385.41	513.65	684.13	813.53	943.15
	4	218.43	385.86	514.25	684.93	814.49	944.26
	5	225.05	398.06	530.69	706.96	840.75	974.75
	6	226.81	401.31	535.06	712.82	847.73	982.87

4.0 ESTUDOS HIDRÁULICOS

4.1 Premissas e Critérios de Projeto

As premissas e critérios adotados na realização das simulações hidráulicas são apresentadas a seguir:

- Simulação hidráulica em regime de escoamento permanente e gradualmente variado;
- Geometria caracterizada pelo levantamento topográfico a laser (LIDAR) disponibilizado pela Samarco;



- Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado a partir das curvas de nível com equidistância de 1 metro (base topográfica), que serviu de base para a modelagem hidráulica no programa HEC-RAS do *U.S. Army Corps of Engineers* (USACE, 2010);
- Condições de contorno de jusante e montante adotadas iguais à profundidade normal, com declividade de 0,001 m/m em ambos os trechos.
- Coeficientes de rugosidade de Manning definidos por calibração em estudos anteriores, sendo definidos quatro valores distintos:
 - 0,033 para áreas ocupadas por rejeitos;
 - 0,250 para áreas urbanas com a inserção das áreas inefetivas relativas as edificações;
 - 0,055 para áreas de pastagens;
 - 0,080 para áreas de vegetação densa.

4.2 Resultados das Simulações Hidráulicas

Os resultados obtidos a partir das simulações hidráulicas desenvolvidas para cada área prioritária são apresentados a seguir. Assim como para os estudos hidrológicos, os resultados serão atualizados conforme a conclusão das simulações hidráulicas para cada área.

4.2.1 Área 3

A Área 3 representa um trecho de 5,8 km do rio Gualaxo do Norte, sendo que foi simulado um trecho de aproximadamente 7 km. Esse excedente representa trechos de montante e jusante para melhor representação das condições de contorno. Os perfis de linha d'água correspondentes aos períodos de retorno de interesse (2 e 10 anos) são apresentados na **Figura 2**.

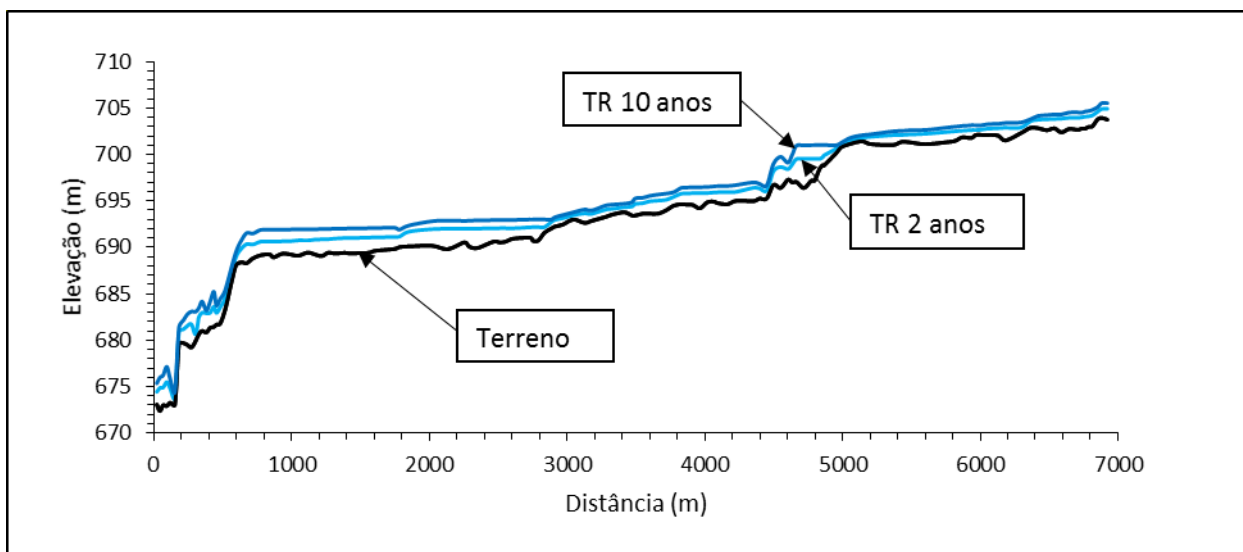


Figura 2: Perfis da linha d'água – Área 3.



Os resultados da simulação hidráulica para as variáveis associadas aos tempos de retorno (TR) de 2 e 10 anos são apresentados na **Tabela 6**, para seções transversais intercaladas em intervalos de 200 m. Esse intervalo corresponde a 10 estacas referentes ao alinhamento do rio Gualaxo do Norte estabelecido nos desenhos de projeto da área (Desenhos G006900-C-100318 a G006900-C-100324).

Tabela 6: Resultados da simulação hidráulica Área 3.

Estaca	Vazão (m³/s)		Velocidade Média (m³/s)		Elevação da Lamina d'água (m)	
	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10
E.G. 785 (Início)	17,66	50,48	0,81	1,39	703,74	704,15
E.G. 790	17,66	50,48	1,72	1,35	702,89	703,45
E.G. 800	17,66	50,48	0,77	1,24	702,83	703,31
E.G. 810	17,81	50,83	0,43	0,53	702,62	703,14
E.G. 820	17,81	50,83	0,88	1,28	702,43	702,91
E.G. 830	17,81	50,83	0,45	0,56	702,15	702,60
E.G. 840	17,81	50,83	0,55	0,98	702,07	702,48
E.G. 850	18,16	51,70	0,85	1,13	701,69	701,96
E.G. 860	18,23	51,88	1,47	1,53	700,63	701,00
E.G. 870	18,23	51,88	0,53	0,87	699,52	700,97
E.G. 880	18,23	51,88	2,77	3,64	698,21	699,00
E.G. 890	18,23	51,88	0,75	0,96	696,41	697,00
E.G. 900	18,23	51,88	0,65	0,92	695,93	696,59
E.G. 910	18,23	51,88	0,44	0,61	695,83	696,47
E.G. 920	21,20	59,26	1,21	1,40	695,12	695,79
E.G. 930	21,20	59,26	0,97	1,14	694,68	695,27
E.G. 940	21,32	59,55	0,72	0,78	694,16	694,61
E.G. 950	21,32	59,55	0,35	0,60	693,66	694,07
E.G. 960	21,32	59,55	1,07	1,62	692,96	693,24
E.G. 970	21,32	59,55	0,49	0,52	692,16	692,99
E.G. 980	21,32	59,55	0,31	0,43	692,06	692,95
E.G. 990	25,53	70,02	0,50	0,80	692,01	692,89
E.G. 1.000	25,75	70,58	0,18	0,29	691,99	692,87
E.G. 1.010	25,75	70,58	1,55	2,43	691,68	692,35
E.G. 1.020	25,81	70,72	0,93	1,21	691,12	692,10
E.G. 1.030	25,81	70,72	0,67	0,82	691,05	692,06
E.G. 1.040	25,81	70,72	0,80	0,73	690,95	692,00
E.G. 1.050	29,10	83,27	0,98	0,54	690,75	691,94
E.G. 1.060	29,10	83,27	0,64	0,68	690,64	691,90
E.G. 1.070	29,10	83,27	2,26	2,67	690,31	691,49
E.G. 1.075 (Fim)	29,10	83,27	2,93	3,97	689,87	690,75

4.2.2 Área 8

A Área 8 representa um trecho de 5,2 km do rio Gualaxo do Norte, sendo que foi simulado um trecho de aproximadamente 6,5 km. Esse excedente representa trechos de montante e jusante para melhor



representação das condições de contorno. Os perfis de linha d'água correspondentes aos períodos de retorno de interesse (2 e 10 anos) são apresentados na **Figura 3**.

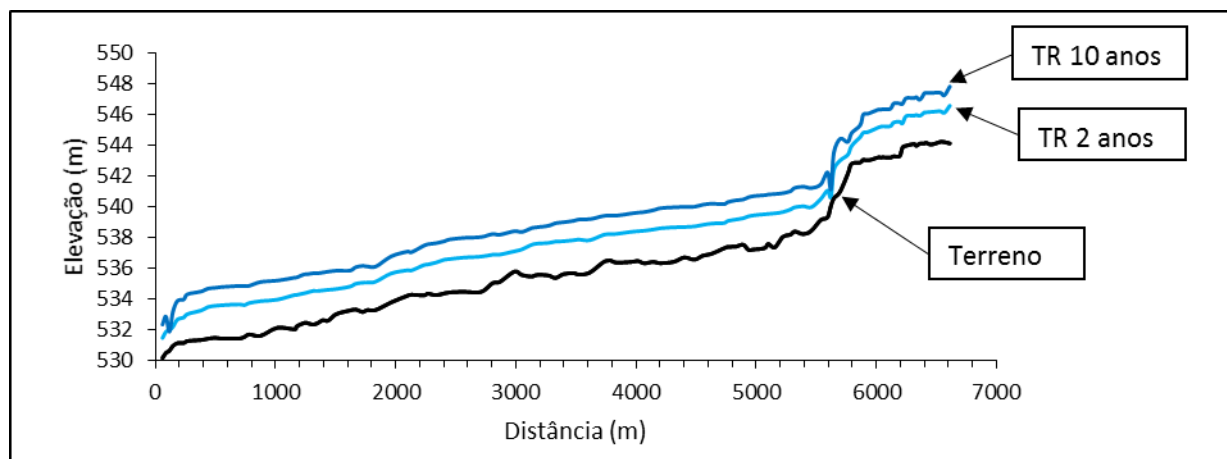


Figura 3: Perfis da linha d'água – Área 8.

Os resultados da simulação hidráulica para as variáveis associadas aos tempos de retorno (TR) de 2 e 10 anos são apresentados na **Tabela 7**, para seções transversais intercaladas em intervalos de 200 m. Esse intervalo corresponde a 10 estacas referentes ao alinhamento do rio Gualaxo do Norte estabelecido nos desenhos de projeto da área (Desenhos G006900-C-100305 a G006900-C-100310).

Tabela 7: Resultados da simulação hidráulica Área 8.

Estaca	Vazão (m ³ /s)		Velocidade Média (m ³ /s)		Elevação da Lamina d'água (m)	
	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10
E.G. 2337 (Início)	44,71	127,93	2,02	2,97	545,92	546,96
E.G. 2.340	44,71	127,93	1,38	1,87	545,92	547,06
E.G. 2.350	44,71	127,93	1,41	2,13	545,23	546,35
E.G. 2.360	44,71	127,93	1,65	2,31	544,81	545,99
E.G. 2.370	44,71	127,93	1,74	2,34	543,01	544,42
E.G. 2.380	44,84	128,26	1,91	2,03	539,98	541,22
E.G. 2.390	44,88	128,37	1,68	2,18	539,83	541,01
E.G. 2.400	44,88	128,37	1,23	1,69	539,54	540,80
E.G. 2.410	44,88	128,37	1,34	1,75	539,38	540,62
E.G. 2.420	44,88	128,37	1,43	1,98	539,09	540,31
E.G. 2.430	44,88	128,37	1,33	1,75	538,73	540,01
E.G. 2.440	44,88	128,37	0,78	1,13	538,67	539,97
E.G. 2.450	44,88	128,37	1,30	1,86	538,45	539,66
E.G. 2.460	44,88	128,37	1,22	1,50	538,24	539,43
E.G. 2.470	44,88	128,37	0,99	1,01	538,17	539,40
E.G. 2.480	45,15	129,03	0,94	1,42	537,83	539,09
E.G. 2.490 (Transição)	45,15	129,03	1,32	2,03	537,66	538,77



Estaca	Vazão (m³/s)		Velocidade Média (m³/s)		Elevação da Lamina d'água (m)	
	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10
E.G. 2.500	45,15	129,03	2,06	2,07	537,24	538,37
E.G. 2.510	45,28	129,35	1,36	1,87	536,90	538,19
E.G. 2.520	45,28	129,35	1,30	1,90	536,77	538,04
E.G. 2.530	45,28	129,35	1,14	1,52	536,61	537,88
E.G. 2.540	45,28	129,35	1,52	1,36	536,26	537,57
E.G. 2.550 (Transição)	45,93	130,97	1,41	1,93	535,88	537,09
E.G. 2.560	46,04	131,25	2,44	3,28	535,14	536,12
E.G. 2.570	46,04	131,25	1,22	1,67	535,00	536,08
E.G. 2.580	46,90	133,38	1,04	1,40	534,61	535,79
E.G. 2.590	46,90	133,38	1,40	1,44	534,43	535,62
E.G. 2.596 (Fim)	47,11	133,89	1,26	1,97	534,28	535,40

4.2.3 Área 15

A Área 15 representa um trecho de 11,6 km dos rios Gualaxo do Norte e Carmo, sendo que foi simulado um trecho de aproximadamente 13,7 km. Esse excedente representa trechos de montante e jusante para melhor representação das condições de contorno. Os perfis de linha d'água correspondentes aos períodos de retorno de interesse (2 e 10 anos) são apresentados na **Figura 4**.

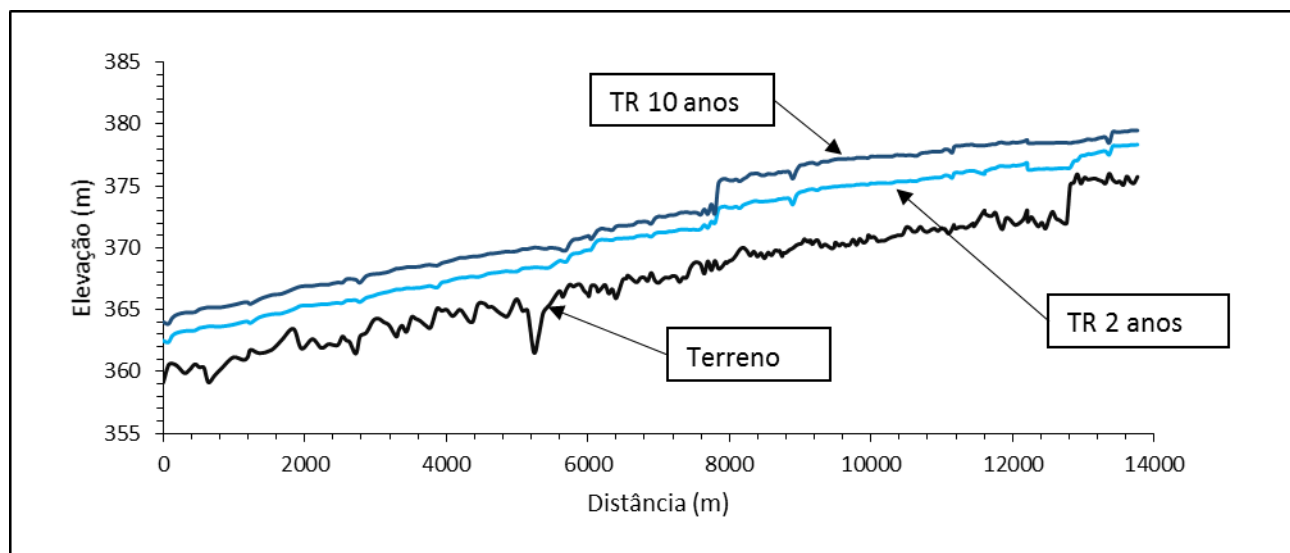


Figura 4: Perfis da linha d'água – Área 8.

Os resultados da simulação hidráulica para as variáveis associadas aos tempos de retorno (TR) de 2 e 10 anos são apresentados na **Tabela 8**, para seções transversais intercaladas em intervalos de 200 m. Esse intervalo corresponde a 10 estacas referentes ao alinhamento dos rios Gualaxo do Norte e Carmo estabelecido nos desenhos de projeto da área (Desenhos G006900-C-100325 a G006900-C-100340).



Tabela 8: Resultados da simulação hidráulica Área 15.

Estaca	Vazão (m³/s)		Velocidade Média (m³/s)		Elevação da Lamina d'água (m)	
	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10
E.G. 4.512 (Início)	77,5	158,4	1,13	1,26	376,41	378,49
E.G. 4.520	77,5	158,4	1,04	1,19	376,36	378,46
E.G. 4.530	77,5	158,4	0,27	0,32	376,35	378,48
E.G. 1.000	289,8	592,4	1,59	1,96	376,22	378,29
E.G. 1.010	289,8	592,4	1,52	1,69	376,19	378,32
E.G. 1.020	289,8	592,4	1,89	2,35	376,00	378,11
E.G. 1.030	289,8	592,4	2,11	2,6	375,68	377,78
E.G. 1.040	289,8	592,4	1,91	2,43	375,58	377,68
E.G. 1.050	289,8	592,4	1,80	2,28	375,41	377,50
E.G. 1.060	289,8	592,4	1,54	1,89	375,34	377,49
E.G. 1.070	289,8	592,4	1,51	1,96	375,23	377,37
E.G. 1.080	289,8	592,4	1,79	2,34	375,11	377,26
E.G. 1.090	289,8	592,4	1,70	2,11	375,04	377,21
E.G. 1.100	289,8	592,4	1,65	1,99	374,97	377,17
E.G. 1.110	289,8	592,4	1,96	2,61	374,85	376,97
E.G. 1.120	289,8	592,4	1,71	2,20	374,73	376,87
E.G. 1.130	289,8	592,4	3,74	4,86	374,24	376,24
E.G. 1.140	289,8	592,4	1,83	2,45	373,99	376,16
E.G. 1.150	289,8	592,4	2,38	3,14	373,77	375,98
E.G. 1.160	289,8	592,4	1,73	1,66	373,77	376,00
E.G. 1.170	289,8	592,4	1,74	2,11	373,20	375,38
E.G. 1.180	289,8	592,4	1,68	2,06	373,29	375,53
E.G. 1.190	289,8	592,4	1,76	2,52	372,13	373,52
E.G. 1.200	289,8	592,4	3,27	4,32	371,52	372,68
E.G. 1.210	289,8	592,4	0,98	1,2	371,49	372,89
E.G. 1.220	289,8	592,4	1,62	2,19	371,34	372,65
E.G. 1.230	289,8	592,4	1,41	1,99	371,25	372,53
E.G. 1.240	289,8	592,4	1,51	2,21	370,99	372,12
E.G. 1.250	289,8	592,4	1,81	2,62	370,79	371,81
E.G. 1.260	289,8	592,4	1,39	2,16	370,74	371,72
E.G. 1.270	289,8	592,4	0,87	1,39	370,67	371,57
E.G. 1.280	289,8	592,4	1,45	1,92	369,81	370,94
E.G. 1.290	289,8	592,4	1,51	2,01	369,54	370,67
E.G. 1.300	218,19	513,65	1,27	1,63	368,44	370,02
E.G. 1.310	218,19	513,65	0,30	0,51	368,42	370,02
E.G. 1.320	218,19	513,65	0,97	1,19	368,35	369,91
E.G. 1.330	218,19	513,65	0,98	1,34	368,11	369,70
E.G. 1.340	218,19	513,65	1,34	1,67	367,97	369,54
E.G. 1.350	218,19	513,65	1,89	1,89	367,65	369,32
E.G. 1.360	218,19	513,65	1,41	1,76	367,60	369,21
E.G. 1.370	218,19	513,65	1,62	2,05	367,44	369,01
E.G. 1.380	218,19	513,65	2,79	2,62	366,79	368,56
E.G. 1.390	218,19	513,65	1,56	1,80	366,78	368,49
E.G. 1.400	218,19	513,65	0,89	1,15	366,74	368,44
E.G. 1.410	218,19	513,65	1,08	1,37	366,64	368,32
E.G. 1.420	218,19	513,65	1,82	2,05	366,27	367,90
E.G. 1.430	218,43	514,25	1,81	2,01	365,97	367,73
E.G. 1.440	218,43	514,25	1,20	1,10	365,75	367,49



Estaca	Vazão (m³/s)		Velocidade Média (m³/s)		Elevação da Lamina d'água (m)	
	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10	TR=2	TR=10
E.G. 1.450	225,05	530,69	1,46	1,88	365,55	367,21
E.G. 1.460	225,05	530,69	1,11	1,60	365,45	367,04
E.G. 1.470	225,05	530,69	1,42	1,79	365,35	366,93
E.G. 1.480	226,81	535,06	2,22	1,91	365,04	366,68
E.G. 1.490	226,81	535,06	2,05	2,30	364,70	366,29
E.G. 1.500	226,81	535,06	1,43	1,89	364,64	366,19
E.G. 1.510	226,81	535,06	2,73	3,12	363,93	365,47
E.G. 1.520	226,81	535,06	1,39	1,93	364,02	365,59
E.G. 1.530	226,81	535,06	1,63	2,14	363,65	365,20
E.G. 1.540	226,81	535,06	0,86	1,37	363,65	365,20
E.G. 1.550	226,81	535,06	2,12	2,59	363,32	364,80
E.G.1.561+4 (Fim)	226,81	535,06	1,36	1,96	363,28	364,76

5.0 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica responsável pela realização dos estudos é constituída pelos profissionais apresentados na **Tabela 9**.

Tabela 9: Equipe Técnica.

Equipe Técnica	Cargo
Marcelo Diniz (Revisor)	Engº. Civil
Fernando Tomé	Engº. Civil
Walfrido Vidigal	Engº. Civil

6.0 BIBLIOGRAFIA

Agência Nacional de Águas - ANA. *Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas*. Dados hidroclimatológicos. Disponível em: < <http://www.ana.gov.br> >. Acesso em: agosto de 2016.

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

PINHEIRO, M.C. *Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração*. Porto Alegre: ABRH, 2011. 308p.

U.S. Army Corps of Engineers - USACE. *HEC-RAS: River Analysis System*. Davis, 2010.



7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que este relatório fornece as informações solicitadas pela Samarco. Caso haja quaisquer dúvidas ou comentários, por favor, entrem em contato.

Cordialmente,

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.

Antônio Harley
Gerente do Projeto

WV/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-1rt101_r-00\1 - texto\g006900-g-1rt101_r-00.docx

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

