

REV.	EMISSÃO	DATA	E.P.	C.P.	MRN	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
0	B	22/11/07	PER	FSN	JCK	EMISSÃO INICIAL
1	D	05/12/07	PER	FSN	JCK	REVISÃO GERAL
2	D	24/03/08	PER	FSN	JCK	REVISÃO NO ITEM 3.1
3	D	08/07/11	PER	NNA	JCK	INCLUSÃO DO ITEM 7
4	D	19/08/11	PER	NNA	JCK	REVISÃO DO ITEM 1

EMISSÕES

TIPOS DE EMISSÃO

(A) PRELIMINAR

(B) PARA APROVAÇÃO

(C) APROVADO

(D) PARA CONSTRUÇÃO

(E) PARA COMPRA

(F) CONFORME CONSTRUÍDO

(G) CONFORME COMPRADO

(H) CANCELADO

(I) PARA CONHECIMENTO

CONTRATADA



Nº DOC. MINER:

533-03-700-832-001

Nº ARQUIVO ELETRÔNICO:



PROJETO TROMBETAS

PROJETO:

FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA - MELHORIAS

TÍTULO DO DOCUMENTO:

20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ

ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH – DETALHADO

MEMORIAL DESCRITIVO

TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO

ÁREA:

GERAL

Nº DOCUMENTO MRN:

QD5-MEL-20-20-005-MD

REV.

4

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO		Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 2/18
		Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4

SUMÁRIO

- 1 APRESENTAÇÃO**

- 2 PROJETO GEOMÉTRICO**

- 3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

- 4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

- 5 PROJETO DE DRENAGEM**

- 6 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

- 7 TRAVESSIAS DE ANIMAIS TERRESTRES E ARBÓREOS**

- 8 REFERÊNCIAS**

- ANEXOS**

- ANEXO 1 – SONDAGENS E ENSAIOS DE REFERÊNCIA**

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 3/18	
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4	

1 APRESENTAÇÃO

O objetivo deste memorial é apresentar os dados obtidos para o desenvolvimento do projeto detalhado de infra-estrutura para a abertura das minas Bela Cruz, Aramã e Greigh, pertencentes ao empreendimento “Projeto Trombetas – Fase IV – Produção de 16,3 Mtpa – Melhorias”, de propriedade da Mineração Rio do Norte S.A. - MRN, a ser implantado em Porto Trombetas, município de Oriximiná – PA, trecho da estrada de acesso entre os platôs Bela Cruz e Aramã, baseados nas metodologias descritas no Memorial Descritivo Geral do Projeto, documento QD5-MEL-00-20-001-MD.

O trecho tem início na estaca 0, posicionada no platô Bela Cruz, ponto de coordenadas N=213296,583 e E=40854,525, e final na estaca 232+9,089, no platô Aramã, de coordenadas N=210576,436 e E=44146,439.

Em agosto de 2011 foi solicitado pela MRN a alteração dos projetos da Estrada Bela Cruz-Greigh, para atender as recomendações da JPA, Pimenta de Ávila Consultoria Ltda, em seu relatório de número QD5-JPA-09-50-003-RT de 03/06/2011. Deste modo foram revisados os documentos a seguir:

QD5-MEL-20-20-010-DE
QD5-MEL-20-20-025-DE
QD5-MEL-20-20-026-DE
QD5-MEL-20-51-005-LM
QD5-MEL-20-20-005-PL

Este Memorial Descritivo não foi alterado, devendo qualquer consulta ser feita no documento QD5-JPA-09-50-003-RT.

2 PROJETO GEOMÉTRICO

2.1 Introdução

O projeto geométrico apoiou-se no levantamento topográfico fornecido pela MRN, executado dentro das diretrizes pré-fixadas de ligação dos platôs Bela Cruz - Aramã. Esse levantamento compreendeu a implantação do eixo e o levantamento de seções transversais a intervalos regulares.

Os projetos executados contemplam o trecho entre os bordos dos platôs Bela Cruz e Aramã, tendo início na estaca 0+0,000 e final na estaca 232+9,089.

A partir da planta planialtimétrica da faixa levantada, com curvas de nível de metro em metro, foi elaborado o estudo de traçado. Com base neste desenvolveu-se o Projeto Geométrico, conforme descrito a seguir.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.:	4/18
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.:	4

2.2 Aspectos Notáveis

A principal característica deste projeto é que o traçado é essencialmente de meia encosta não interceptando cursos d'água ou nascentes.

Durante o estudo de traçado ficou caracterizado que os segmentos críticos estão compreendidos entre as estacas 5 a 37 e 195 a 229, onde se apresentam rampas de até 10%, na descida do platô Bela Cruz e subida do platô Aramã. No restante do trecho as rampas são suaves, de no máximo 3,5%.

2.3 Características Operacionais e Geométricas da Estrada

As características básicas foram estabelecidas pela MRN, em função das condições operacionais exigidas e são:

- Velocidade diretriz – 40 km /hora;
- Raio mínimo de curva horizontal – 1200,0 metros;
- Rampa máxima – 10 % no sentido Bela Cruz-Aramã e 8 % no sentido Arama-Bela Cruz;
- Abaulamento de pista – 4%, para ambos os lados;
- Superelevação máxima – 4%.

2.4 Seção Transversal da Estrada

A seção transversal tipo foi definida pela MRN em função da frota de veículos que tráfegará pela mesma.

Os elementos básicos da seção transversal da estrada são:

- Plataforma –14,0m, incluindo dispositivos para drenagem;
- Faixas de tráfego – 2x6,00m;
- Taludes de corte – 1,5H:1,0V;
- Taludes de aterro – 1,5H:1,0V;
- Leiras de proteção nos aterros com 0,80m de altura nas tangentes e lados internos das curvas e 0,95 m nos lados externos das curvas.

2.5 Elementos em Planta e Perfil

Número de curvas horizontais.....	02
Número de curvas horizontais p/km.....	0,43
Raio mínimo de curvatura horizontal.....	1200,00m
Extensão total em curvas horizontais.....	1909,47m = 41,07%
Extensão total em tangentes.....	2739,619m =58,93%

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO		Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 5/18
		Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4

Emprego dos raios:

Raio (m)	Frequência	Desenvolvimento (m)
1200,00	01	365,787
1600,00	01	1543,683

Emprego das declividades:

Aclives (%)	Extensão (m)	Declives (%)	Extensão (m)
0-2	649,089	0-2	1090,00
2-4	660,00	2-4	910,00
4-6	-	4-6	-
6-8	-	6-8	-
8-10	690,00	8-10	650,00

Declividade longitudinal máxima.....10,00 %
Declividade longitudinal mínima..... 0,50%
Extensão total em aclives.....1999,089;
Extensão total em declives.....2650,00m;
Extensão total em curvas verticais côncavas.....600,00m;
Extensão total em curvas verticais convexas.....460,00m.

2.6 Projeto Planimétrico

Ponto	Tangente (m)	Elementos de curva	Coordenadas	
			N	E
Est. 0	-	-	213296,583	40854,525
Est. 0 A PI-01	2136,687	C-1: AC= 55°16'45" R=1600,00m D=1543,683 T=837,866		
PI-01			212928,853	42959,330
PI-01 A PI-02	2346,075	C-2: AC=17°27'54" R=1200,00 D=365,787 T=184,323		
PI-02			210799,324	43943,798
PI-02 A PF	301,235			
PF	-	-	210576,436	44146,439

2.7 Apresentação do Projeto

O Projeto Geométrico é apresentado em desenhos no formato A1, onde a planimetria é configurada na porção superior dos desenhos, em escala 1:2000, o perfil na porção inferior, nas escalas 1:2000 (horizontal) e 1:200 (vertical).

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.:	6/18
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.:	4

Na apresentação gráfica constam os seguintes dados:

Em planta:

- alinhamento estaqueado;
- malha de coordenadas;
- desenho das curvas de nível, de 5 em 5 metros;
- quadro de curvas;
- plataforma e respectivos “off-sets” de corte/aterro.

Em perfil:

- linha de greide da estrada;
- linha do terreno;
- elementos das curvas verticais;
- rampas;
- cotas dos elementos verticais;
- estaqueamento no rodapé.

3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.1 Introdução

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido adotando-se como referência as sondagens e ensaios geotécnicos realizados em 2007, conforme lista do Anexo I, e os Estudos Geológicos/Geotécnicos elaborados para a estrada existente de Aviso a Almeidas. A partir desses dados foram definidas a classificação e características dos materiais a serem utilizados, bem como seus volumes e sua distribuição.

Foi obtida, na totalidade do trecho, uma compensação satisfatória entre os volumes de corte e aterro. Os materiais foram utilizados na execução do corpo de aterros.

3.2 Taludes

O projeto da geometria e estabilidade dos taludes apoiou-se, inicialmente, em dados de projetos anteriores e no conhecimento da região. Assim, foi adotada a inclinação para os taludes:

- taludes de corte: 1,5H:1,0V;
- taludes de aterro: 1,5H:1,0V.

3.3 Banquetas

Foram previstas banquetas a cada 8,0m de altura, tanto para corte quanto para aterro, com 4,0m de largura e 5% de inclinação no sentido do corte/aterro e declividade longitudinal de 1,0 %.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 7/18	
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4	

3.4 Fundação de Aterros

Não há previsão de ocorrência de solos moles até porque o traçado, na sua quase totalidade, desenvolve-se na meia encosta dos platôs Bela Cruz e Aramã e, entre eles, sobre o divisor das bacias.

3.5 Cálculo dos Volumes

Os volumes de terraplenagem foram obtidos por processamento eletrônico, em computador, a partir do greide projetado, seções transversais levantadas e seções tipo.

Para efeito de distribuição dos materiais escavados, os volumes geométricos obtidos pela cubação e referentes aos aterros foram multiplicados por um fator de conversão igual a 1,40 levando-se em consideração:

- contração devido à compactação;
- reposição de material removido pela limpeza e o correspondente à camada vegetal;
- perdas diversas.

Para o cálculo das quantidades a serem compactadas nos aterros, considerou-se o volume geométrico calculado.

Foram classificados materiais somente de 1ª e 2ª categorias. Os valores, apresentados a seguir, são os resultantes das movimentações dos materiais escavados na terraplenagem.

CLASSIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
Escavação em corte de 1ª categoria	m ³	467.459
Escavação em corte de 2ª categoria	m ³	45.588
Escavação total	m ³	513.047
Corpo de aterro	m ³	366.462

3.6 Distribuição do Material Escavado

Foi feita a distribuição racional do material dos cortes, de maneira a fornecer uma movimentação econômica dos volumes, tanto em função das distâncias médias de transporte como em função das rampas no sentido de transporte.

O material excedente se destina a bota-fora nos platôs de Bela Cruz e Aviso.

A seguir é apresentada a planilha de distribuição da terraplenagem.



PROJETO TROMBETAS
FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA
MELHORIAS

20 – ESTRADA ARAMÁ – BELA CRUZ
ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÁ E GREIGH – DETALHADO
DETALHADO
MEMORIAL DESCRITIVO.

Nº.DOC. MRN:
QD5-MEL-20-20-005-MD

FL.:
8/18

Nº DOC. MINER:
533-03-700-832-001

REV.:
4

DISTRIBUIÇÃO DA TERRAPLENAGEM

ORIGEM DO MATERIAL ESCAVADO		VOLUMES ESCAVADOS (m3)					DESTINO DO MATERIAL ESCAVADO			DMT (m)	MOMENTO EXT. TRANSPORTE (m ³ xkm)	
ESTACAS		ESPECIFICAÇÃO	TOTAL	PARCIAIS			ESTACAS		UTILIZAÇÃO			
INICIAL	FINAL			1ª CATEGORIA	2ª CATEGORIA	3ª CATEGORIA	INICIAL	FINAL				
0	26	CORTE 01	176470	151518			25+10	50	ATERRO 01	495		
					17647				ATERRO 01	495		
				7305			75+10	105+10	ATERRO 02	1550	4018	
50+10	78+10	CORTE 02	14474	14474					ATERRO 02	520		
106+10	114+10	CORTE 03	1018	1018					ATERRO 02	400		
124	154	CORTE 04	16249	9163					ATERRO 02	970		
				2462			114	124	ATERRO 03	400		
				4624			154	172	ATERRO 04	480		
171	194	CORTE 05	8393	8393					ATERRO 04	390		
210+10	232+9,089	CORTE 06	279412	44998					ATERRO 04	1170	7629	
				206473			194	210+10	ATERRO 05	385		
					27941				ATERRO 05	385		
		EMPRÉSTIMO PLATÔ ARAMÁ	17031	17031					ATERRO 05			
			513047	467459	45588						11647	
				Escavação, carga, transporte e espalhamento de material de 1ª categoria - DMT até 1000m								467.459
				Escavação, carga, transporte e espalhamento de material de 2ª categoria - DMT até 1000m								45.588
				Compactação de Aterro com Grau de compactação de 100% do Proctor Normal								366.462

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 9/18	
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4	

3.7 Apresentação

Os elementos básicos fornecidos são:

- seções tipo;
- distribuição de materiais;
- quadro resumo da distribuição de materiais;
- planilha de quantidades.

O volume de desmatamento e de limpeza foi considerado a partir de uma espessura média de 10 centímetros e abatido do volume geométrico calculado.

4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos tiveram a finalidade de estabelecer o regime pluviométrico regional, bem como fornecer subsídios para a determinação das aflúências às obras e dispositivos de drenagem.

Considerou-se no projeto da drenagem superficial, uma chuva de 10 minutos de duração, para um período de recorrência de 10 anos, obtendo-se, através da equação geral das chuvas de Porto Trombetas $I=1169,69 \times T^{0.147} / (t+9)^{0.762}$, uma intensidade média de precipitação $I = 174,04$ mm/h e uma precipitação de 29,01mm para o mesmo período.

O coeficiente de escoamento “run off” adotado será de 0,30 para áreas virgens de mata, de 0,60 para os acessos e de 0,40 para os taludes gramados.

Para o tempo de concentração será adotada a fórmula de Kirpich.

As vazões serão calculadas pela fórmula de Peltier Bonnenfant para áreas menores que 400ha, e Método do Hidrograma Unitário Triangular para as áreas maiores que 400ha.

Os períodos de recorrência a serem adotados são de 10 anos para drenagem superficial e de 25 anos para drenagem de grotas (bueiros), com verificação para 50 anos.

O tempo de concentração mínimo adotado foi de 10 minutos.

4.1 Resultados Obtidos

Na página seguinte apresenta-se a planilha de cálculo das vazões, para as bacias objeto do projeto, conforme a metodologia apresentada.



PROJETO TROMBETAS
FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA
MELHORIAS

20 - ESTRADA ARAMÁ - BELA CRUZ
ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÁ E GREIGH - DETALHADO
DETALHADO
MEMORIAL DESCRITIVO.

Nº.DOC. MRN:
QD5-MEL-20-20-005-MD

FL.:
10/18

Nº DOC. MINER:
533-03-700-832-001

REV.:
4

ESTRADA BELA CRUZ - GREIGH

n=0.016

ESTUDOS HIDROLÓGICOS - PELTIER ET BONNENFANT

BACIA		A	L	H	D	C/C N	t1	α	to	t2	tc	I (mm/h)			Q (m3/s)			OBRA
Nº	ESTACA	ha	(km)	(m)	(m/m)							Pelt B	TR=1 0	TR=25	TR=50	TR=10	TR=25	
AR 1	41+10,00	7,120	0,269	4,30	0,0160	0,30	26,00	1,01	4,40	15,65	41,65	80,86	94,25	105,45	0,48	0,56	0,63	BSTC 0,80
AR 2	86+10,00	40,54	0,690	65,00	0,0942	0,30	13,84	1,08	10,10	15,95	29,79	99,21	115,50	129,14	3,35	3,91	4,37	BDTC 1,20
AR 3	159+10,00	1032	4,700	104,0	0,0221	50	Ver planilha em anexo - HUT									9,58	14,52	BSTM 2,30
AR 4	201,00	36,75	0,873	76,00	0,0871	0,30	14,85	1,44	9,68	21,12	35,97	88,58	103,20	115,43	2,71	3,16	3,54	BDTC 1,00

20 – ESTRADA ARAMÁ – BELA CRUZ
ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÁ E GREIGH – DETALHADO
DETALHADO
MEMORIAL DESCRITIVO.

Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 11/18
Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4

Método do Hidrograma Unitário - HUT
IGARAPÉ ARAMÁ

ESTAÇÃO: PORTO TROMBETAS - ESTRADA BELA CRUZ - ARAMÁ ESTACA: 159+10,00 CURSO D'ÁGUA: IGARAPÉ ARAMÁ ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 9,92 km ² COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 3,92 km DESNÍVEL(DELTA H): 104,00 m DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 2,656 % VEGETAÇÃO: MATAS EM SUPERFÍCIE PERMEÁVEL	C.N.: 50 COEF. DE REDUÇÃO(CR): 1 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 0,7687 h TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,1025 h TEMPO DE PICO(Tp): 0,5125 h TEMPO DE RETORNO(Tr): 0,8558 h TEMPO DE BASE(Tb): 1,3683 h TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 25 anos VAZÃO EFETIVA DE PICO(Qp): 40,2444 m ³ /s/cm	C= 0,25 CNestim= 52 fa= 0,20 fa PADRÃO=0,2 Ptot= 6,80 cm ia= 5,08 cm S= 25,40 cm
		VAZÃO CALCULADA 9,58 m³/s

Ti(h)	P(cm)	Pm(cm)	Pe(cm)	dPe(cm)	HUT	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Qc
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
0,102	2,426	2,426	0,000	0,000	8,049	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
0,205	3,742	3,742	0,000	0,000	16,098	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
0,307	4,626	4,626	0,000	0,000	24,147	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
0,410	5,288	5,288	0,002	0,002	32,196	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,014
0,512	5,815	5,815	0,021	0,019	40,244	0,000	0,000	0,000	0,027	0,153	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,180
0,615	6,254	6,254	0,052	0,031	35,425	0,000	0,000	0,000	0,041	0,306	0,251	0,000	-	-	-	-	-	-	-	0,597
0,717	6,629	6,629	0,089	0,037	30,605	0,000	0,000	0,000	0,054	0,459	0,502	0,300	0,000	-	-	-	-	-	-	1,314
0,820	6,958	6,958	0,129	0,040	25,785	0,000	0,000	0,000	0,068	0,611	0,752	0,599	0,324	0,000	-	-	-	-	-	2,355
0,922	7,251	7,251	0,171	0,042	20,966	0,000	0,000	0,000	0,060	0,764	1,003	0,899	0,648	0,335	0,000	-	-	-	-	3,710
1,025	7,516	7,516	0,213	0,042	16,146	0,000	0,000	0,000	0,052	0,673	1,254	1,199	0,972	0,671	0,339	0,000	-	-	-	5,159
1,127	7,757	7,757	0,255	0,042	11,326	0,000	0,000	0,000	0,043	0,581	1,104	1,499	1,296	1,006	0,678	0,339	0,000	-	-	6,546
1,230	7,979	7,979	0,297	0,042	6,507	0,000	0,000	0,000	0,035	0,490	0,954	1,319	1,620	1,341	1,017	0,677	0,336	0,000	-	7,790
1,332	8,184	8,184	0,338	0,041	1,687	0,000	0,000	0,000	0,027	0,398	0,803	1,140	1,426	1,676	1,356	1,016	0,671	0,331	0,000	8,846
1,368	8,253	8,253	0,352	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,307	0,653	0,960	1,232	1,476	1,695	1,355	1,007	0,663	0,115	9,482
1,435	-	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0,011	0,215	0,503	0,781	1,038	1,275	1,492	1,693	1,343	0,994	0,230	9,575
1,537	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,003	0,124	0,353	0,601	0,844	1,074	1,289	1,491	1,679	1,325	0,344	9,127
1,640	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,032	0,203	0,422	0,650	0,873	1,086	1,288	1,478	1,657	0,459	8,147
1,742	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,053	0,242	0,456	0,673	0,883	1,085	1,277	1,458	0,574	6,700
1,845	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,063	0,262	0,472	0,680	0,882	1,076	1,260	0,505	5,200
1,947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,068	0,271	0,477	0,679	0,875	1,062	0,436	3,868
2,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,070	0,274	0,477	0,673	0,863	0,368	2,725
2,152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,071	0,274	0,472	0,665	0,299	1,781
2,255	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,071	0,271	0,466	0,230	1,039
2,357	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,070	0,268	0,162	0,500
2,460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,069	0,093	0,162
2,562	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,024	0,024
2,665	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,000



PROJETO TROMBETAS
FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA
MELHORIAS

20 – ESTRADA ARAMÁ – BELA CRUZ
ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÁ E GREIGH – DETALHADO
DETALHADO
MEMORIAL DESCRITIVO.

Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 12/18
Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4

ESTAÇÃO: PORTO TROMBETAS - ESTRADA BELA CRUZ - ARAMÁ ESTACA: 480+0,00 CURSO DÁGUA: IGARAPÉ ARAMÁ ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 9,92 km ² COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 3,92 km DESNÍVEL(DELTA H): 104,00 m DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 2,656 % VEGETAÇÃO: MATAS EM SUPERFÍCIE PERMEÁVEL											C.N.: 50 COEF. DE REDUÇÃO(CR): 1 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 0,7687 h TEMPO UNITÁRIO(dT): 0,1025 h TEMPO DE PICO(Tp): 0,5125 h TEMPO DE RETORNO(Tr): 0,8558 h TEMPO DE BASE(Tb): 1,3683 h TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 50 anos VAZÃO EFETIVA DE PICO(Qp): 40,2444 m ³ /cm						C= 0,25 CNestim= 52 fa= 0,20 fa PADRÃO=0,2 Ptot= 6,80 cm ia= 5,08 cm S= 25,40 cm				
																	VAZÃO CALCULADA				
																	14,52 m³/s				
Ti(h)	P(cm)	Pm(cm)	Pe(cm)	dPe(cm)	HUT	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Qc	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
0,102	2,686	2,686	0,000	0,000	8,049	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
0,205	4,143	4,143	0,000	0,000	16,098	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
0,307	5,123	5,123	0,000	0,000	24,147	0,000	0,000	0,001	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001
0,410	5,855	5,855	0,023	0,023	32,196	0,000	0,000	0,001	0,184	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,185
0,512	6,439	6,439	0,069	0,046	40,244	0,000	0,000	0,002	0,368	0,371	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,741
0,615	6,924	6,924	0,125	0,056	35,425	0,000	0,000	0,002	0,552	0,742	0,450	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	1,746
0,717	7,340	7,340	0,185	0,060	30,605	0,000	0,000	0,003	0,736	1,112	0,899	0,482	0,000	-	-	-	-	-	-	-	3,233
0,820	7,705	7,705	0,246	0,061	25,785	0,000	0,000	0,003	0,921	1,483	1,349	0,964	0,492	0,000	-	-	-	-	-	-	5,210
0,922	8,029	8,029	0,307	0,061	20,966	0,000	0,000	0,002	0,810	1,854	1,799	1,445	0,983	0,491	0,000	-	-	-	-	-	7,384
1,025	8,322	8,322	0,367	0,060	16,146	0,000	0,000	0,002	0,700	1,632	2,248	1,927	1,475	0,981	0,484	0,000	-	-	-	-	9,450
1,127	8,589	8,589	0,426	0,059	11,326	0,000	0,000	0,001	0,590	1,410	1,979	2,409	1,967	1,472	0,968	0,475	0,000	-	-	-	11,271
1,230	8,834	8,834	0,483	0,058	6,507	0,000	0,000	0,001	0,480	1,188	1,710	2,120	2,459	1,963	1,452	0,949	0,464	0,000	-	-	12,785
1,332	9,062	9,062	0,540	0,056	1,687	0,000	0,000	0,001	0,369	0,966	1,440	1,832	2,164	2,453	1,936	1,424	0,927	0,452	0,000	-	13,966
1,368	9,138	9,138	0,559	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,259	0,744	1,171	1,543	1,870	2,160	2,420	1,898	1,391	0,905	0,156	-	14,517
1,435	-	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0,149	0,522	0,902	1,255	1,575	1,866	2,130	2,373	1,855	1,357	0,311	-	14,295
1,537	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,039	0,300	0,633	0,966	1,281	1,572	1,840	2,089	2,319	1,810	0,467	-	13,315
1,640	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,078	0,363	0,678	0,986	1,278	1,551	1,804	2,041	2,262	0,623	-	11,665
1,742	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,094	0,389	0,692	0,984	1,261	1,520	1,763	1,991	0,778	-	9,474
1,845	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,101	0,398	0,691	0,971	1,236	1,486	1,720	0,685	-	7,287
1,947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,103	0,397	0,681	0,952	1,208	1,449	0,592	-	5,382
2,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,103	0,391	0,668	0,930	1,179	0,499	-	3,769
2,152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,101	0,384	0,653	0,908	0,405	-	2,451
2,255	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,099	0,375	0,637	0,312	-	1,423
2,357	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,097	0,366	0,219	-	0,682
2,460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,095	0,126	-	0,221
2,562	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,033	-	0,033
2,665	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	-	0,000

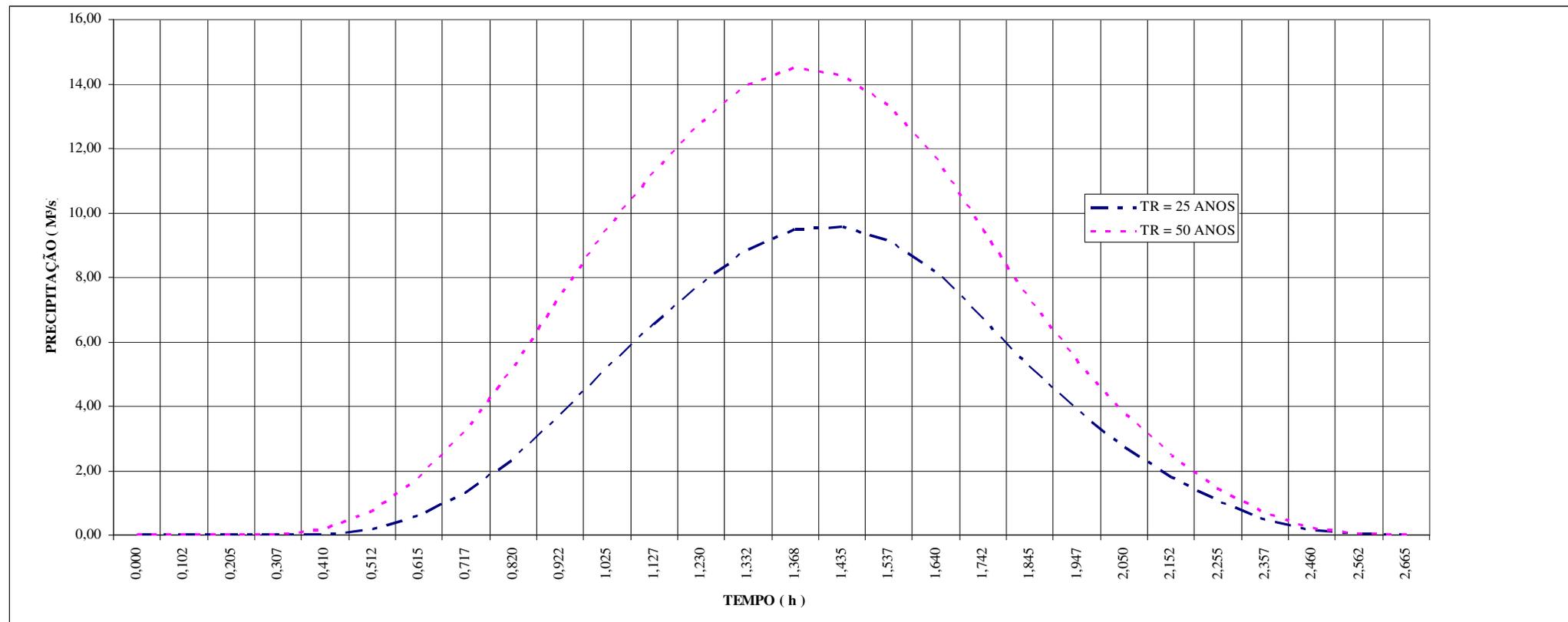
20 – ESTRADA ARAMÁ – BELA CRUZ
ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÁ E GREIGH – DETALHADO
DETALHADO
MEMORIAL DESCRITIVO.

Nº.DOC. MRN:
QD5-MEL-20-20-005-MD

FL.:
13/18

Nº DOC. MINER:
533-03-700-832-001

REV.:
4



		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 14/18	
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4	

5 PROJETO DE DRENAGEM

Foram previstos os dispositivos de drenagem necessários à proteção das obras de terraplenagem e atendimento aos requisitos ambientais. Esses dispositivos, conforme a seguir relacionados, têm por objetivo o controle da drenagem nas plataformas das estradas e sua coleta e direcionamento para os talvegues existentes.

Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- sarjetas;
- valetas de proteção em corte;
- valetas de proteção de aterro;
- descidas d'água de aterro em degraus;
- saídas d'água em corte e aterro;
- dissipadores de energia;
- caixas coletoras;
- bueiros de Grota para transposição de Talvegue;
- bueiros de greide;
- bacia de Decantação de Sólidos.

5.1 Sarjetas

Estabelecida a geometria para a sarjeta, função das disponibilidades de largura da plataforma, seu dimensionamento consistiu no estabelecimento de seu comprimento crítico, para todas as situações peculiares de planta e perfil.

Neste projeto, estabeleceu-se que as sarjetas a serem implantadas nas bordas da plataforma serão revestidas de concreto. Assim sendo, o comprimento crítico será atingido, quando estiver para se dar o transbordamento da sarjeta.

Os estudos dos comprimentos críticos das sarjetas, basearam-se no critério de equivalência de vazões, considerando-se a fórmula do método racional com a equação da continuidade.

O valor da intensidade de precipitação foi obtido através da equação apresentada anteriormente, para uma recorrência de 10 anos e um tempo de concentração igual a 10 minutos.

Foi projetada a sarjeta STC-02 conforme as necessidades da pista.

5.2 Valetas de Proteção

São dispositivos destinados a interceptarem águas que escoam pelo terreno à montante, impedindo-as de alcançarem o corpo estradal, nos segmentos em corte da rodovia.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 15/18	
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4	

Localizam-se no mínimo a 3,0m da crista do corte e foram projetadas as valetas VPC-03 e VPA-03.

5.3 Descidas D'água de Aterro e Corte

As descidas d'água de Aterro e Corte são dispositivos destinados a conduzir pelos taludes as águas precipitadas sobre a plataforma, coletadas pelas sarjetas ou meios-fios.

Foi projetada a descida tipo DAD-02.

5.4 Saídas D'água

As saídas d'água de aterro são dispositivos posicionados nos pontos em que são vencidos os comprimentos críticos das sarjetas e nos pontos baixos dos aterros, com a finalidade de dirigir as águas captadas pelas sarjetas para fora do corpo estradal.

Foram projetadas as saídas d'água em aterro EDA-01 e EDA-02.

5.5 Drenagem Profunda

A drenagem profunda foi projetada para evitar os problemas acarretados pela incidência das águas subterrâneas do lençol freático, que afetam a infra e superestrutura da rodovia.

Os tipos de dispositivos projetados foram os Drenos Profundos de Corte em Solo tipo DPS-02 e Bocas de Saída tipo BSD-02.

5.6 Bueiros de Grota para Transposição de Talvegue

As obras projetadas foram BSTC 0,80, BDTC 1,00, BDTC 1,20 e BSTM 2,30.

5.7 Bacia de Decantação de Sólidos

Este dispositivo está localizado ao final dos segmentos de valetas ou nas saídas de sarjetas, próximos aos talvegues e foi projetado com o objetivo de evitar o afluxo do material proveniente da terraplenagem para o leito dos cursos d'água.

Foi dimensionada uma bacia de decantação de sólidos, para uma bacia de contribuição média de 2,0 hectares e coeficiente de escoamento superficial de 0,40, conforme a metodologia apresentada no Memorial Descritivo doc. QD5-MEL-00-20-001-MD, obtendo as seguintes dimensões:

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.:	16/18
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.:	4

BDS NAS SAIDAS DAS VALETAS E SARJETAS DA ESTRADA ARAMÃ - BELA CRUZ		
DESCRIÇÃO	UN	VALOR
Contribuição pluviométrica		
taxa pluviométrica	mm/h	174,04
área de contribuição	ha	2,00
taxa de escoamento superficial		0,40
vazão	m ³ /h	1392,32
vazão	m ³ /s	0,39
Vertedouro		
fração da largura da bacia	%	100%
largura	m	5,00
altura da lâmina	m	0,12
velocidade	m/s	0,64
Reservatório		
largura média	m	5,00
comprimento médio	m	10,00
profundidade livre	m	2,00
largura do fluxo	m	4,00
área equivalente do fluxo	m ²	4,00
velocidade média do fluxo	m/s	0,10
tempo de residência	h	0,03
Diâmetro do corte		
poisson	poise	0,01
ds (massa real da partícula)	g/cm ³	2,67
velocidade de sedimentação	m/h	4,21
velocidade de sedimentação	cm/s	0,12
diâmetro da partícula classificada	µm	35,85
DIMENSÕES DA BDS		
Largura (m)		5,00
Comprimento (m)		10,00
Altura (m)		2,00

6 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

A pavimentação da estrada Aramã será executada em revestimento primário, com espessura de 0,40 metros, com laterita encontrada no local, compactada na energia do proctor modificado. O subleito deverá ser compactado na energia do proctor intermediário. O ISC do projeto adotado é de 8%.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.:	17/18
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.:	4

O volume estimado para pavimentação do trecho entre as estacas 0 e 232 + 9,089 é de 23.431 metros cúbicos de laterita.

7 TRAVESSIAS DE ANIMAIS TERRESTRES E ARBÓREOS

O projeto prevê a instalação de travessias aéreas tipo ponte, de forma a permitir a travessia de animais arbóreos de uma margem à outra da estrada Bela Cruz-Aramã. O projeto das pontes, a lista de materiais e a sequência construtiva é apresentado no desenho QD5-MEL-20-44-003-DE.

A locação das pontes deverá ser próxima às estacas 50+0,000; 154+0,000 e 173+0,000. A posição exata de cada uma delas deverá ser determinada no campo, mediante consulta e autorização pela MRN, visto que cada extremidade da ponte deverá estar próxima de uma árvore a ser indicada "in loco" à época da instalação.

Além das pontes, está também prevista no projeto a instalação de cinco túneis para a passagem de animais terrestres, sendo estes bueiros tubulares de concreto ao longo da estrada. Esses bueiros são apresentados nos documentos QD5-MEL-20-20-010-DE, QD5-MEL-20-20-025-DE e QD5-MEL-20-20-026-DE, sendo dois com função específica de travessia de animais terrestres, previstos junto ao talvegue da estaca 159+10,00, e três com função de drenagem pluvial apenas na época de cheias, constituindo estrutura de travessia de animais nas demais épocas do ano. Os bueiros que funcionarão como travessias de animais tem diâmetro entre 1,00 e 1,20 metros e locação conforme quadro abaixo.

DOCUMENTO	ESTACA	DISPOSITIVO	DIÂMETRO (mm)	COORDENADAS			
				PROJETO		UTM	
				N	E	N	E
QD5-MEL-20-20-010-DE	41+0,00	BSTC	1000	213.171	41.675	9.799.657	560.273
QD5-MEL-20-20-025-DE	86+10,00	BDTC	1200	212.953	42.548	9.799.439	561.146
QD5-MEL-20-20-025-DE	157+10,00	BSTC	1000	211.904	43.448	9.798.390	562.046
QD5-MEL-20-20-026-DE	168+0,00	BSTC	1000	211.704	43.539	9.798.190	562.137
QD5-MEL-20-20-026-DE	201+0,00	BDTC	1000	211.116	43.840	9.797.602	562.438

BSTC=Bueiro Simples Tubular de Concreto

BDTC=Bueiro Duplo Tubular de Concreto

8 REFERÊNCIAS

- Desenhos MRN QD5-MEL-20-20-010-DE, QD5-MEL-20-20-025-DE e QD5-MEL-20-20-026-DE, intitulados "20 – Estrada Arama - Bela Cruz" Abertura Minas Bela

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
20 – ESTRADA ARAMÃ – BELA CRUZ ABERTURA MINAS BELA CRUZ, ARAMÃ E GREIGH - DETALHADO MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QD5-MEL-20-20-005-MD	FL.: 18/18	
	Nº DOC. MINER: 533-03-700-832-001	REV.: 4	

Cruz, Aramã e Greigh - Detalhado Planta e Perfil - Folhas 1 a 3 - Projeto Geométrico, de Drenagem e de Sinalização”;

- Desenho QD5-MEL-20-20-045-DE, intitulado "20 - Estrada Aramã - Bela Cruz - Abertura Minas Bela Cruz, Aramã e Greigh – Detalhado - Seções Tipo - Pavimentação”.
- Desenho QD5-MEL-20-20-043-DE, intitulado "20 - Estrada Aramã - Bela Cruz - Abertura Minas Bela Cruz, Aramã e Greigh – Detalhado – Linear de Pavimentação – Projeto de Pavimentação”.
- Desenho QD5-MEL-00-20-001-DE, intitulado "00 – Geral do Projeto - Abertura Minas Bela Cruz, Aramã e Greigh – Detalhado- Estudos Hidrológicos - Planta de Bacias