

# PROJETO TÉCNICO PARA PILHA DE ESTÉRIL/REJEITO PARA PEDREIRA DE GRANITO.

**Referência:** Processo 831.388/2017

**Objetivo:** Projeto técnico para pilha de estéril

**Local:** Fazenda Fay Ville 2

**Município:** Santa Rita do Itueto.

**Estado:** Minas Gerais.

**Empresa:** Angrablocks Angramar Blocos Ltda.

PROFISSIONAL RESPONSÁVEL	
<b>Nome</b>	Fernando César Moura de Almeida
<b>Profissão</b>	Engenheiro de Minas
<b>Função</b>	Responsável Técnico
<b>Reg. no Conselho de Classe</b>	383650MG
<b>Endereço</b>	Rua João Bezerra, 67, Cachoeiro de Itapemirim/ES CEP: 29.304-685
<b>Telefone</b>	28 99928-4600
<b>E-mail</b>	mineracao@angramar.com.br

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA</b> .....	<b>2</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO E GEOREFERENCIAMENTO .....	2
<b>4</b>	<b>PROJETO EXECUTIVO</b> .....	<b>2</b>
4.1	ÁREA DO PROJETO.....	2
4.2	LEVANTAMENTO DE CAMPO .....	2
4.3	CONFORMAÇÃO DE TALUDES E BANCADAS.....	3
4.3.1	Modelo projetado.....	3
4.3.2	Cálculo de capacidade de armazenamento.....	5
4.4	SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	8
4.4.1	Intensidade Pluviométrica.....	9
4.4.2	Determinação da Vazão do Projeto.....	11
4.4.3	Dimensionamento Canaletas Coletoras .....	12
4.5	REVEGETAÇÃO DOS TALUDES.....	14
4.5.1	Espécies indicadas para revegetação de taludes .....	15
<b>5</b>	<b>IMPLANTAÇÃO</b> .....	<b>16</b>
5.1	PLANTIOS DE LEGUMINOSAS.....	16
5.1.1	Espaçamento e coveamento .....	16
5.1.2	Preparo do solo e Adubação.....	16
5.2	PLANTIOS DE GRAMÍNEAS.....	17
5.2.1	Espaçamento e coveamento .....	17
5.2.2	Preparo do solo e Adubação.....	17
5.3	CONTROLE DAS FORMIGAS CORTADEIRAS .....	17
5.4	PLANTIO .....	17
5.5	IRRIGAÇÃO.....	17
5.6	MONITORAMENTO.....	18
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>PROFISSIONAL RESPONSÁVEL</b> .....	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>20</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho consiste em dois projetos, um de ampliação e um outro projeto para um novo depósito de rejeito/estéreis baseado na NRM-19, que trata da Disposição de Estéril, Rejeitos e Produtos.

As propostas apresentadas têm o intuito de munir o empreendimento de informações necessárias para o desenvolvimento de um projeto prático e eficiente ambientalmente, e viável economicamente.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo do presente trabalho é apresentar ao empreendedor as medidas propostas para a reestruturação, estruturação, manutenção e recuperação do depósito de rejeitos e estéreis das duas frentes de lavra.

## **3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

### **3.1 LOCALIZAÇÃO E GEOREFERENCIAMENTO**

A área em que se localiza o projeto é denominada Fazenda Fay Ville 2 e está inserida na zona rural do Município de Santa Rita do Itueto no estado de Minas Gerais. Esta encontra-se georreferenciada sob coordenadas UTM (Datum WGS 84 Fuso 24 K): Frente 01 - E 251856.54 e N 7853058.

## **4 PROJETO EXECUTIVO**

Fatores que interferem na escolha do local destinado à construção da pilha:

- Área com formação topográfica favorável;
- Vales, se possível, sem surgência d'água
- Não comprometimento de mananciais e, se possível, de vegetação;
- Implicação com áreas urbanas ou rurais a jusante;
- Capacidade de armazenamento;
- Distância de transporte e estradas de acesso;
- Investigação geotécnica do terreno de fundação.

### **4.1 ÁREA DO PROJETO**

O projeto visa a estruturação e a projeção de um depósito de rejeitos/estéreis em uma nova frente de lavra, que apresente condições adequadas com a Norma Regulatória de Mineração - NRM nº 19.

O depósito em estudo será formado pela deposição de blocos e fragmentos de granito e solo, será reestruturado para ocupar aproximadamente 2,29 hectares.

### **4.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO**

Com o intuito de caracterizar o relevo atual da área em estudo, foi realizado um levantamento planialtimétrico cadastral, com espaçamento de 3 por 3 metros entre pontos. A partir deste levantamento, os pontos foram interpolados em ambiente CAD, com o uso do software Posição (Sistema de Automação Topográfica), gerando triangulação e curvas de nível.

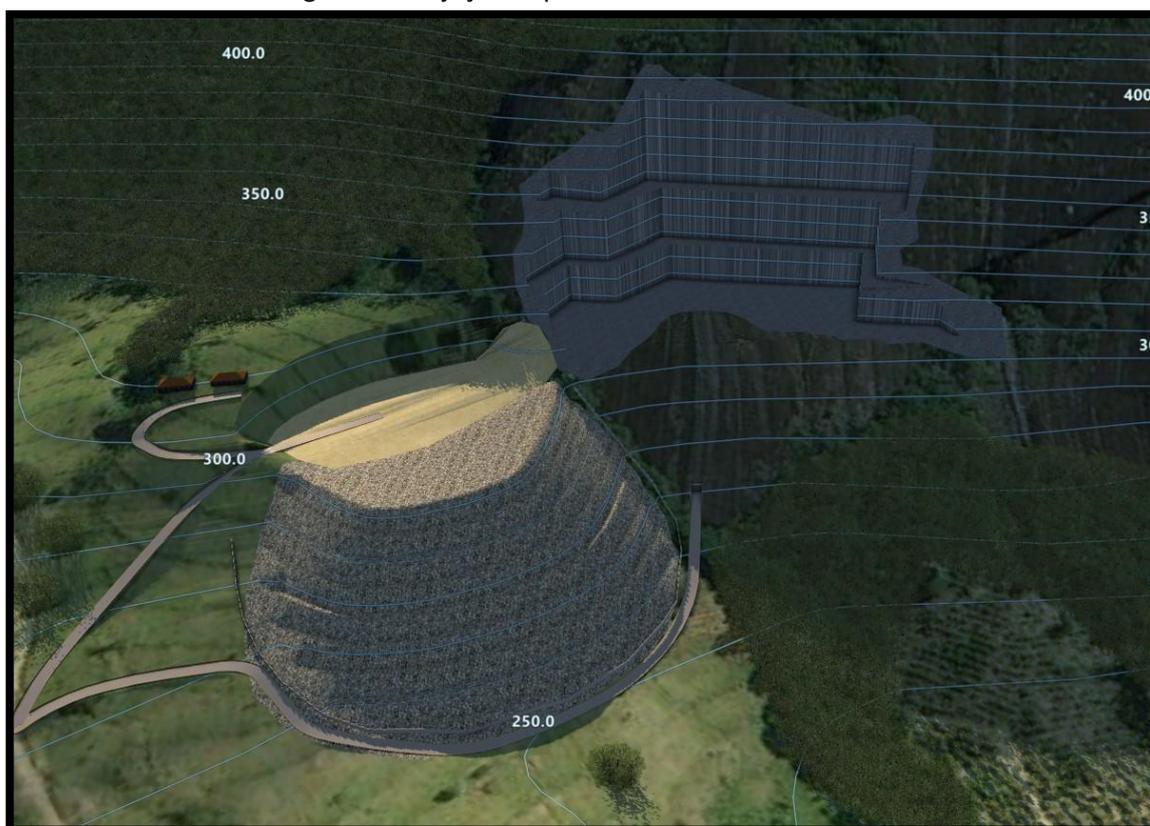
As curvas de nível atuais foram a base para a elaboração das projeções, cálculos e modelagens observadas neste estudo.

No Anexo I deste projeto pode-se observar a Planta de Detalhe do Empreendimento, contendo as curvas de nível atuais da área, bem como todas as estruturas que compõem a área útil.

### 4.3 CONFORMAÇÃO DE TALUDES E BANCADAS

Para fins de construção dos taludes e ampliação da vida útil do depósito, fica proposta a conformação de oito bancadas com altura máxima de talude de 6 m, com largura de 6 m e berma de 3 m, resultando em um ângulo final de talude de até 45° e razão horizontal para vertical de H:V 28/18. A cota de base dos taludes será 250 m e a na oitava bancada será observada a cota de 300 m. Em sua conformação o depósito deverá ocupar uma área útil de 2,29 hectares.

Figura 1 - Projeção depósito demonstrando as cotas.



A configuração do depósito foi submetida a cálculos e modelos a fim de garantir sua estabilidade, conforme observado no item 4.3.1

#### 4.3.1 Modelo projetado

Deverá ser construída uma barragem ou dique de contenção a jusante do depósito, acompanhando toda sua extensão, para que os fragmentos de rocha fiquem retidos somente no próprio depósito, de modo a evitar o deslocamento de material para outras áreas que não estejam destinadas a esse fim. Recomenda-se o uso de "interas" (blocos de rocha da própria pedreira), sem valor comercial, como forma de contenção desse estéril. Será necessário também a construção de um sistema de direcionamento de fluxo de topo (valeta de crista) e na base (valeta de pé) do depósito que devem acompanhar toda sua extensão. As valetas deverão obedecer uma distância mínima de 2 metros do depósito, para que o escoamento das águas pluviais não fique ali retido e retornem ao meio ambiente através do sistema de decantação.

Figura 2 – Perfil esquemático da pilha de estéril em encosta que deverá ser edificado na área útil do empreendimento.



Conforme exemplifica a figura acima, deverão ser edificados dispositivos na crista e no pé da pilha, juntamente com a instalação de diques para contenção. Sugere-se que as canaletas de pé sejam construídas posteriormente aos diques de contenção para promover a drenagem das águas pluviais, não comprometendo as estruturas do topo do depósito.

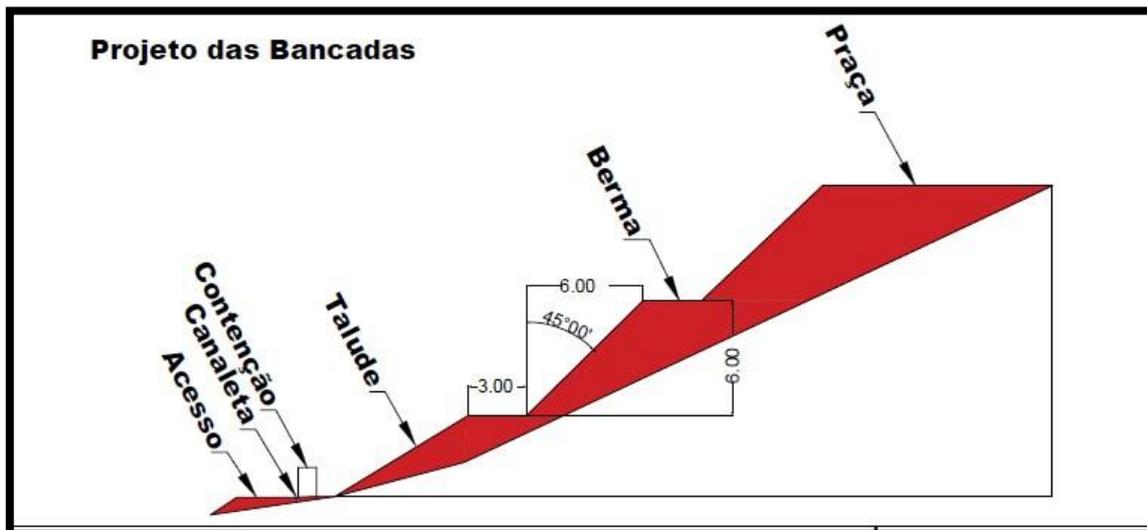
O estéril gerado deverá ser aparelhado apenas na área delimitada/destinada ao depósito, atentando para os critérios de estabilidade, adequação topográfica (com a disposição de solo infértil para compactação dos rejeitos) e com deposição controlada.

O depósito deverá ser construído por uma unidade móvel, com basculamento do material direto na encosta. O rejeito basculado fluirá pela encosta ocorrendo ainda uma segregação do mesmo material, onde os fragmentos grosseiros “escoam” para a base e os finos ficam na parte superior. Isso gera um ângulo ligeiramente mais íngreme no topo do que na base do talude até sua conformação

Na berma inferior, tratores espalham o material e desta forma o depósito progride com uma elevação razoavelmente uniforme. É um método apropriado para terrenos de fundação relativamente competentes e que demandam pouco ou quase nenhum trabalho de preparação. Neste caso, as distâncias de transporte iniciais são menores, fator relevante se considerado os altos investimentos iniciais de implantação de uma mineração.

Com os dados das curvas de nível atuais da área do empreendimento, foram interpolados, no software Posição os perfis topográficos atuais do depósito. A partir dos perfis atuais do terreno, foram desenvolvidos os perfis projetados (Figura 02). Com o uso dos perfis projetados foram desenvolvidas as curvas de nível projetadas para as áreas.

Figura 3 – Interface do software autocad modelo projetado.



#### 4.3.2 Cálculo de capacidade de armazenamento

Para fim de obtenção da capacidade máxima de armazenamento projetada para o depósito, conforme especificação dos itens anteriores, na plataforma CAD foi gerado um alinhamento e interpoladas seções transversais, com espaçamento de 20 m.

Figura 4 – Seções transversais do depósito.

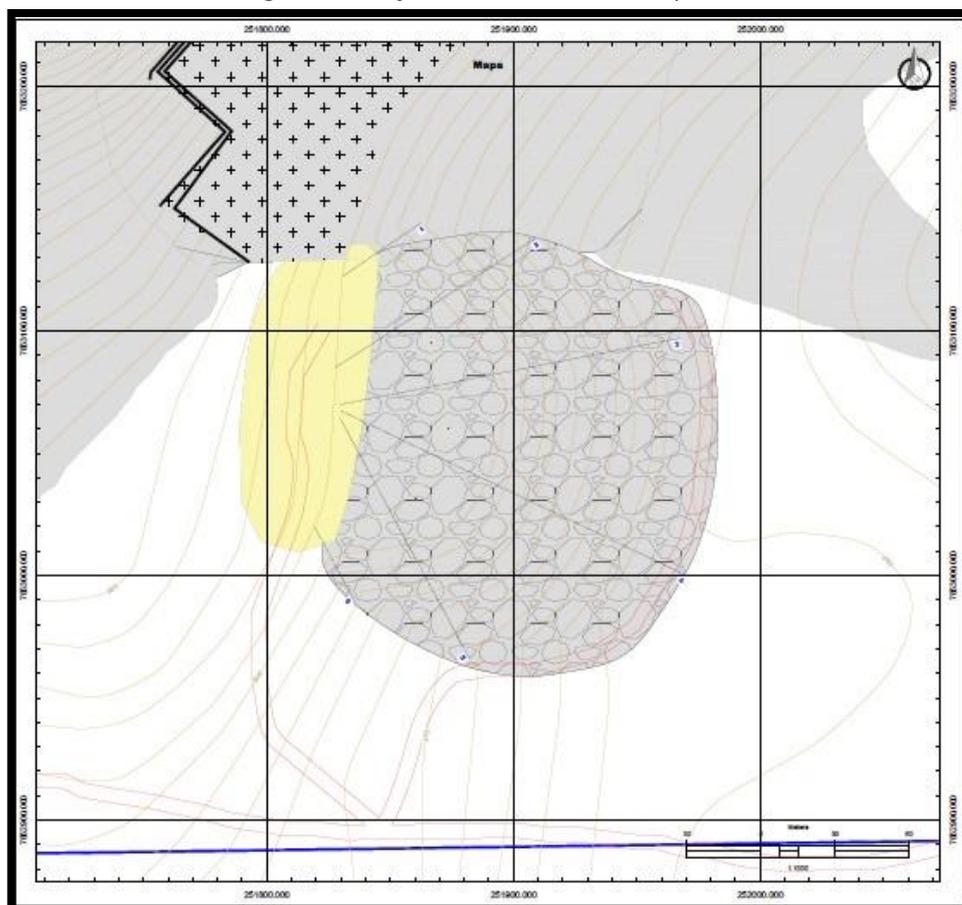


Figura 5 – Perspectiva da frente de lavra vista por outro ângulo.

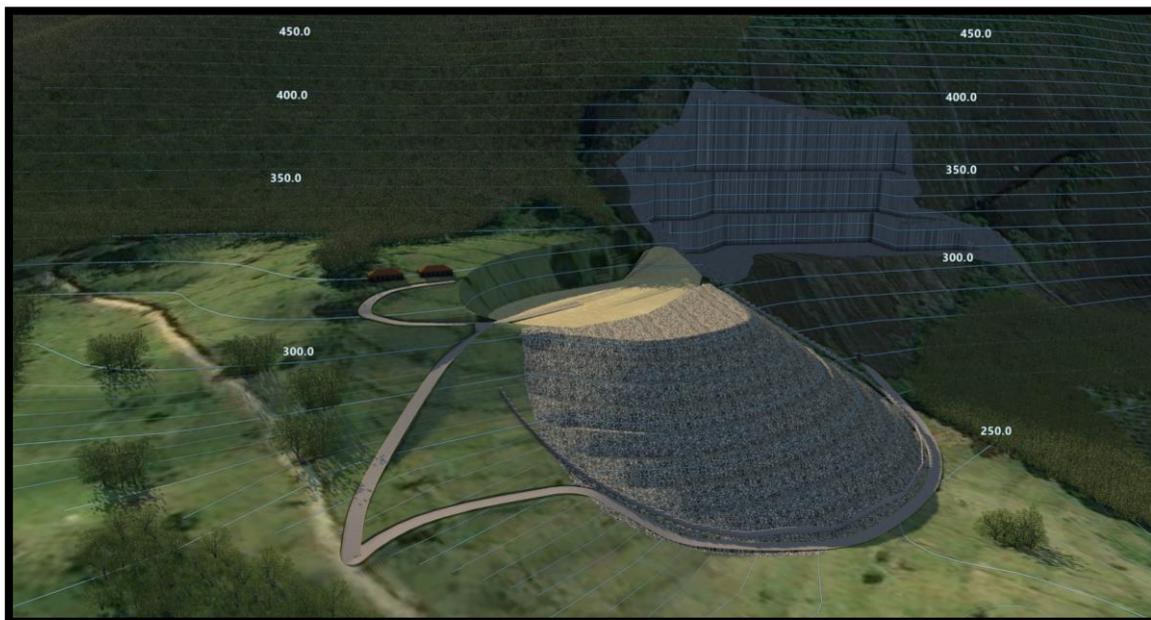
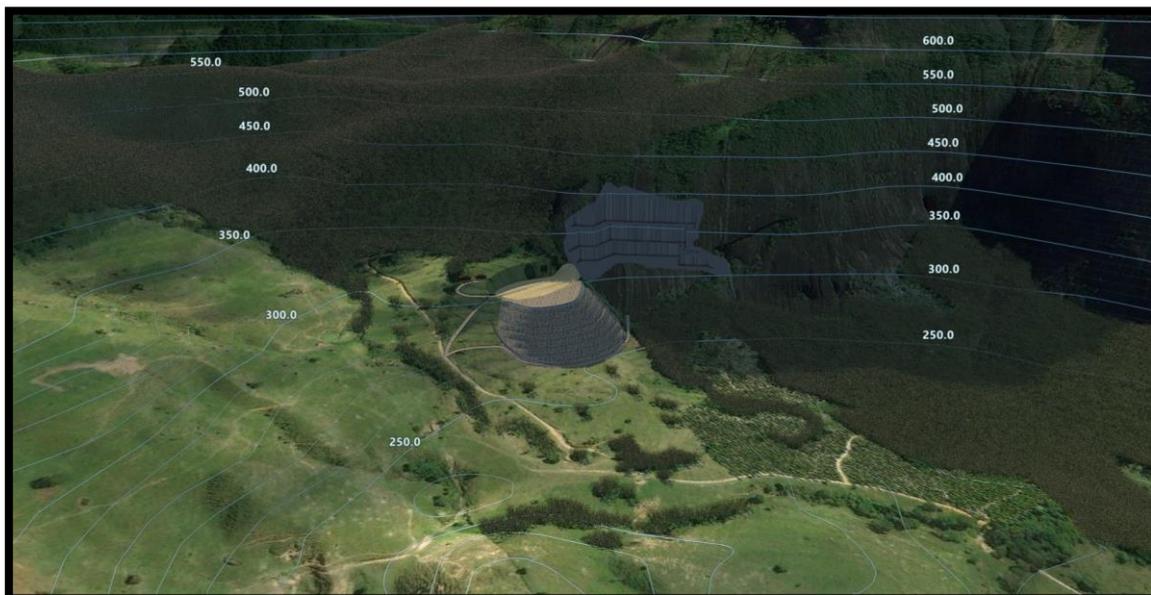


Figura 6 – Perspectiva da frente de lavra vista por outro ângulo.



No software Posição a relação entre os perfis topográficos atuais e os projetados, resultou no cálculo do volume de capacidade de armazenamento do depósito de rejeito/estéril. Estes cálculos foram resumidos em um relatório de volumes conforme figuras 07 e 08.

Figura 7 – Perfis do depósito de rejeito/estéril

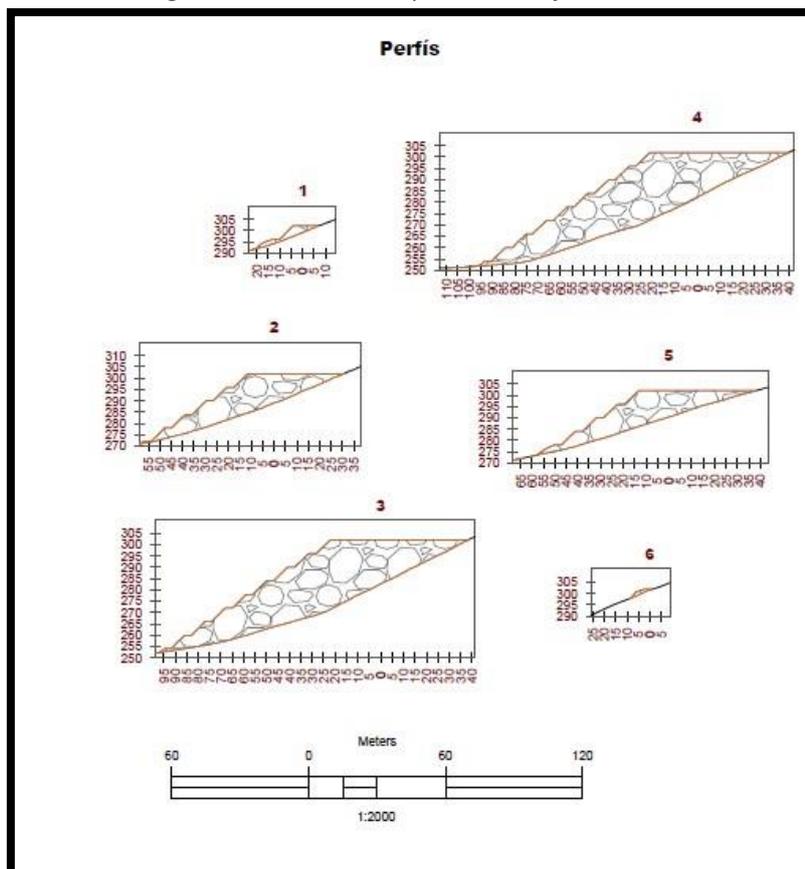


Tabela 1 – Cálculo do volume do depósito de rejeito/estéril projetado em m<sup>3</sup>.

Tabela de Cálculo						
largura	Seção	Espessura	Comprimento	Área m <sup>2</sup>	Volume parcial	Volume acumulado m <sup>3</sup>
0.00	1	-	14.51 + 36.90	315.00	0.00	0.00
30.00	2	-	37.99 + 72.70	1325.30	24870.85	24870.85
30.00	3	-	41.47 + 124.05	2955.94	85874.49	110745.34
30.00	4	-	42.55 + 126.15	2969.89	149282.32	260027.66
30.00	5	-	43.35 + 79.73	1343.83	100616.11	360643.77
30.00	6	-	8.69 + 49.88	302.10	24688.92	385332.69

Segundo o resultado obtido nos cálculos a capacidade máxima de armazenamento do depósito projetado é de **385.332,69 m<sup>3</sup>**.

Considerando o desmonte mensal da lavra de **500 m<sup>3</sup>** com aproveitamento comercial de **50%** deste, o volume a ser depositado mensalmente de rejeito e estéril é de **250 m<sup>3</sup> + 15% de empolamento = 287,50 m<sup>3</sup>**.

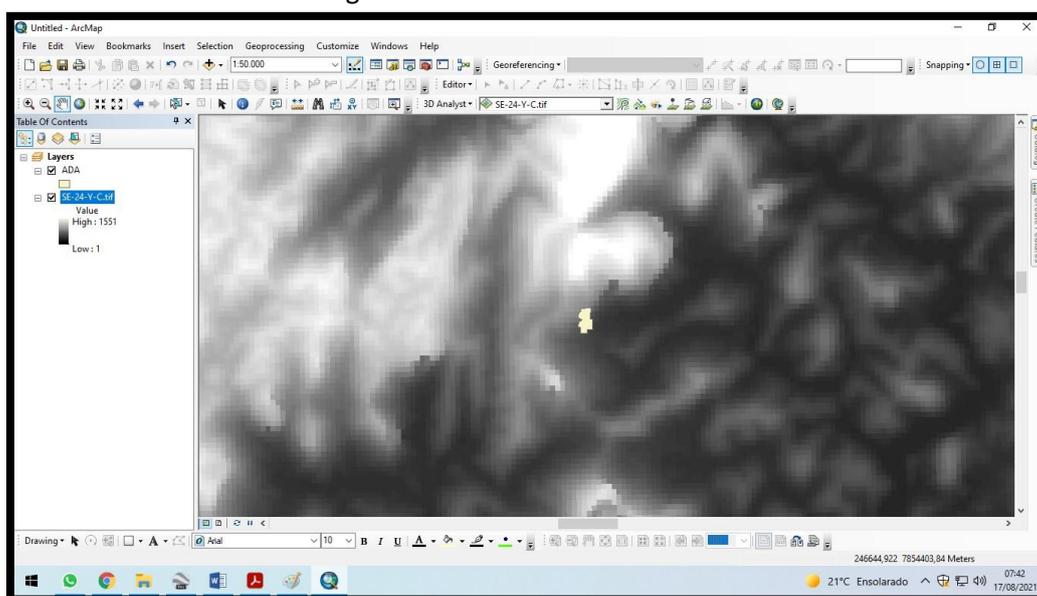
Logo temos a vida útil do depósito projetado para 1.340 meses ou **111,69 anos**.

A empresa tem a capacidade de produção bruta total de 6.000 m<sup>3</sup>/ano. Nem sempre será lavrado essa quantidade máxima por mês, podendo variar de acordo com a estratégia da empresa. Os dados acima estão descritos da forma mais real possível.

#### 4.4 SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

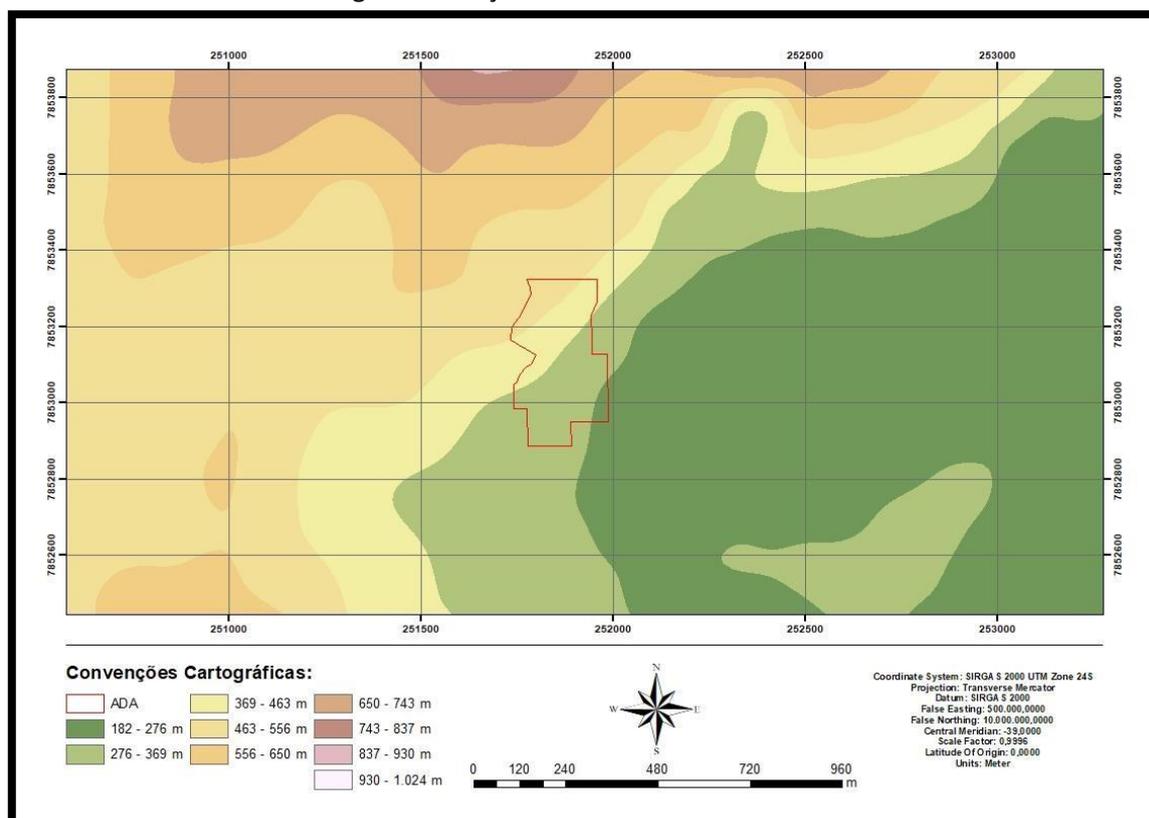
A área de drenagem da bacia contribuinte a montante do ponto objeto do projeto foi determinada em ambiente GIS (Sistema de Informação Geográfica) com o emprego dos Softwares Global Mapper e ArcGIS. Para o cálculo da área de drenagem foi empregado o MDE (Modelo Digital de Elevação), obtidos a partir do levantamento planialtimétrico cadastral, em formato Geotiff e arquivo vetorial em formato shapefile. No software Global Mapper o modelo digital foi vetorizado e extraídas as curvas de nível com espaçamento de 2 metros (Figura 09).

Figura 8 – Raster em ambiente GIS.



A partir do shapefile das curvas de nível, com o emprego do software ArcGIS, foi utilizada a ferramenta “Create TIN” do ArcToolBox, gerando um TIN (inglês Triangular Irregular Network, triangulação baseada em Delaunay) e posteriormente usada a ferramenta “Convert TIN to Raster”, criando um arquivo raster MDE. Com a ferramenta “Fill” foi corrigida o modelo numérico do terreno, removendo as depressões fechadas que “interrompem” o escoamento na rede hidrográfica. Com MDE corrigido determinamos a direção do fluxo de escoamento de água baseado nas direções do escoamento para cada célula que compõem o MDE, com o uso da ferramenta “Flow” e posteriormente a “Flow Accumulation” para determinar o fluxo acumulado. Com o comando “Set Null” e a expressão Value LT 200, eliminamos os intervalos criando uma nova imagem matricial e determinando os cursos hídricos da região. Na Figura 9 se observa parte de processo.

Figura 9 - Edição do MDE em ambiente GIS.



O fluxo hídrico acumulado foi gerado baseado nas projeções das curvas nível e modelo digital de elevação gerados em ambiente CAD e GIS, respectivamente. O fluxo hídrico acumulado foi gerado através das ferramentas “Spatial Analyst Tools” e “Hydrology” em ambiente GIS. Ele simula e indica os prováveis pontos de maior acúmulo hídrico.

#### 4.4.1 Intensidade Pluviométrica

A precipitação é um processo aleatório, sua previsão é realizada com base na estatística de eventos passados que permitem verificar com que frequência às precipitações ocorrerão em uma dada magnitude, assim estimando as probabilidades teóricas de ocorrência.

As grandezas que caracterizam as precipitações são a altura pluviométrica, que representa a medida da lamina de água de chuva acumulada sobre uma superfície plana, horizontal e impermeável um período de 24h; a intensidade da precipitação, que é a relação entre a altura pluviométrica e a duração da precipitação e a frequência com que esses eventos ocorrem.

Para o dimensionamento de sistemas coletores de água pluvial torna-se necessário o conhecimento de parâmetros da precipitação local. Obras dessa natureza são dimensionadas considerando características das chuvas intensas, ou seja, chuvas de máxima intensidade determinadas por meios estatísticos com base no histórico hidrológico da região. Normalmente, os dados para uma análise de chuvas intensas são obtidos dos pluviogramas (registros pluviográficos). Desses gráficos podem-se estabelecer, para diversas durações, as máximas intensidades ocorridas durante uma dada chuva. A principal forma de caracterização das chuvas intensas é por meio da equação de intensidade, duração e frequência da precipitação representada pela equação (1):

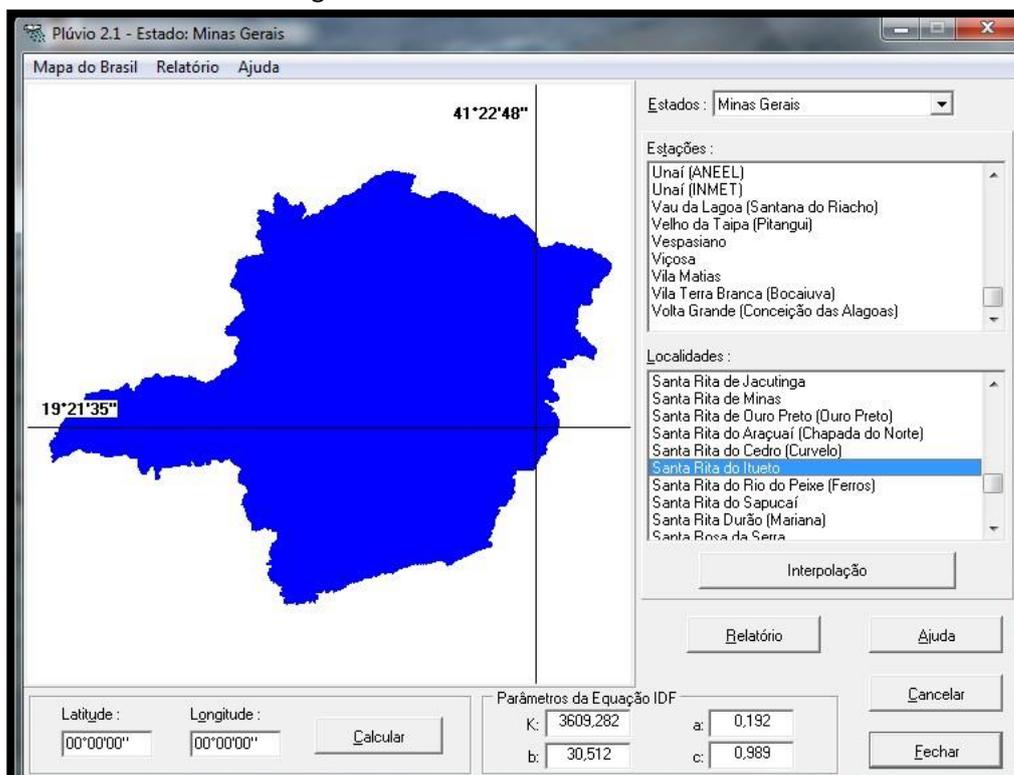
$$i = \frac{KTr^a}{(b + t_d)^c} \quad (1)$$

Onde:

- $i$ : intensidade pluviométrica expressa em mm/h;
- $Tr$ : período de retorno, em anos;
- $t_d$ : duração da chuva em minutos;
- $K, a, b$  e  $c$ : parâmetros de ajuste da equação para o local a que se aplica.

Para a determinação dos parâmetros locais da equação de intensidade da chuva, utilizou-se o software Plúvio 2.1® (Figura 11), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos – GPRH do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, que permite a obtenção desses parâmetros para diversas localidades brasileiras, utilizando a base de dados da Agência Nacional das Águas – ANA, que através do portal Hidroweb oferece um banco de dados com todas as informações coletadas pelas 14.822 estações de monitoramento que compõe a rede hidrometeorológica nacional e reúne dados sobre cotas, vazões, chuvas, evaporação, perfil do rio, qualidade da água e sedimentos.

Figura 10 - Interface do software Plúvio 2.1



Pelo Plúvio 2.1<sup>®</sup> os coeficientes obtidos para a localidade do projeto:

K: 3609,282

a: 0,192 b:

30,512 c:

0,989

O período de retorno ou recorrência será fixado em  $T_r = 10$  anos, por se tratar de uma micro drenagem.

A duração da chuva ( $t_d$ ) deve ser fixada em 5 min.

Assim, temos:

$$i = \frac{KT_r^a}{(b+t_d)^c} = (3609,282 \times 10^{0,192}) / (30,512+5)^{0,989} = 164,475 \text{ mm/h} = \mathbf{2,74 \text{ mm/min.}}$$

Deste modo, vemos que a intensidade pluviométrica é de 2,74 mm/min.

#### 4.4.2 Determinação da Vazão do Projeto

Chuvas de grande intensidade tem curta duração, e as prolongadas são de menor intensidade. O sistema que promoverá a coleta dessas precipitações deve ser dimensionado para as chuvas intensas, de modo que as águas sejam drenadas integralmente e em espaços de tempo muito pequeno.

O cálculo da vazão de água pluvial é obtido da fórmula expressa pela equação:

$$Q = \frac{1000}{6} \times C \times i \times A_x \quad (2)$$

Onde:

$Q$  – Vazão a ser drenada na seção considerada (l/s);

$C$  – Coeficiente de escoamento superficial (coeficiente de “Runoff”) que depende das características da bacia Contribuinte (mm/min) (Tabela 2);

$A_x$  – Área da bacia contribuinte (ha);

$i$  – Intensidade da chuva, que varia de local para local (mm/min).

Tabela 2 - Valores do coeficiente de "Runoff" de acordo com as características da bacia.

Natureza da Superfície	Coeficiente C
Telhados perfeitos sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentação em paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores, sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentos de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulhos	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estradas de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas dependendo da declividade do solo e da natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: Villela & Mattos (1978).

O valor para o coeficiente de Runoff adotado para a determinação das vazões de projeto será 0,15 (C). A área da bacia contribuinte considerada é de 8,41 hectares (tamanho da ADA considerada no projeto). Como observado no item anterior deste projeto, a intensidade esperada é de 2,74 mm/min. Logo, na equação (2) temos:

$$Q = \frac{1000}{6} \times C \times i \times A_x = (166,66) \times (0,15) \times (2,74) \times (8,41) = 576,06 \text{ l/s} = \mathbf{0,576 \text{ m}^3/\text{s}}$$

#### 4.4.3 Dimensionamento Canaletas Coletoras

Para o dimensionamento das canaletas coletoras foi empregado o software Canal, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos – GPRH do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. O sistema utiliza a equação (3) para determinar a profundidade da canaleta.

$$Q = \frac{A}{n} R_h^{\frac{2}{3}} I_0^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Onde:

$Q$ : Vazão de projeto ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$A$ : Área da seção molhada ( $\text{m}^2$ );

$R_h$ : Raio hidráulico (m);

$I_0$ : Declividade de fundo (m/m);

$n$ : Coeficiente de rugosidade de Manning.

Na Figura 11 abaixo observa-se a tabela de matérias e seus respectivos coeficientes de rugosidade de Manning. Para este projeto foi empregado o material “cursos hídricos e drenagens escavados”.

Figura 11 - Interface do software Canal

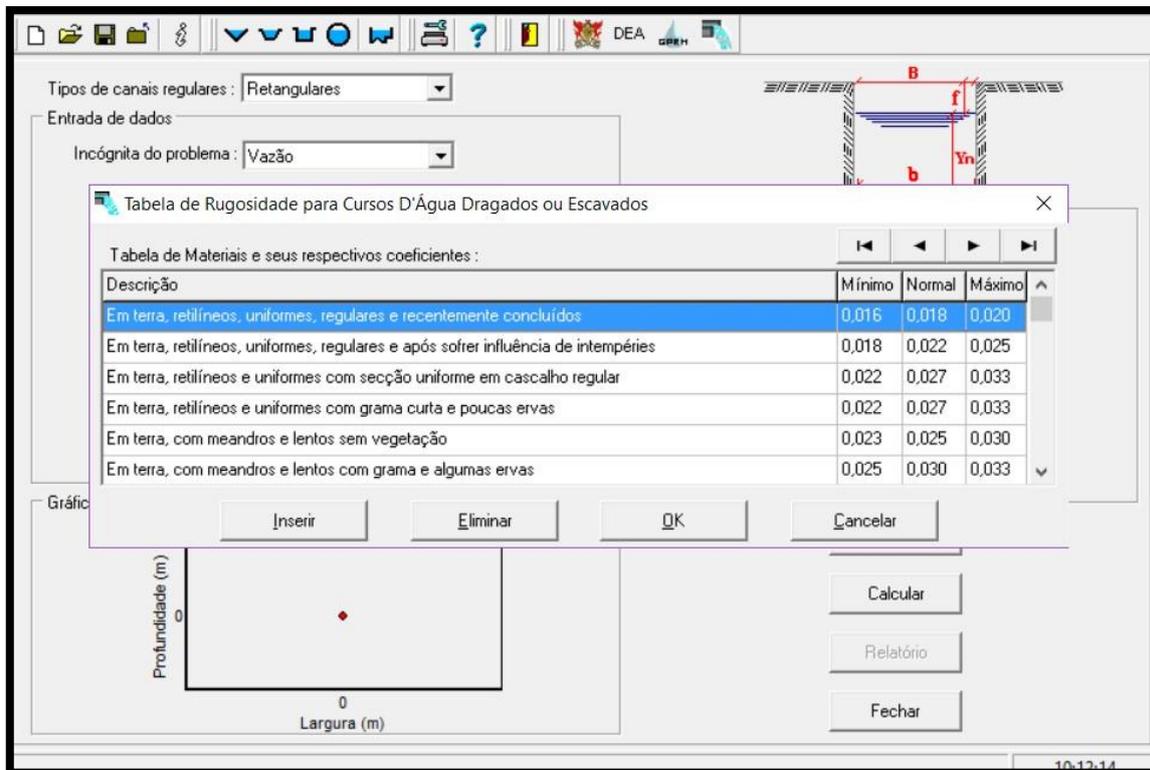


Tabela de Rugosidade para Cursos D'Água Dragados ou Escavados

Tabela de Materiais e seus respectivos coeficientes :

Descrição	Mínimo	Normal	Máximo
Em terra, retilíneos, uniformes, regulares e recentemente concluídos	0,016	0,018	0,020
Em terra, retilíneos, uniformes, regulares e após sofrer influência de intempéries	0,018	0,022	0,025
Em terra, retilíneos e uniformes com secção uniforme em cascalho regular	0,022	0,027	0,033
Em terra, retilíneos e uniformes com grama curta e poucas ervas	0,022	0,027	0,033
Em terra, com meandros e lentos sem vegetação	0,023	0,025	0,030
Em terra, com meandros e lentos com grama e algumas ervas	0,025	0,030	0,033

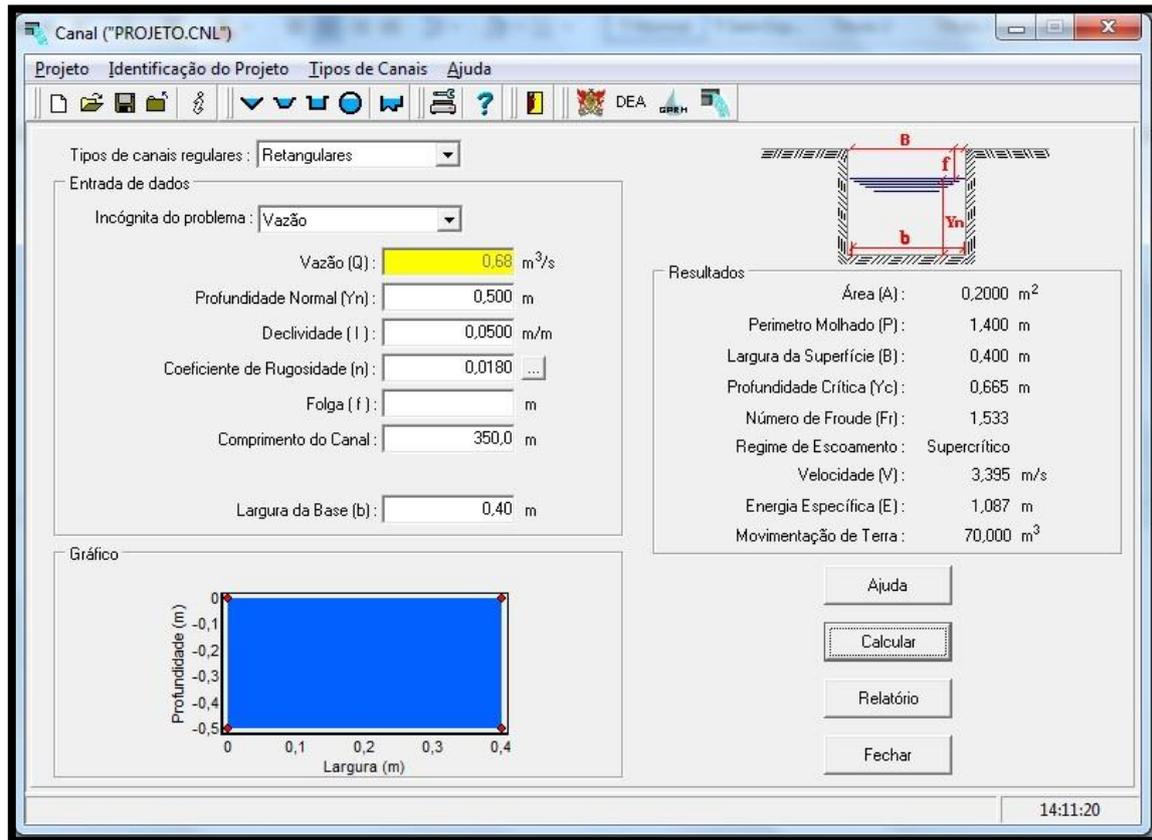
Gráfico

Inserir Eliminar OK Cancelar

Calcula  
Relatório  
Fechar

10-12-14

Figura 12 - Resultado obtido software Canal.



Como o observado na figura acima, a largura a ser empregada nas canaletas é de **0,40 m** e a profundidade a ser empregada é de **1,0 m** para os canais principais e 0,4 m para as canaletas de taludes.

Com o intuito de reduzir o impacto das águas pluviais, deverão ser construídas as canaletas de pé e crista, e caixas secas, de modo que atenderem ao fluxo hídrico elevado do período de maior pluviosidade anual. A canaleta de crista deve ser localizada sobre o talude, com o desígnio de reduzir o escoamento na sua direção, amortizando sua erosão. A canaleta de pé tem o objetivo de direcionar o fluxo de água na base do talude, evitando a erosão, para as caixas secas.

As caixas secas devem ser construídas na base do talude, promovendo a drenagem para o curso hídrico, retenção de partículas e infiltração da água no perfil. A cada união entre canaletas principais deverá ser construída uma caixa seca, com intuito de reduzir a energia cinética das águas pluviais. Nas canaletas construídas no sentido crista para pé do talude, deverão ser estruturas escadas para dissipação de energia.

#### 4.5 REVEGETAÇÃO DOS TALUDES

Na recuperação da área do talude não devem ser empregadas espécies arbóreas, devido à estrutura inadequada do solo para tal vegetação, como a superfície de ruptura, declividade elevada, deficiência de nutrientes e disponibilidade de água, entre outros. Para esta área serão utilizadas espécies de gramíneas e herbáceas, sendo de grande ênfase as espécies de leguminosas, devido as suas propriedades de fixação de nitrogênio no solo. As diferentes estruturas das raízes dessas vegetações permitirão a formação de uma rede de suporte, agregando o solo do talude.

#### 4.5.1 Espécies indicadas para revegetação de taludes

Para os taludes é indicada a introdução de um consócio de espécies herbáceas composto por gramíneas e leguminosas. Preferencialmente deve ser empregada a espécie de gramínea Capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), devido às suas características que auxiliam na contenção de taludes. Abaixo são observadas as espécies propostas no Quadro 1.

Quadro 1 – Espécies indicadas para a revegetação dos taludes

Gramíneas		Leguminosas	
Nome popular	Nome Científico	Nome popular	Nome Científico
Capim Vetiver	<i>Vetiveria zizniodes</i>	Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i>
Gramma Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	Feijão Guandu	<i>Cajanus cajans</i>
Capim Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	Amendoim Forrageiro	Arachis pintoi Krapov & W.C. Gregory

Abaixo são observadas informações referentes à caracterização edafoclimática, plantio, consorciação, entre outros, segundo Pereira (2006), das espécies abordadas no Quadro 1 acima:

*O capim Vetiver é uma gramínea perene que ocorre nos mais variados climas, sobretudo tropical e subtropical. Possui porte médio, chegando a 1,5 m, resistente a pragas, doenças, déficit hídrico, geadas e fogo. Planta de crescimento ereto, formando touceiras. Reproduz somente por mudas. Apresenta sistema radicular agregante, formando um grampeamento natural estabilizante de encostas e taludes. Adapta-se em qualquer tipo de solo e clima, sendo tolerante a índices pluviométricos entre 300 e 3000 mm ao ano, com períodos de extremo déficit hídrico. Tolerante a temperaturas extremas entre 9 e 50º C. Possui biotactismo positivo, sendo tolerante a valores extremos de pH, salinidade, toxicidade e baixos índices de nutrientes no solo.*

*Plantio é realizado exclusivamente por mudas, pois as sementes são estéreis. É muito usado para plantio em cordões, no sentido transversal à declividade dos taludes, para reter sedimentos. Possui boa consorciação com leguminosas e é usada como barreira para retenção de sedimentos e estabilização de aterros e áreas erodidas. As barreiras de Vetiver permitem reter os sedimentos transportados pela água, formando um terraço natural atrás das cortinas de capim. Não possui custos de manutenção.*

*A Gramma Bermuda é uma espécie perene de crescimento rasteiro que desenvolve inúmeros estolhos superficiais e grandes quantidades de rizomas, formando relvados densos e bem enfolhados. Ela possui boa adaptação em solos médios argilosos ou arenosos, preferindo os levemente úmidos e bem drenados. Vegeta bem ao nível do mar até 1.800 m. Resiste a curtos períodos de encharcamento, com precipitações anuais entre 600 e 1700 mm e temperaturas médias de 15 a 30º C. Boa para a consorciação com leguminosas arbustivas como o feijão guandu. Indicada para formação de gramados, conservação de taludes e controle de erosão, também se adequado a formação de pastagens.*

*Capim Pangola é uma gramínea perene, rasteira, com estolhos superficiais que cobrem todo o solo. Possui talos certos que podem alcançar até 60 cm de altura. Vegeta em solos argilosos ou arenosos e é bastante resistente à secas, a inundações e relativamente bem à geadas. É recomendado para áreas de clima tropical, em solos de média e fraca fertilidade. Adaptável ao nível do mar e até 800 m, necessitando de precipitações*

superiores a 700 mm anuais, em temperaturas médias de 18 a 35° C. Propaga-se por mudas a lanço ou em sulcos e o plantio deve ser feito na estação quente, logo após as primeiras chuvas. Não se consorcia com leguminosas rasteiras. Sendo utilizados para pastoreio e conservação do solo contra erosões.

*O Feijão guandu é uma leguminosa perene, de formação arbustiva e agressiva no desenvolvimento. Apresenta alto teor de proteínas, e seu sistema radicular é profundo, podendo melhorar as áreas instáveis. Possui bom desenvolvimento o nível do mar até 1.800 m de altitude e em zonas com precipitação desde 500 a 2000 mm. As temperaturas médias são favoráveis entre 20°C e 35 °C. Desenvolve-se mais ou menos em solos pobres cujo pH está entre 5,5 e 6,0. Entretanto, seu comportamento e desenvolvimento são melhores quando se semeia em solos soltos ou francos, com boa drenagem e pH superior a 6,0. O plantio pode ser realizado em linhas espaçadas de 70cm. Na pastagem, com maior espaçamento, pode ser usado de 20 a 25 kg de sementes/há, esta conformação é indicada para a consorciação com leguminosas.*

*O Amendoin Forrageiro possui origem no Brasil. Ele é uma leguminosa perene, de crescimento rápido, em forma de touceiras. É de porte rasteiro e proporciona um bom recobrimento do solo. É indicado para adubação verde, proteção do solo e jardins. Apresenta excelente desenvolvimento em vários tipos de solos, de média a baixa fertilidade e solos arenosos. Não tolera solos úmidos ou mal drenados e requer precipitações anuais entre 800 a 1.200 mm. Apresenta grande capacidade de fixação de nitrogênio, variando de 150 a 180 kg/ha/ano, e produção de biomassa de 5 a 8 toneladas/ha/ano. O plantio pode ser feito através de sementes ou mudas. Há necessidade de preparo do solo e uma semeadura bem superficial, evitando deixar sementes expostas. A recomendação é se plantar de 20 a 40 kg de sementes por hectare.*

*O Feijão de Porco é uma leguminosa anual, herbácea, não trepadora, atingindo de 0,60 a 1,20 m de altura. Seu crescimento é lento, mas desenvolve-se bem em solos de baixa fertilidade. É uma planta bastante rústica, resiste a altas temperaturas e à seca. É de crescimento razoavelmente lento, embora produza grande quantidade de massa por área. Tolerante relativamente o sombreamento parcial. Propaga-se por sementes produzidas na quantidade de 800 a 1.200 kg/ha e que podem ser armazenadas por um ano. O plantio é feito em covas, em linhas ou a lanço. Possui consorciação com gramíneas brachiarias, andropogon, Jaraguá e colonião. Também pode consorciar-se com outras leguminosas como calopogônio e soja perene. Pouco usada na formação de pastagens em vista da pequena aceitabilidade por parte dos animais. Tem grande utilização para adubação verde, para controle de erosão e para uso em ração.*

## **5 IMPLANTAÇÃO**

### **5.1 PLANTIOS DE LEGUMINOSAS**

#### **5.1.1 Espaçamento e coveamento**

Nos taludes devem ser abertas covas de 10x10x10 cm para que ocorra a acomodação da semente e não haja lixiviamento. Um aspecto importante é à disposição das linhas de plantio que devem ser feitas em nível, pois isso auxilia no controle da erosão. O espaçamento para as covas deverá ser de 0.5 x 0,4 metros, devem ser confeccionadas entre as covas de gramíneas.

Quando o plantio for realizado por sementes, deve-se semear num espaçamento de 50 cm entre as linhas, gastando-se em média 20 kg/ha (varia de acordo com a espécie) de sementes, deixando cair 50 sementes por metro linear de sulco e incorporar no florescimento.

#### **5.1.2 Preparo do solo e Adubação**

A adubação deverá ser realizada 30 dias antes do plantio, antes do início do período chuvoso. Em relação à adubação das plantas, recomenda-se utilizar fosfato de rocha natural, micronutrientes e outros nutrientes de baixa solubilidade, de acordo com diagnóstico da análise de solo, e em locais como o solo é muito arenoso ou cascalhento, adicionar um litro de esterco bovino curtido na cova de plantio.

## **5.2 PLANTIOS DE GRAMÍNEAS**

### **5.2.1 Espaçamento e coveamento**

Nos taludes as dimensões das covas indicadas são de 10x10x10 cm. O espaçamento recomendado para as gramíneas é de 0,5 x 0,4 metros, que devem ser introduzidas entre as leguminosas. Toda a terra retirada da cova deve ser incorporada ao adubo e acondicionada novamente, evitando seu carreamento.

### **5.2.2 Preparo do solo e Adubação**

Quando o solo apresentar alta compactação e for viável o emprego de tratos culturais como a gradagem e a subsolagem, estas devem ser realizadas. Como o plantio será realizado em covas, o preparo do solo e a adubação se limitarão a elas. Para que sejam elaboradas recomendações baseadas em critérios técnicos, é aconselhada a realização de amostragens do solo para posterior análise laboratorial.

A adubação deverá ser realizada 30 dias antes do plantio, antes do início do período chuvoso. No plantio deve ser realizada uma adubação fosfatada.

## **5.3 CONTROLE DAS FORMIGAS CORTADEIRAS**

O combate às formigas deve ser realizado após o processo de preparo da área. Deverá ser observada a presença de formigueiros na área de implantação do projeto, bem como, em seu entorno em um raio de 100 metros. As formigas que deverão ser controladas são as saúvas e as quenquéns, pois possuem uma agressividade capaz de causar maiores danos à mudas.

O controle das formigas será realizado com o emprego de isca formicida granulada, a base de Sulfonamidas Fluoroalifáticas, devido a suas características que facilitam a aplicação e resultam em um controle eficiente. A isca deve ser depositada nas proximidades do formigueiro ou nos locais de caminhamento das formigas, facilitando o transporte. O controle deve ser realizado nos períodos de seca, com o objetivo de reduzir a perda do produto pela exposição à precipitação e umidade. As doses devem atender às recomendações do fabricante.

O controle será deverá ser realizado durante todo o período de desenvolvimento inicial das mudas. A necessidade do processo será observada durante as demais atividades realizadas na área.

## **5.4 PLANTIO**

O plantio deverá ser realizado preferencialmente no início do período chuvoso, que estende dos meses de outubro a abril. Caso sejam empregadas sementes, devem ser acondicionadas de 2 a 4 cm de profundidade na cova.

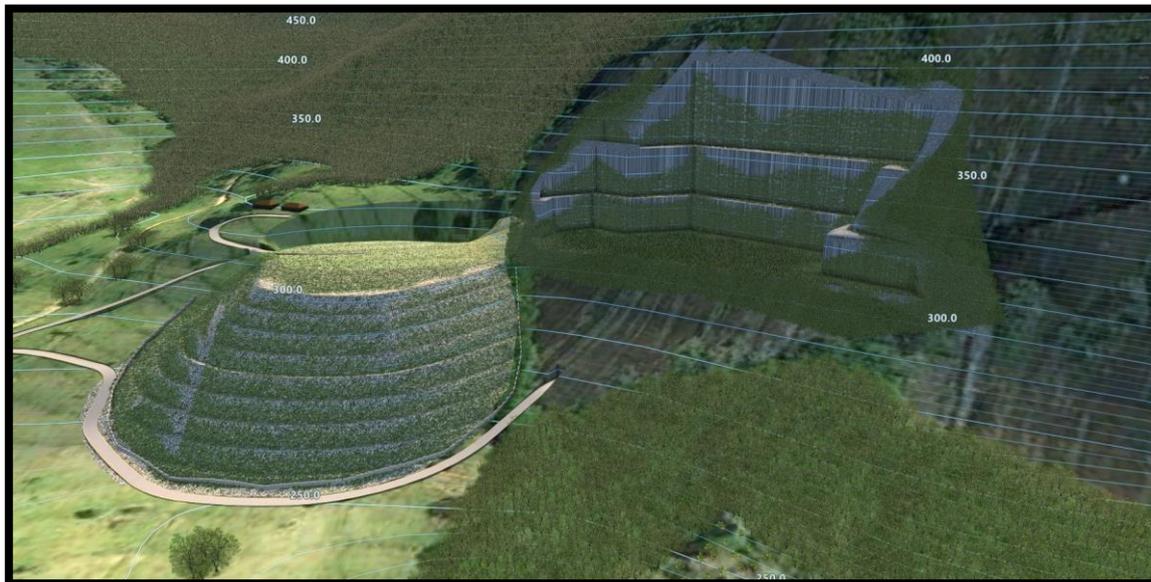
## **5.5 IRRIGAÇÃO**

Como o plantio deverá ser realiza nos meses chuvosos, a irrigação é necessária apenas no momento do plantio, devendo garantir umidade da muda. Deverão ser delegados maiores cuidados na irrigação nos primeiros meses de implantação do projeto. Caso ocorram períodos extensos de estiagem, devem ser realizadas irrigações emergenciais, evitando a morte das mudas. Para garantir maior eficiência do emprego da mão-de-obra, poderá ser empregado o hidrogel, seguindo as recomendações do fabricante.

## 5.6 MONITORAMENTO

O monitoramento deverá ser realizado a fim de verificar a eficácia do projeto, garantindo a diversidade florística, e quando necessário propondo e implantando medidas pertinentes para a restauração da área. Ele deverá ser realizado anualmente por um período não inferior a quatro anos.

Figura 13 – Projeção do depósito de rejeito/estéril juntamente com a frente de lavra recuperado.



## 6 CONCLUSÃO

O projeto demonstrou de maneira clara e objetiva as medidas a serem empregadas pela empresa para garantir o desenvolvimento adequado dos processos de movimentação do solo, corte e aterro, com a mitigação dos danos ambientais.

## 7 PROFISSIONAL RESPONSÁVEL

---

**Fernando César Moura de Almeida**  
Eng. de Minas  
CREA ES 052392/D - 383650MG

Santa Rita do Itueto/MG, 15 de setembro de 2023.

## 8 REFERÊNCIAS

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. Manuais técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, 2007.

GUERRA, Antônio José et. all. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 5º Ed. Ed: Bertrand Brasil. Rio do Janeiro, 2010.

SÁNCHEZ L.E. 1998. A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental. Tese de Livre Docência, Escola Politécnica, USP, São Paulo, 178p.

PEREIRA; Aloísio Rodrigues. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. PLANEJAMENTO E TECNOLOGIA; Ed: plantha LTDA, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006.

PRUSKI, Fernando Falco. Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Ed. 2 atual. e ampl. Viçosa: Ed. UFV. Viçosa, Minas Gerais, 2009.

**9 ANEXOS**

- ✓ Anexo I – Cálculos de Estabilidade e Modelagem;
- ✓ Anexo II – Cronograma Físico Financeiro;
- ✓ Anexo III – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART;
- ✓ Anexo IV – Mapa de Detalhe Atual

## ANEXO I - CÁLCULOS DE ESTABILIDADE E MODELAGEM

Para os cálculos de fator de segurança foram empregados os softwares de plataforma GIS e CAD para definição das curvas de nível e perfis topográficos, e ainda o software Slide (versão 6.0). Na interface do Slide, pode-se definir uma (ou várias) redes para uso em busca de superfície circular ou falhas compostas com o fator mínimo de segurança. Os raios mínimo e máximo são determinados a partir da geometria do modelo. A análise calcula os fatores de segurança associado com todas as superfícies da rede. No software foram inseridos os dados referentes a topografia projetada para o depósito e demais parâmetros necessários. Para a topografia considerou-se as dimensões propostas para os taludes e bermas, com a relação H:V = 1:1. Os demais parâmetros empregados foram **Coesão 8 kPa, Ângulo de atrito 30° e peso específico de 22 kN/m<sup>3</sup>**.

Para o cálculo do valor de Fator de segurança foram empregadas as metodologias de Bishop Simplified e Janbu. Como resultado foram observados os valores de Fator de Segurança entre 1,35 e 1,23. Estes valores são considerados admissíveis, visto que foram empregados parâmetros conservadores a fim de se obter dados que apresentassem boa margem de segurança.

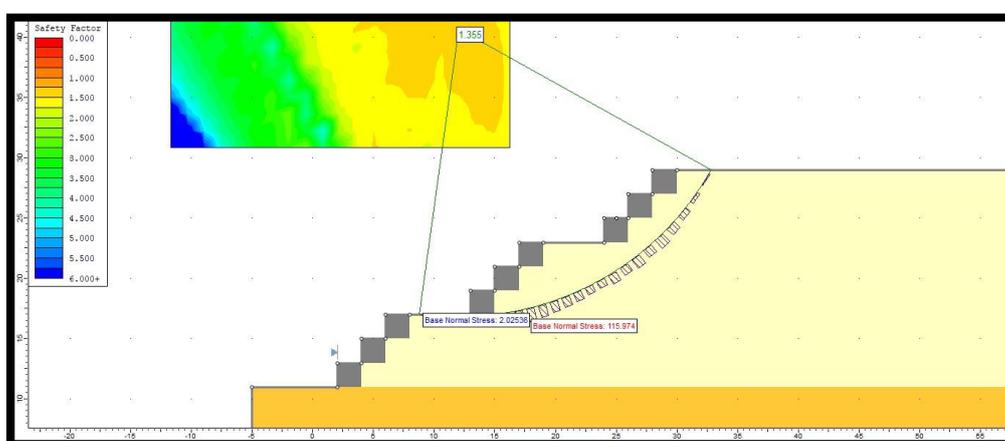


Figura 01: Vista da interface do software slide com o demonstrativo das forças nominais.

A Figura abaixo se observam as superfícies de ruptura para os dois métodos propostos.

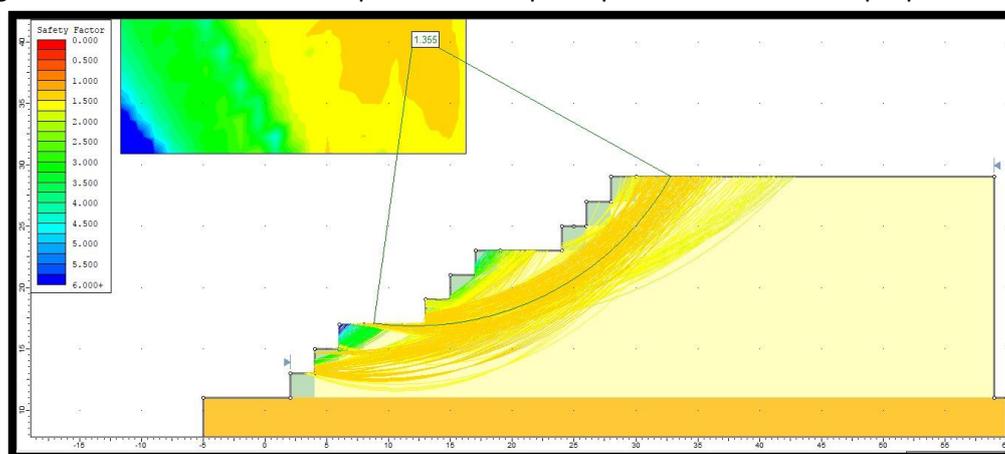


Figura 02: Vista da interface do software slide, metodologias de cálculo.

Na figura abaixo se observam as cargas incidentes sobre o bloco selecionado.

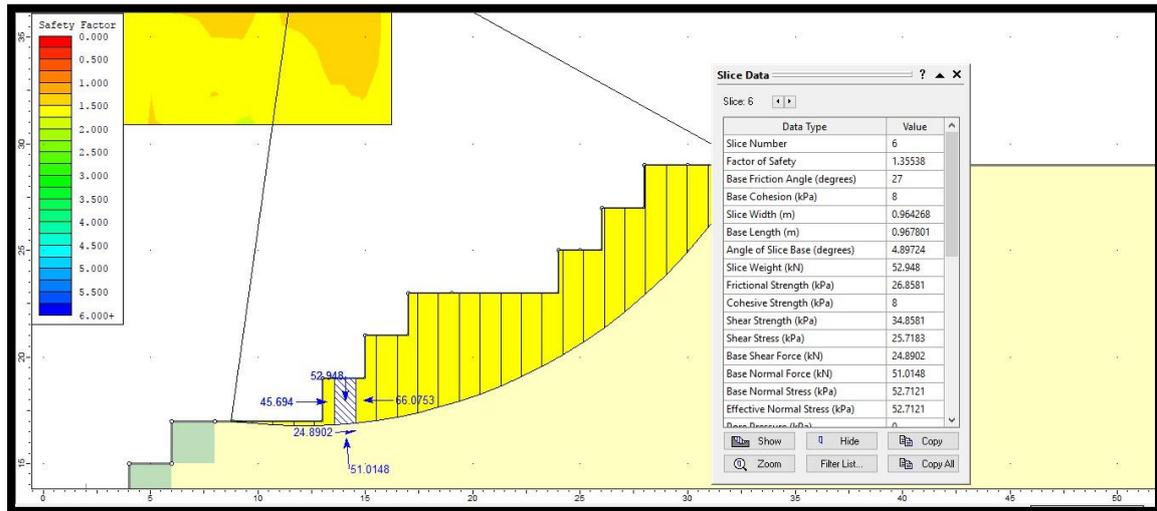


Figura 03: Cargas destacadas para um bloco.

A fim de simular a carga de um caminhão fora de estrada localizado a 3 m da crista do terceiro talude, foi inserido no software a carga de 200 kN/m<sup>2</sup> em uma área de 6 m. Na Figura 04 abaixo se observa que mesmo com o emprego de tal carga o Fator de Segurança ainda é aceitável, visto que resulta em 1,104.

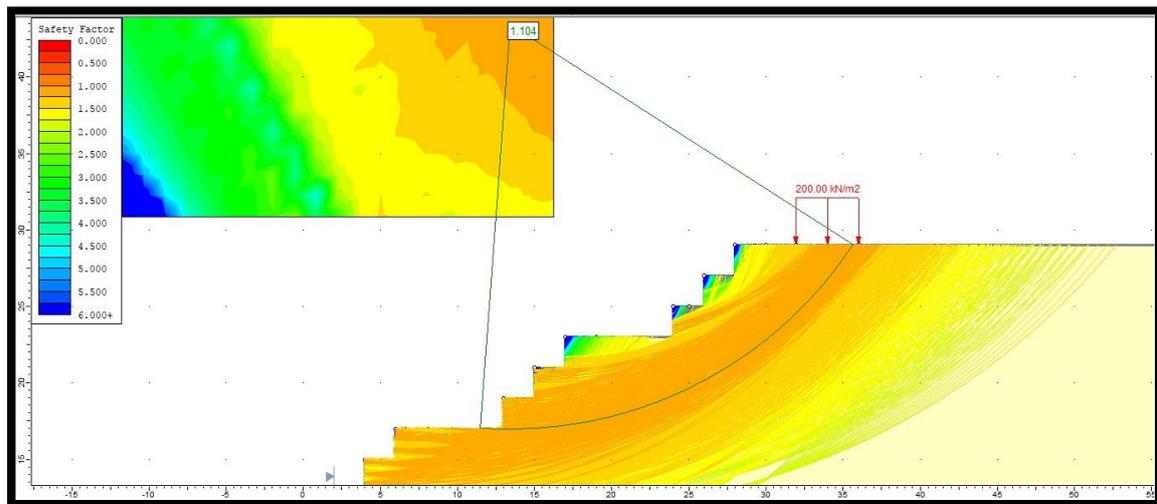


Figura 04: Cargas de um caminhão destacadas para um bloco.

A declividade proposta para os taludes é considerada viável, visto as informações apresentadas acima, todavia caso sejam observadas quaisquer movimentações de solo que possa acarretar em danos na estrutura do terreno, os taludes deverão ser reconformados ou deverão ser empregadas estruturas de contenção. Nos taludes ainda deverão ser empregadas estruturas como canaletas de drenagens de pé e de crista para reduzir a erosão, conforme observado no item 4.4 deste trabalho.

Quando observado a viabilidade de implantação de vegetação deverão ser tomadas medidas que favoreçam o desenvolvimento da cobertura vegetal, como a manutenção do horizonte orgânica do solo nas camadas superiores do talude, conforme item 4.5.



# ANEXO III – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART

Página 1/1



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

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO  
Nº MG20232381531

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

## 1. Responsável Técnico

FERNANDO CESAR MOURA DE ALMEIDA  
Título profissional: ENGENHEIRO DE MINAS

RNP: 0619788772  
Registro: 383860MG

## 2. Dados do Contrato

Contratante: ANGRABLOCKS - ANGRAMAR BLOCOS LTDA  
FAZENDA FAZENDA MORRO GRANDE  
Complemento:  
Cidade: ITAOBIM

Bairro: ZONA RURAL  
UF: MG

CPF/CNPJ: 06.640.079/0001-38  
Nº: s/n  
CEP: 38626000

Contrato: Não especificado  
Valor: R\$ 1.600,00  
Ação Institucional: Outros

Celebrado em: 18/09/2023  
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

## 3. Dados da Obra/Serviço

FAZENDA Fay Ville 2  
Complemento:  
Cidade: SANTA RITA DO ITUETO  
Data de início: 18/09/2023  
Finalidade: OUTROS  
Proprietário: YURI MOREIRA ANDRE

Bairro: ZONA RURAL  
UF: MG

Nº: s/n  
CEP: 36226000  
Coordenadas Geográficas: -19.429713, -41.341068  
Código: Não Especificado  
CPF/CNPJ: 060.162.847-28

## 4. Atividade Técnica

S - Consultoria	Quantidade	Unidade
80 - Projeto > MEIO AMBIENTE > GESTÃO AMBIENTAL > #7.6.2 - DE VIABILIDADE AMBIENTAL	1,00	un
80 - Projeto > DESENVOLVIMENTO E LAVRA DE BENS MINERAIS > DESENVOLVIMENTO > #31.1.6 - DE IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTO MINERÁRIO	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

## 5. Observações

LICENCIAMENTO AMBIENTAL LAS/RAAS, CONTENDO PROJETO TÉCNICO DE DEPÓSITO DE ESTÉRIL, REFERENTE AO PROCESSO ANM 831.388/2017.

## 6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lpdp/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informo ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente de que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

## 7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

## 8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima  
ITAOBIM 20 de setembro de 2023

Local data

FERNANDO CESAR MOURA DE ALMEIDA - CPF: 127.002.887-18

ANGRABLOCKS - ANGRAMAR BLOCOS LTDA - CNPJ: 06.640.079/0001-38

## 9. Informações

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

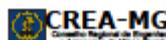
## 10. Valor

Valor da ART: R\$ 86,82 Registrada em: 18/09/2023 Valor pago: R\$ 86,82 Nosso Número: 8802468322

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.atlas.com.br/publico/>, com a chave: 104Ab  
Impresso em: 20/09/2023 às 09:55:27 por: , ip: 170.82.175.13

www.crea-mg.org.br  
Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br  
Fax:



# ANEXOVI - MAPA DE DETALHE ATUAL

