

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas

Mestre em Engenharia de Materiais, Processos Químicos e Metalúrgicos
MBA em Gerenciamento de Empreendimentos e MBA em Gerenciamento de Custos
CREA-SP 060080068-1

RELATÓRIO TÉCNICO

**MINERADORA DE SAIBRO UBATUBA
LTDA**

MAURÍCIO CÔRTEZ
CONSULTORIA

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

Laudo Geológico-Geotécnico

R. MC 08/22

Área : 7,39 ha

Substâncias Minerais: Saibro e Granito

Ubatuba / SP

Maio de 2022

Rua Dona Brígida 597 casa 6 – Vila Mariana – 04111-081
São Paulo - SP – Fone: (21) 98461-9216
e.mail: mcortes000@hotmail.com

ÍNDICE

1.	INFORMAÇÕES GERAIS.....	3
1.1.	Identificação do processo	3
1.2.	Introdução.....	4
1.3.	Objetivo	6
1.4.	Localização e Vias de Acesso	6
1.5.	Aspectos Fisiográficos.....	7
1.5.1.	Geomorfologia	7
1.5.2.	Hidrografia e Hidrogeologia	8
1.5.3.	Clima.....	9
1.6.	Contexto Geológico.....	10
1.6.1.	Geologia Regional	10
1.6.2.	Geologia Local.....	13
1.6.3.	Geologia Estrutural	15
1.7.	Aspectos Geotécnicos	16
1.7.1.	Mapeamento dos taludes.....	16
1.7.1.1.	Fatores Geológicos-Geotécnicos.....	16
1.7.1.2.	Fatores Geométricos	17
1.7.1.3.	Fatores Operacionais	17
1.7.1.4.	Informações geotécnicas atuais da jazida	18
2.	CARACTERIZAÇÃO DA JAZIDA	25
2.1.	Reserva de Saibro.....	26
2.2.	Reserva de Granito	26
3.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	26
3.1.	Operações na área.....	26
3.1.1.	Melhorias dos acessos e drenagens	27
3.1.2.	Levantamento Topográfico.....	27
3.1.3.	Sondagem Geofísica por Sísmica de Refração	28
3.1.4.	Definição de Malha de Sondagem.....	28
3.1.5.	Consolidação dos resultados de sondagem.....	29
3.1.6.	Ensaio de Caracterização Tecnológica	29
4.	CONCLUSÕES.....	29
5.	BIBLIOGRAFIA.....	30

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Identificação do processo

Informações do empreendedor

Titular: Mineradora de Saibro Ubatuba Ltda – EPP**CNPJ:** 74.411.323/0001-04**Endereço:** Rua Tarcísio Corrêa, nº 713 – Ipiranguinha**CEP:** 11.693-002**Município:** Ubatuba**Estado:** São Paulo

Informações do Processo

Processo: ANM 820.070-2022

Registro de Licença

Substâncias Minerais: Saibro e Granito (Construção Civil: Ornamental, Cantaria, Paralelepípedo e Brita)**Município:** Ubatuba/SP

Responsável Técnico

Empresa Consultora: Maurício Côrtes Consultoria**Contato:** Engenheiro de Minas Maurício Côrtes – CREA-SP 060080068-1**Endereço:** Rua Dona Brígida nº 597, casa 6 – Vila Mariana**CEP:** 04111-081**Município:** São Paulo**Estado:** São Paulo**e-mail:** mcortes000@hotmail.com**Fone/Fax:** (21) 98461-9216

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

1.2. Introdução

O relatório tem por objetivo apresentar o estudo de estabilidade para a jazida explorada para as substâncias minerais saibro e granito (brita, cantaria e ornamental) com aplicação para construção civil. Este processo inicialmente foi arrematado em Leilão de Disponibilidade de Áreas (antigo processo 820705-2009) e foi requerido junto a ANM sob número 820604-2021 pelo regime de Pesquisa Mineral, numa área de 7,39 ha no bairro de Ipiranguinha no município de Ubatuba – SP, distante 5 km (cinco quilômetros) do centro de Ubatuba. Foi efetuado Plano de Aproveitamento Econômico – PAE contemplando a exploração mineral de Saibro e Granito pelo regime de Licenciamento, sendo assim solicitada a mudança de regime para Licenciamento, gerando o Processo 820070-2022

A área pleiteada pode ser observada na Figura 01. A poligonal da área está descrita na planilha em anexo e está plotada numa imagem do Google Earth, ficando a 890 m da rodovia Oswaldo Cruz – SP-125 no bairro de Ipiranguinha no município de Ubatuba-SP.



Figura 01 – Imagem do Google Earth (19/07/2020) da área do processo, destacando a face norte do morro onde ocorre a extração de saibro e onde estão dispostos os matacões.

Na imagem pode ser visto que houve exploração mineral na área anteriormente, pelo Processo 848402.820705/2009-22 e outros, ao atual pedido de pesquisa deixando vários taludes e bermas, bem como diversos matacões de granito liberados pela área pleiteada. As Figuras 02 e 03, mostram com detalhes a área em questão.

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1



Figura 02 – Vista aérea da área do processo. .

Durante a fase operacional dos serviços do Licenciamento pleiteado, serão efetuados serviços de topografia e mapeamento detalhado, estabilidade dos taludes existentes, confecção de canaletas para contenção e direcionamento de águas pluviais, bem como sondagens e aferição da cubagem.



Figura 03 – Vista aérea da área do processo. .

Neste relatório são descritos os trabalhos de mapeamento básico realizado na área do processo ANM Licenciamento (848402.820705/2009-22), pertencente a Mineradora de Saibro Ubatuba Ltda – EPP, anteriormente em vigência para a área.

Para a execução desse trabalho efetuou-se o estudo bibliográfico preliminar com interpretação das imagens do Google Earth, mapas geológicos, carta topográfica, e posterior visita técnica no dia 30/04/2022, na qual se realizou marcação de pontos com GPS da marca Garmin e descrição geológica-geotécnica dos taludes presentes dentro da área da empresa.

1.3. Objetivo

Elaboração de um Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina para exploração de saibro e granito numa área de 7,39 ha da Mineradora de Saibro Ubatuba Ltda no bairro de Ipiranguinha em Ubatuba – SP, fundamentado nas normas NBR 6497 e NBR 8044 da ABNT, observando as exigências das Normas Reguladoras de Mineração – NRM, principalmente a NRM-02 Lavra a Céu Aberto.

1.4. Localização e Vias de Acesso

A área do processo está localizada no município de Ubatuba, Estado de São Paulo, distante 200 km da capital do Estado de São Paulo; ficando no bairro de Ipiranguinha distante 5 km do centro de Ubatuba – SP. A localização e o acesso à área podem ser melhor visualizados na Figura 04.

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ
Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

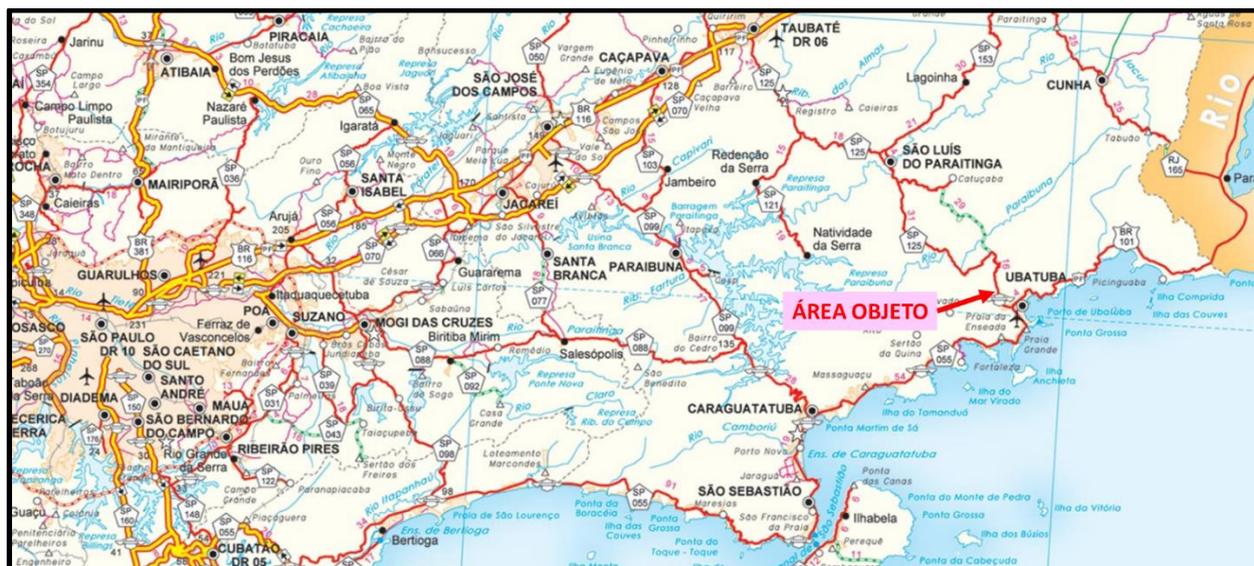


Figura 04 – Mapa rodoviário de São Paulo.

O acesso à área, a partir da cidade de São Paulo, deve ser feito iniciando na Marginal Tiête, em seguida pela Rodovia Ayrton Senna até o acesso para Rodovia Presidente Dutra (BR-116), sentido Rio de Janeiro até o município de Taubaté. Seguir até a saída 111 (Taubaté/Ubatuba/Retorno), no município de Taubaté. No acesso, seguir pela rodovia Oswaldo Cruz (SP-125) até o município de Ubatuba. Na altura do km 92 (depois de atravessar uma pequena ponte) virar à direita na Rua Frei Tarcísio Corrêa asfaltada e percorrer aproximadamente 890 metros até a entrada da Mineradora de Saibro Ubatuba, onde se localiza o vértice V1 da poligonal.

1.5. Aspectos Fisiográficos

Foi efetuado estudo geomorfológico da área, visando à identificação, caracterização e mapeamento de unidades geomorfológicas, levando em consideração tanto aspectos descritivos, associados à geometria das formas de relevo, quanto aspectos genéticos, considerando os condicionantes geobiofísicos que geram a evolução do relevo ao longo do tempo.

Foi efetuado estudo de hidrografia e hidrogeologia da área, futuramente este estudo será mais aprofundado e detalhado.

Será efetuado estudo histórico do clima regional, para se determinar o índice pluviométrico e sua influência sobre as atividades futuras de mineração na área.

1.5.1. Geomorfologia

A área objeto, segundo a Divisão Geomorfológica do Mapa Geomorfológico do IPT (1981), está inserida na Província Costeira, dentro da zona Serrânia Costeira e sub zona Serra do Mar, conforme Figura 05.

De acordo com o Mapa Geomorfológico (IPT, 1981), a unidade de relevo que ocorre na região da área objeto são serras alongadas (A) caracterizadas por possuírem topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos e vales fechados.

Também ocorrem na região planícies costeiras (B), caracterizadas por serem terrenos baixos, mais ou menos planos, próximos ao nível do mar. Apresenta drenagem com baixa densidade, de padrão meandrante, localmente anastomosado. Como formas surdinadas podem ocorrer cordões litorâneos (praias, dunas, etc.).

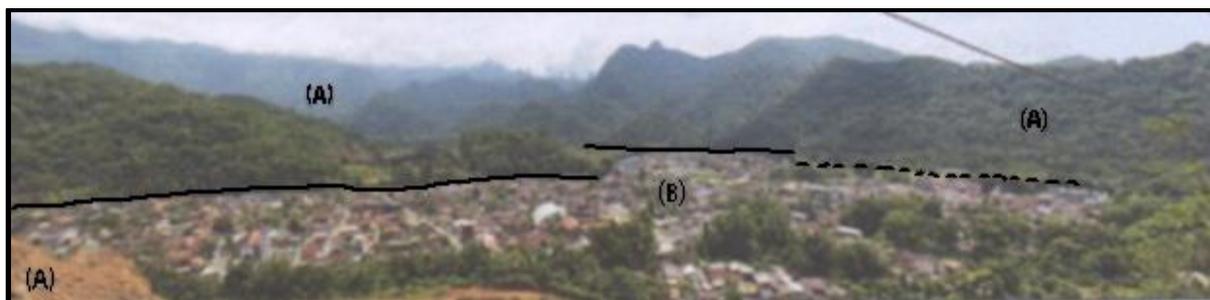


Figura 05 – Aspecto da geomorfologia local. Em (A) está caracterizada as serras alongadas, pela Serra do Mar associados ao embasamento cristâneo, e em (B) o aspecto aplainado das planícies costeiras associadas aos depósitos marinhos. A linha contínua indica o contato definido entre as unidades geomorfológicas, já a tracejada indica um contato inferido a perspectiva do local onde a foto foi obtida.

1.5.2. Hidrografia e Hidrogeologia

Em frente a área objeto passa o Rio Ipiranguinha, afluente da margem esquerda do Rio Grande de Ubatuba, principal coletor hidrográfico da região (que passa a leste da poligonal do processo) e pertence à UGRHI 3 – Litoral Norte.

A UGRHI 3 possui área de 1.948 km². Ela é composta por apenas quatro municípios: Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela. Da sua área total, cerca de 80% são formadas por áreas continentais e 20% por áreas insulares, sendo que estas últimas são representadas pela Ilha de São Sebastião e por outras 61 ilhas, ilhotas e lajes. Na parte continental da UGRHI existem diversas bacias hidrográficas cujos cursos d'água partem de porções mais elevadas da Serra do Mar em direção ao Oceano Atlântico e desembocam nesta através de vários exutórios. Seus limites são ao norte com a UGRHI 02 (Paraíba do Sul), ao noroeste/oeste, com a UGRHI 06 (Alto Tietê) e UGRHI 07 (Baixada Santista), ao sul/sudeste/leste, com o Oceano Atlântico e ao noroeste com o Estado do Rio de Janeiro. De forma sucinta, a UGRHI em foco, as características do meio físico, destacam-se a presença de rochas ígneas e metamórficas nas porções serranas e sedimentares e na planície, acentuadas declividades ao longo de toda a Serra do Mar e (iii) espessas camadas de solo de alteração intempérica e alta pluviosidade.

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

Hidrogeologicamente, a área é caracterizada por estar localizada sobre o Aquífero Litorâneo. Este aquífero é do tipo sedimentar de extensão limitada e comportamento livre. Com aproximadamente 4.600 km², estende-se ao longo da costa paulista, desde a região de Cananéia ao sul, onde tem maior expressão em área, até Caraguatatuba/Ubatuba ao norte. No oeste é limitado pelas serras e no leste, pelo mar. Em geral, possui baixa produtividade, com vazões exploráveis, inferiores a 10 m³/h, podendo chegar a 20 m³/h na região entre São Vicente e Peruíbe. As águas são, de modo geral, adequadas ao consumo humano, mas é vulnerável à intrusão salina, sendo observado alguns poços com aumento do teor de sais.

1.5.3. Clima

O clima da região é classificado, segundo Köppen (19, como sendo o Cwa, ou seja, Clima Subtropical com verões quentes e chuvosos. A pluviosidade média anual varia de 2.000 a 2.700 mm, com temperatura média em torno de 20,4°C.

O estudo de clima e precipitações pluviométricas será aprofundado, visando as interferências que podem causar nas estabilidades dos taludes, das vias internas e frentes de lavra do empreendimento, bem como interferência na produção dos bens minerais explorados. Na Figura 06 é apresentado as Precipitações Pluviométricas no Município de Ubatuba – SP, com dados obtidos pelo CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Estado de São Paulo, para o período de 2017 a 2019 onde pode ser visto que a pluviosidade neste município é bastante elevada e pelas informações do CIIAGRO também pode-se ver que o número de dias com chuva no ano é bem elevado, em média acima de 200 dias/ano.

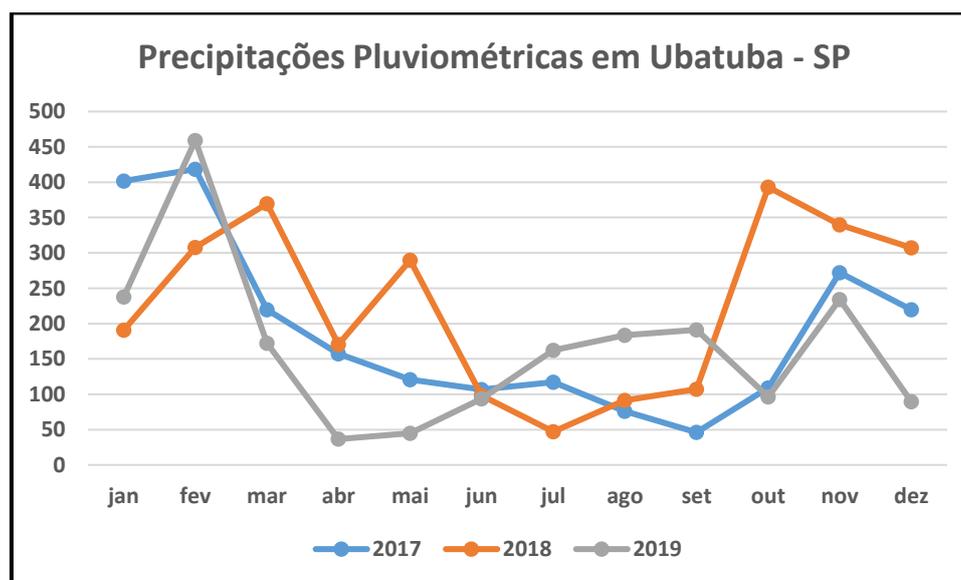


Figura 06 – Precipitações Pluvimétricas em Ubatuba – SP (2017 a 2019)

Fonte: CIIAGRO

Na Figura 07 com dados obtidos no CIAGRO pode-se ver a quantidade de dias com chuva no Município de Ubatuba no período de 2017 a 2019, onde é possível observar a elevada quantidade de dias de chuva nos meses, ao redor de 20 dias em média. Isto é um problema bem grande para as atividades da mineração, pois para se trabalhar nas áreas de saibro é necessário um mínimo de 2 dias de sol para os equipamentos rodarem bem pela área, apesar de ser saibro em não argila pura. Também os taludes são intensamente agredidos pelas intensas chuvas, obrigando se fazer leiras e canaletas bem dimensionadas para conter as águas e escadas hidráulicas para diminuir a energia das mesmas.

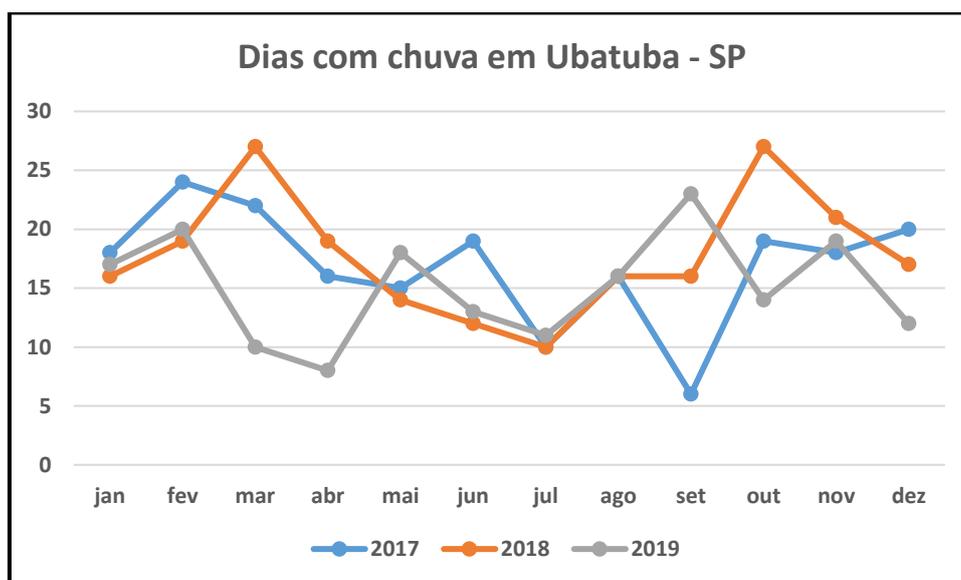


Figura 07 – Dias com chuva em Ubatuba – SP (2017 a 2019) - (CIAGRO)

1.6. Contexto Geológico

Foi efetuado estudo sobre o contexto geológico regional e mapeamento local.

1.6.1. Geologia Regional

Localizado no litoral norte do Estado de São Paulo, o município de Ubatuba está inserido no Sistema Orogênico Mantiqueira – Cinturão Ribeira (Hasui et al, 2012). Conforme o Mapa Geológico (CPRM, 2006), escala 1:750.000, a área objeto está inserida em terrenos graníticos do Charnockito Ubatuba que ocorrem encaixados em rochas do Complexo Pico do Papagaio, como pode ser observado na Figura 08.

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

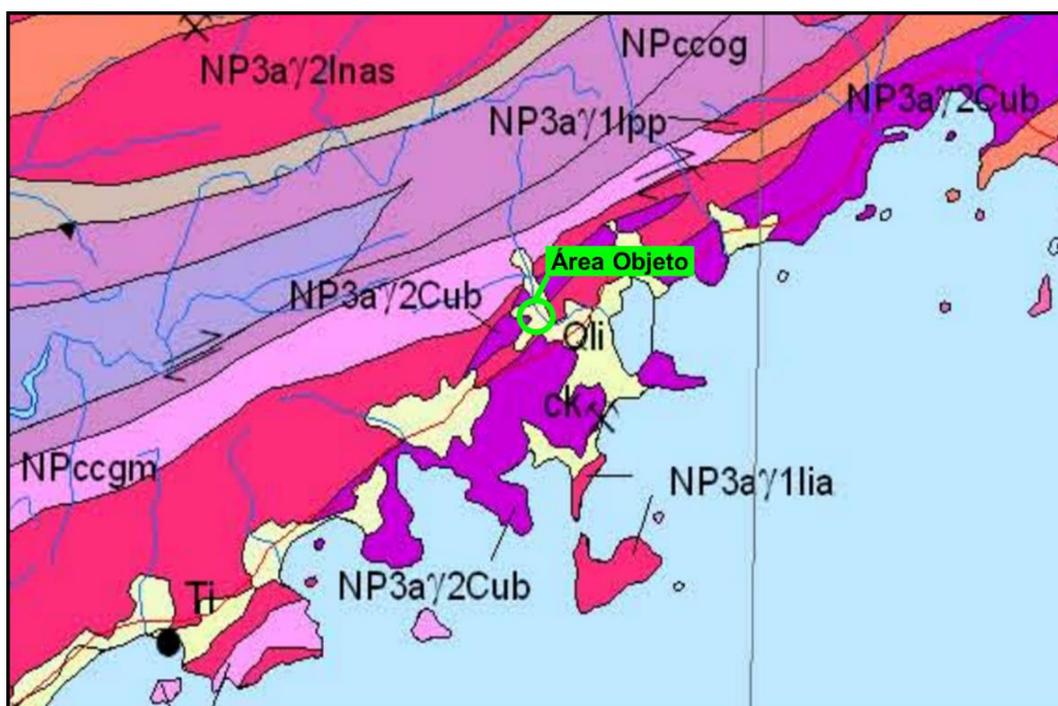


Figura 08 – Mapa Geológico da região do Estado de São Paulo, escala 1:750.000 (CPRM, 2006)

Toda a região do litoral norte paulista está localizada dentro da Província Mantiqueira (CPRM, 2006). Esta é uma unidade geotectônica instalada a leste dos crátons São Francisco e Rio del Plata/Paraná, ao final do Neoproterozóico e início do Paleozóico. Que se estende por cerca de 3.000 km com orientação NNE/SSW ao longo da costa atlântica, de Montevidéu (Uruguai) ao sul da Bahia. A província guarda o registro de uma longa e complexa evolução do Neoproterozóico na América do Sul (900-520 Ma) preservando também remanescentes de unidades paleotectônicas arqueanas, paleoproterozóicas e mesoproterozóicas. Constitui, juntamente com a extremidade meridional da Província Tocantins, o arcabouço pré-cambriano do sudeste brasileiro desenvolvido em respostas ao “Ciclo Brasileiro” conforme descrito por Almeida (1967).

Segundo Hasui et al (2012), “O Sistema Mantiqueira foi compartimentado em três setores referidos como setentrional, central e meridional por Almeida e Hasui (1984). Esta divisão manteve-se através dos anos, com alterações dos limites em função do avanço dos conhecimentos geológicos e geocronológicos. Com os novos conhecimentos, os compartimentos passaram a ser considerados como correspondentes a três cinturões orogênicos: Araçuaí no setentrional, Ribeira no central e Tijuca no meridional. Estes compartimentos, de modo geral, são complexos, produtos diacrônicos e com superposições (Hasui, 2010).

Dentro do Cinturão Ribeira, são distinguidos os Domínios: Varginha, Embú, Costeiro, São Roque, Apiaí, Curitiba, Paranaguá e Luiz Alves. A área objeto está inserida dentro do Domínio Costeiro.

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina**MAURÍCIO CÔRTEZ****Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1**

Formando boa parte do Domínio Costeiro, o Complexo Costeiro é pouco conhecido devido às dificuldades de acesso na Serra do Mar. Constituído principalmente por ortognaisses, gnaisses bandados, paragnaisses, quartzitos e micaxistos de idade neoproterozóica, ainda apresenta intrusões tardi- e pós-tectônicas de granitóides e charnockitóides (Ubatuba). Hasui (2012) ainda descreve que o metamorfismo sofrido pelo Domínio, “foi de médio a altos graus, chegando a migmatização e anatexia, e a deformação sofrida foi promovida por processos de cavalgamento e transcorrência”. A CPRM (2006 b) descreve o Complexo Costeiro como sendo formado por cinco unidades, são elas: gnaisses bandados, granito-gnaissica migmatítica, gnaisses peraluminosos, ortognaissica e quartzítica

Na área objeto ocorrem rochas do Embasamento Cristalino que segundo descrito em IPT (1981), são compostas por piroxênio granulítico, granulito quartzofeldspáticos, kinzigitos, charnoquito e rochas granito-gnaissicas a hiperstênio incluindo anfíbolitos e serpentinitos localmente migmatizados. A CPRM (2006 b) renomeia esta unidade como sendo Granitos foliados calcialcalinos, tipo I, pré a sinclisionais (Complexo Pico do Papagaio) e como Granitos charnockitóides, tipo C, sin a tardi colisionais (Charnockito Ubatuba), ambas as unidades do Orógeno Araçuaí-Rio Doce. Esta unidade aflora no litoral norte do Estado de São Paulo, ela é caracterizada por ser composta por corpos alongados, concordantes com a estruturação ENE-WSW regional, que estão associados ao sistema de falhamentos transcorrentes ligados à Falha Cubatão.

Os grandes foliados calcialcalinos, tipo I, pré a sincolisionais, do Orógeno Araçuaí-Rio Doce que afloram no litoral norte do Estado de São Paulo, estão encaixados nas unidades ortognaissica e granito-gnaissica migmatítica do Complexo Costeiro através de zonas de cisalhamento, no geral dextrais, de orientação NE-SW, de forma concordante com a estruturação das encaixantes. Chiodi Filho et al (1983) descrevem também contatos transicionais para augen gnaisses e migmatitos nebulíticos do Complexo Costeiro. Pertencem a este grupo os granitos Caçandoca, Ponte Nova – Paraibuna, Ilha Anchieta e o Complexo Pico do Papagaio (NP3ay1lpp). O tipo litológico predominante é hornblenda-biotita granitóide gnaissico, cinza-rosado, inequigranular de granulação grossa ou mais comumente porfíritico a gromérulos de feldspato potássico róseo ou megacristais ocelares.

Já os granitos charnockitóides, tipo C, sin a tardicolisionais, do Orógeno Araçuaí-Rio Doce, são um conjunto de corpos charnockitóides aflorantes no litoral norte de São Paulo e tem a denominação Charnockito Ubatuba (NP3ay2Cub). São corpos alongados concordantes com a estruturação ENE-WSW regional, que ocorrem em contato transicional com hornblenda-biotita granito aqui atribuído ao Complexo Pico do Papagaio (NP3ay1lpp). O conteúdo litológico é classificado como m-charnockito, ou mesopertita-charnockito, devido a presença desse tipo híbrido de feldspato no conteúdo mineral. Em termos de conteúdo de máficos é leuco a hololeucocrática, com texturas equigranular a porfíritica, e estruturação principal maciça e homogênea, às vezes pouco foliada. A mineralogia primária encontra-se modificada por processos posteriores de hidratação transformando os ortopiroxênios

em hornblendas, gerando biotita e alterando a química dos feldspatos. A cristalização da rocha é considerada tardia em relação ao Ciclo Brasileiro, devido à estrutura principalmente maciça do charnockito.

A região do litoral norte do Estado de São Paulo é afetada por um sistema de falhas transcorrentes, associados à zona de cisalhamento. Dentre as principais falhas que ocorrem dentro deste sistema, têm-se: a Falha do Camburu, a Falha de Caraguatatuba, a Falha do Ribeirão do Ouro e a Falha dos Quinhentos Réis.

Segundo Hasui (2012), “Os processos orogênicos brasileiros envolveram metamorfismo e deformações tangenciais seguida de transcorrência, de que resultaram feições internas diversas, destacadamente a foliação. A foliação, de modo geral, acompanha o alongamento dos corpos rochosos que tem geometria de fatias, lentes e sigmóides justapostos, bem visíveis em escalas micro e megascópicas.

De modo geral as falhas transcorrentes tem faixas cataclásticas mais ou menos espessas, incluindo protomilonitos e ultramilonitos, às vezes quartzos e micas recristalizados. Os milonitos e ultramilonitos caracterizam-se pela presença marcante de foliação cataclástica geralmente subvertical, com lineações de atrito de baixo mergulho.

A deformação transcorrente é o aspecto mais marcante no Cinturão Ribeira, que transfigurou este Cinturão com um feixe de zonas de cisalhamento compondo o Sistema Transcorrente Paraíba do Sul. Essas deformações atuaram após ou em parte acompanhando tardiamente os cavalgamentos do Ciclo Brasileiro.

1.6.2. Geologia Local

De acordo com CPRM (2006 b) dentro da área objeto, ocorre o embasamento cristalino representados na área pelos terrenos graníticos do Charnockito Ubatuba, pertencente à unidade de granitos charnockitóides, tipo C, sin e tardicolisionais já descritos anteriormente.

A área objeto apresenta, com base na geologia regional, rochas graníticas charnockitóides denominadas como Charnoquito Ubatuba (NP3ay2Cub). Esta unidade é caracterizada por serem corpos alongados concordantes com a estruturação ENE-WSW regional, que ocorrem em contato transicional com hornblenda-biotita granito, aqui atribuído ao Complexo Pico do Papagaio (NP2ay1lpp), que não ocorrem localmente. O conteúdo litológico é classificado como m-charnockito, ou mesopertita-charnockito, devido a presença desse tipo híbrido de feldspato no conteúdo mineral. Em termos de conteúdo de máficos é leuco a hololeucocrática, com texturas equigranular a porfírica, e estruturação principal maciça e homogênea, às vezes pouco foliada.

Campanha & Ens (1993) descrevem a geologia da região como sendo constituída por rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino (constituído de

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

rochas para e ortoderivadas de médio e alto grau metamórfico, e rochas granitóides deformadas e gnaissificadas em intensidades variáveis) e expressivas coberturas sedimentares quaternárias associadas às baixadas litorâneas. Para a região onde a área objeto está inserida, Campanha & Ens (1993) descrevem a ocorrência de granitóides gnáissicos equigranulares, oftálmicos e nebulíticos subordinadamente gnaisses, xistos e anfibolitos. As rochas pré-cambrianas aflorantes caracterizam-se pela presença constante de uma foliação metamórfica, podendo ser caracterizada como uma xistosidade e/ou foliação gnáissica e, nas faixas mais deformadas, como uma foliação miloníticas.

A alteração destas rochas pré-cambrianas produziu um manto composto por solos maduros a imaturos. Esse material – saibro ocorre como camadas mais argilosas ou mais arenosas misturadas e intercaladas localmente. Ambos serão utilizados em aterros comuns, sem compactação pelo que não foram necessários a realização de ensaios de caracterização dos mesmos.

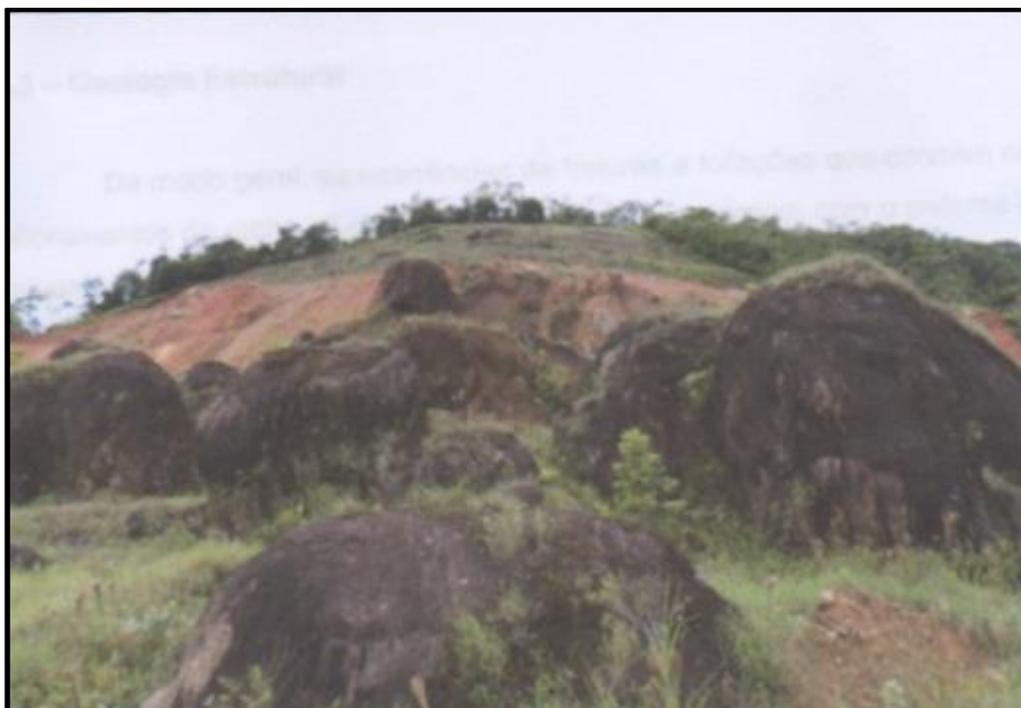


Figura 09 – Aspecto dos blocos de “Granito Verde Ubatuba” dentro da área do processo



Figura 10 – Detalhe do “Granito Verde Ubatuba”, nota-se que a capa de alteração presente no granito é relativamente fina

1.6.3. Geologia Estrutural

De modo geral as ocorrências de fraturas e foliações, que ocorrem nos afloramentos de rocha são dentro da área objeto, concordam com o sistema de falhamento transcorrente regional que possuem sentido NE-SW. Estes falhamentos estão associados às grandes falhas regionais como a Falha de Cubatão e Falha Natividade (IPT, 1981).

Nos caminhamentos realizados na área objeto foram realizadas 10 medidas de foliações em afloramentos, que indicam que essas foliações mergulham preferencialmente para nordeste, conforme pode ser observado no estereograma de polos (Figura 11).

MAURÍCIO CÔRTEZ
Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

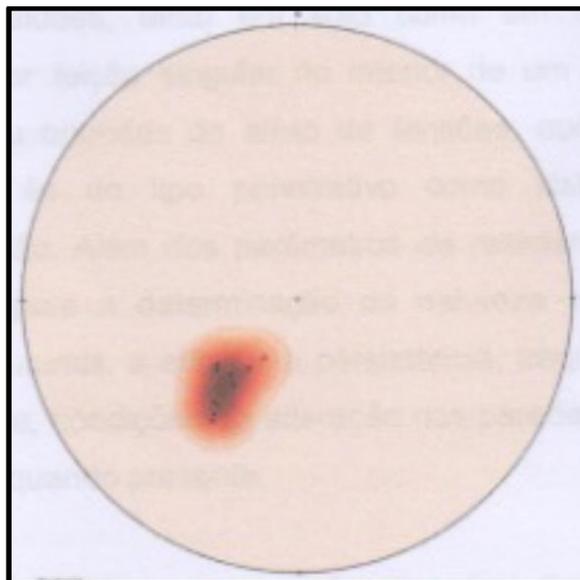


Figura 11 – Estereograma de polos indicando as foliações medidas
N=10
Polos de Planos

1.7. Aspectos Geotécnicos

1.7.1. Mapeamento dos taludes

Dentre as várias técnicas de mapeamento de taludes, recomenda-se a do mapeamento de toda a face exposta do talude, nas distintas bancadas de uma mina a céu aberto. Assim em toda a superfície exposta de uma bancada em particular deve-se executar o mapeamento de forma contínua, tanto vertical como lateralmente. Para tanto, observados os fatores listados a seguir:

1.7.1.1. Fatores Geológicos-Geotécnicos

- a) **Estruturas:** são estas geralmente, as principais condicionantes de estabilidade de taludes, tanto em solo como em rocha. Por estrutura entende-se qualquer feição singular no interior de um maciço: tanto as de origem tectônica ou oriundas de alívio de tensões, como fraturas, falhas e diáclases, quanto às do tipo penetrativo como xistosidade, planos de acamamento, foliação. Além dos parâmetros de resistência ao cisalhamento são fundamentais para a determinação da natureza e importância relativa destas feições estruturais, a atitude, a persistência, frequência, espaçamento,

rugosidade, abertura, condições de alteração das paredes e o tipo de material de preenchimento, quando presente;

- b) **Água subterrânea:** a posição do nível freático, seja devido à pluviosidade ou à drenagem dos maciços por ocasião das escavações, exerce influência de grande importância sobre a estabilidade dos taludes. A razão é que parte das pressões oriundas do peso das massas rochosas é absorvida pela água, reduzindo a parcela de pressão nos contatos entre as superfícies da rocha e, conseqüentemente, reduzindo as resistências por atrito disponíveis nestes contatos. Além disso, as forças de percolação, em caso de fluxo intenso, também podem desestabilizar certas posições dos taludes;
- c) **Litologia e estado de alteração:** a natureza dos materiais presentes através das diferentes composições mineralógicas condiciona a maior ou menor resistência ao cisalhamento nos casos em que as superfícies potenciais de ruptura devem atravessar porções de rocha contínua, essa resistência característica da rocha, por sua vez, decai à medida que o estado de alteração aumenta;
- d) **Propriedades das rochas:** As propriedades das rochas resultantes dos corpos de prova extraídos de testemunhos e submetidos a ensaios característicos de resistência mecânica como cisalhamento direto, compressão uniaxial e de resistência à tração, e ainda ensaios sobre características físicas, como os de determinação da massa específica aparente seca e saturada, porosidade, absorção de água e módulo de elasticidade.

1.7.1.2. Fatores Geométricos

As condições de contorno do problema de estabilidade são: a altura dos taludes, o seu ângulo de inclinação com a horizontal e a sua posição espacial relativamente às atitudes das descontinuidades presentes. Para o tratamento destes dados pode-se trabalhar com a projeção estereográfica de Schmidt-Lambert (diagrama de igual área). Executa-se a plotagem de um grande número de atitudes no diagrama com o intuito de definir a concentração de polos e separar as regiões mais representativas de cada família de fraturas. Este procedimento possibilita determinar a intersecção entre dois planos, a projeção do cone de atrito para análise de estabilidade e a reta de intersecção entre cunhas rochosas.

1.7.1.3. Fatores Operacionais

Os fatores ligados à operação da mineradora de saibro que podem influenciar em alguma medida a estabilidade dos taludes são as vibrações produzidas pela velocidade de avanço da escavação. Os abalos produzidos sobre regiões

potencialmente instáveis podem induzir a fluxo de água subterrânea ou por simples influência da pressão neutra, dependendo das características de permeabilidade e saturação do solo, e das condições internas do maciço.

1.7.1.4. Informações geotécnicas atuais da jazida

No presente momento, a jazida encontra-se em exploração conforme pode ser visto nas Figuras 12 a 21 abaixo, possuindo taludes de diversas características, sendo o principal na área de saibro na face SE da lavra conforme Figura 14, apresentando 9 m de altura e 21° de inclinação com a vertical.



Figura 12 – Vista aérea frontal (norte para sul) da área que foi lavrada em processo anterior



Figura 13 – Vista aérea lateral (oeste para leste) da área que foi lavrada em processo anterior



Figura 14 – Talude na área do saibro, com 9 m de altura e 21° de inclinação.



Figura 15 – Talude de lavra anterior.

O saibro apresenta blocos (matações) de granito (Charnockito) verde Ubatuba no meio, sendo que estes matações tem dimensões variadas e com a superfície em estado de alteração (capa relativamente fina) conforme pode ser visto nas Figuras 16 e 17 abaixo:



Figura 16 – Matações de granito em dimensões variadas ao meio do saibro.



Figura 17 – Matações de granito (charnockito) verde Ubatuba com superfície alteradas.

Os blocos de granito são removidos, com auxílio de pás carregadeiras, da frente de lavra e estocados em outra área para corte futuro ou para britagem, ver Figuras 18, 19, 20 e 21, fazendo a desobstrução da frente de lavra e evitando assim a possibilidade de haver queda e rolamento dos blocos da frente de lavra.

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1



Figura 18 – Blocos removidos da frente de lavra; como referência de tamanho observar lapizeira sobre o bloco da frente.



Figura 19 – Área de estocagem dos blocos removidos da frente de lavra e prontos para a alimentação do britador primário.



Figura 20 – Área de estocagem dos blocos removidos da frente de lavra e prontos para a alimentação do britador primário.

MAURÍCIO CÔRTEZ
Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1



Figura 21 – Área de estocagem dos blocos removidos da frente de lavra e prontos para a alimentação do britador primário.

Os taludes sendo operados na altura máxima de 10 metros e com bermas de no mínimo 5 metros e com inclinação mínima de 20° com a vertical (ângulo de bancada de 70°) são geotécnicamente seguros pois não se apresentam planos de fratura nem tão pouco falhas ou superfícies caulinizadas ou com outra argila que possam reduzir o atrito e venham a se comportar como superfícies de escorregamento. A Mineração de Saibro Ubatuba está colocando todos os taludes dentro destas características acima. Os taludes já explorados mostram razoável estabilidade quanto a movimento de massa, apenas um deles em que foi excedido esta geometria houve pequena instabilidade devido a alta pluviosidade deste mês e não haver nele a canaleta de crista para desvio da água superficial; este talude já está sendo trabalhado para ser colocado em altura e inclinação adequados à estabilidade, com canaleta de crista. Este episódio nada compromete a estabilidade dos outros taludes ou da jazida num todo.

Estão sendo construídos leiras em todas as bermas para proteção dos taludes e escadas hidráulicas nas rampas para evitar que as águas das chuvas causando sulcos ou ravinas venham a agredir a superfície dos taludes e frentes de lavra, e

comprometer as rampas. Tais canaletas visam conter e desviar a água para fora das bermas e em direção das escadas hidráulicas, permitindo haver controle do escoamento da água superficial.

Está sendo feita a instalação de leira no topo do talude superior e canaletas de crista para desviar as águas das chuvas que venham da mata acima da mineração.

Está previsto no PAE Plano de Aproveitamento Econômico da jazida o mapeamento permanente da frente de lavra e sondagem geofísica por Sísmica de refração para investigação de sub-superfície, bem com a abertura de furos de sondagem a trado em uma malha para a cubagem e furos de sondagem rotativa, que servirão também como auxílio para as investigações geológico-geotécnica para melhoria do estudo da área.

2. CARACTERIZAÇÃO DA JAZIDA

A reserva de saibro e de granito está distribuída numa área de 5,68 ha inseridos na poligonal do processo de requerimento. No local, o granito encontra-se em forma de matacões distribuídos na reserva de saibro. Abaixo destes se encontra o embasamento em rocha granítica.

Para determinar o volume da reserva de saibro foi realizado um mapeamento do local e a pré definição de uma linha de corte dos taludes em solo. A linha de corte do projeto apresenta taludes de aproximadamente 10 metros de altura, com inclinação de 60° e bermas de 3,5 metros de largura.

Para a execução dos taludes deverão ser adotadas medidas de cunho geotécnico adequadas, considerando-se as características intrínsecas do material onde os mesmos serão formados.

Localmente os detalhes de cada talude final deverão ser programados e vistoriados pelo engenheiro de minas responsável pela lavra, de acordo com as características de coerência, resistência dos materiais.

O cálculo do volume de reserva de saibro foi realizado através do método dos perfís paralelos delimitados sobre a Planta de Detalhe da Configuração Atual.

Para determinar o volume da reserva de granito foram definidas em campo as principais áreas de ocorrência de matacões. Após a delimitação das áreas, foram coletadas as medidas (comprimento, largura e altura) dos matacões incidentes nas mesmas.

O cálculo de volume de granito foi realizado através da somatória dos volumes dos matacões expostos. Não foram mapeados os matacões não expostos que estão enterrados em meio ao saibro a ser explorado, mas uma estimativa inicial de no mínimo 20,0% do volume de saibro pode ser considerado para o volume de matacões enterrados. Esta reserva poderá ser melhor estimada com a execução de serviços de

geofísica na área. A reserva do maciço rochoso do embasamento será objeto de estudo futuro com sondagens rotativas para definir a cubagem e a retirada de amostras para determinação da qualidade do granito para fins de blocos para obtenção de granito ornamental e a obtenção de brita dos resíduos da extração dos blocos.

2.1. Reserva de Saibro

Para determinar o volume de reserva de saibro utilizou-se o método dos perfís (secções) paralelos, que consiste na multiplicação da área da secção pela meia distância entre os perfís. A somatória dos cálculos resultou no volume de **850.300,00 m³ (1.615.570,00 t) de saibro**. Para a transformação do volume da reserva de metros cúbicos (m³) para toneladas (t) adotou-se a densidade de 1,9 g/cm³ para o saibro.

2.2. Reserva de Granito

Para o cálculo de reserva dos blocos de granito a serem utilizados na construção civil como granito ornamental, pedra de cantaria, paralelepípedo e brita, consideraram-se as três medidas principais (comprimento, largura e altura), descontando 10% do volume encontrado referindo-se as irregularidades de cada bloco e/ou pelo seu arredondamento. Na área o granito ocorre na forma de matacões aflorantes, enterrados total ou parcialmente e também na forma do maciço.

A somatória dos cálculos resultou em volume de 4111,97 m³ (10.896,72 t) de granito nos matacões expostos. Para a transformação do volume da reserva em metros cúbicos (m³) para a massa em toneladas (ton) adotou-se a densidade de 2.65 g/cm³.

Estimando-se ainda uma reserva de blocos enterrados equivalentes a 20,0% do volume da reserva de saibro, têm-se mais 170.060,00 m³ (450.659,00 t) de granito em matacões enterrados. Perfazendo um total de **174.171,97 m³ (461.555,72 t) de granito em matacões**.

Conforme explicado anteriormente a reserva de granito do embasamento será objeto de estudo futuro com sondagem rotativa.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1. Operações na área

O objetivo é desenvolver trabalhos sob o regime de licenciamento para efetuar a recubagem das reservas e exploração da jazida de saibro e granito Verde Ubatuba,

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

efetuando caracterização tecnológica das matérias minerais, e lavra. A área já foi previamente explorada pela própria Mineração de Saibro Ubatuba Ltda. Nesta nova fase de exploração da jazida (Processo ANM 820.070/2022) serão desenvolvidas as seguintes atividades:

3.1.1. Melhorias dos acessos e drenagens

Serão melhoradas as condições da estrada de acesso à área, bem como a construção de canaletas para escoamento e contenção das águas pluviais, e escadas hidráulicas para redução da velocidade e força da água captada.

3.1.2. Levantamento Topográfico

Foi efetuado o levantamento topográfico planimétrico e levantamento de curvas de nível da área de modo a poder ter um mapeamento local. Para poder balizar sondagens e otimizar o plano de lavra. Será também efetuado um posicionamento dos matacões expostos na área que possibilite a sequência de exploração dos mesmos. Será efetuada uma nova planta de detalhes da área. A Figura 22 apresenta a planta topográfica e a Figura 23 apresenta detalhe da área na poligonal com linhas norte-sul e leste-oeste na cor laranja, e detalhes dos taludes das bancadas. A planta topográfica está também em arquivo PDF em anexo.

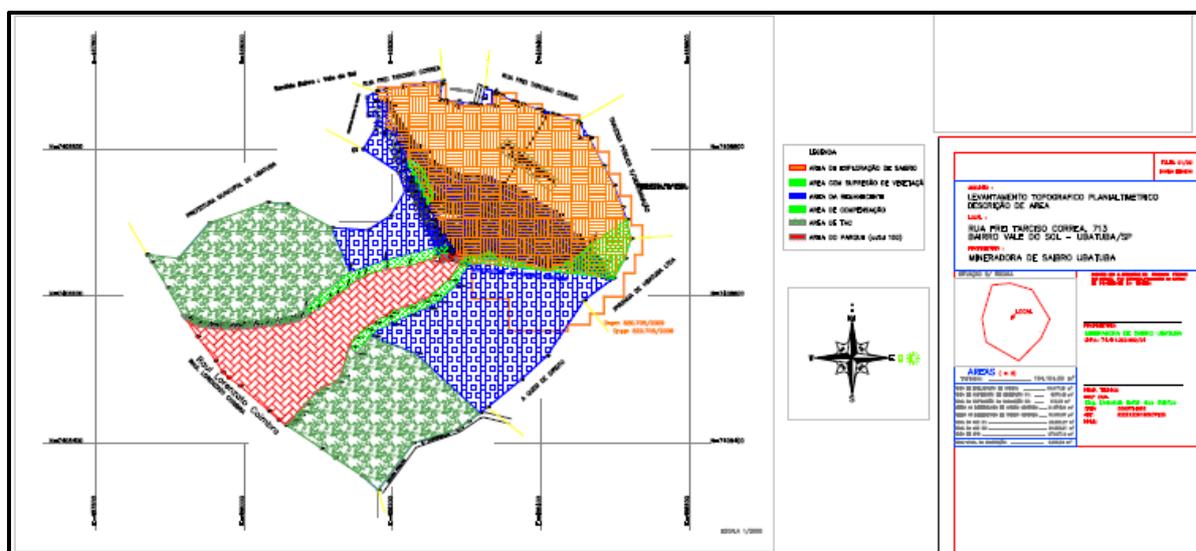


Figura 22 – Planta Topográfica Planialtimétrica da Área (área objeto marcada pela poligonal norte-sul x leste-oeste em laranja, com taludes). (Planta em arquivo PDF nos anexos).

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

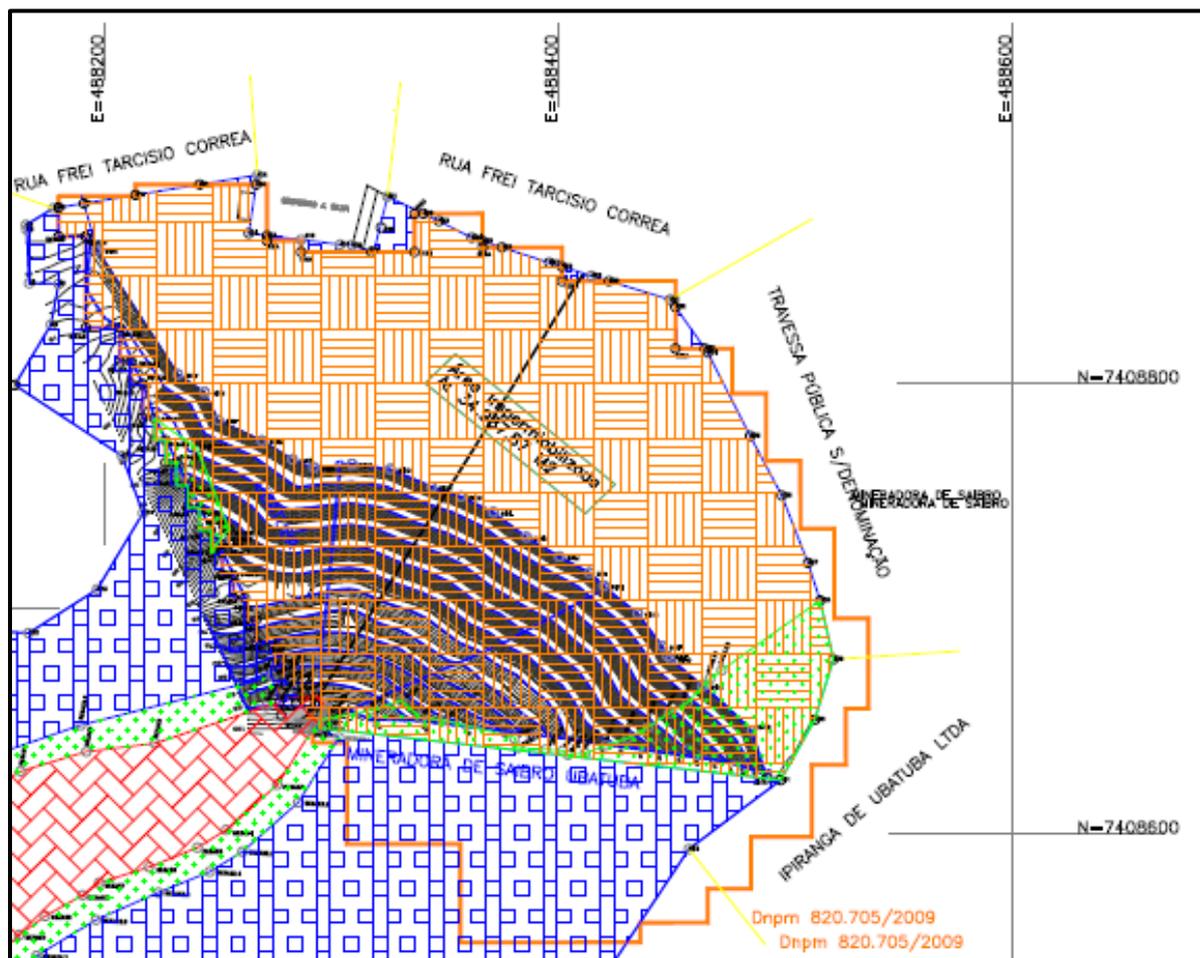


Figura 23 – Detalhe da Planta Topográfica Planialtimétrica da Área (área objeto marcada pela poligonal norte-sul x leste-oeste em laranja, com taludes).

3.1.3. Sondagem Geofísica por Sísmica de Refração

O método de sísmica de refração tem como objetivo o estudo da propagação da onda sísmica elástica em subsolo. Os diferentes litotipos apresentam distintas velocidades de propagação de onda sísmica. Devido aos contrastes de velocidades existentes, é possível com a utilização do método sísmico a determinação de parâmetros físicos e a distribuição subsuperficial das rochas. Serão efetuados levantamentos geofísicos em 5 seções de pesquisa sísmica, possibilitando efetuar o perfil tridimensional do depósito de saibro, a dimensão e posição de matações enterradas e a superfície do embasamento granítico sotaposto ao saibro.

3.1.4. Definição de Malha de Sondagem

Com base no mapeamento geológico, será definida a posição e direção da malha quadrada de sondagem, com 1 furo a cada 50m; caso seja indiferente a direção, será optada pela direção Norte-Sul e Leste-Oeste.

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina**MAURÍCIO CÔRTEZ**

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

Será utilizado trado motorizado para a perfuração com diâmetro de 6 polegadas e retirada de amostras para a caracterização do saibro; os furos deverão ser perfurados até a profundidade de atingir o embasamento ou matacões e limitado à potência do trado motorizado, ou estabilidade da perfuração. Se o furos forem muito profundos, pode-se optar pela utilização de trado de 4 polegadas de diâmetro, de forma a atingir maior profundidade.

Com base no levantamento geofísico, serão posicionados 3 furos de sondagem rotativa diamantada para perfurar e amostrar o embasamento até a profundidade de 60 metros abaixo da superfície mais baixa na área da jazida. Serão coletados os testemunhos da sondagem.

3.1.5. Consolidação dos resultados de sondagem

Os resultados de profundidade das sondagens serão consolidados em mapa tridimensional. Também serão efetuados mapas do posicionamento dos matacões de granito e do embasamento de forma a definir um mapeamento do saibro e granito.

Com base nas informações obtidas na geofísica, sondagens e no mapeamento geológico da área será efetuada a recubagem da jazida.

O conjunto de conhecimentos e informações obtidas subsidiarão o desenvolvimento do plano de lavra para melhor aproveitamento econômico da jazida.

3.1.6. Ensaio de Caracterização Tecnológica

Amostras do saibro e dos corpos de rocha, obtidas nas sondagens e nas amostragens de superfície serão encaminhadas para ensaios de caracterização tecnológica do saibro e do granito para rocha ornamental, paralelepípedo e brita.

4. CONCLUSÕES

Os serviços previstos no PAE Plano de Aproveitamento Econômico apresentado à ANM Agência Nacional de Mineração e resumidos no Capítulo 3 estão programados.

A Pluviosidade na área da mineração é intensa e bastante agressiva às condições dos taludes, necessitando especial atenção à confecção de leiras, canaletas e escadas hidráulicas bem dimensionadas para o devido escoamento das águas coletadas.

Os taludes na área do saibro sendo operados na altura máxima de 10 metros e com bermas de no mínimo 5 metros e com inclinação máxima de 20° com a vertical (ângulo de bancada de 70°) são geotécnicamente seguros pois não se apresentam planos de fratura nem tão pouco superfícies caulinizadas ou com outra argila que

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina**MAURÍCIO CÔRTEZ**

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

possam reduzir o atrito e venham a se comportar como superfícies de escorregamento.

Caso durante a lavra se apresentem mineralizações diferentes das encontradas até agora ou situações estruturais diferentes, a construção dos taludes será reprogramada para condições de estabilidade dentro dos padrões geotécnicos de segurança.

Com este presente relatório como **Laudo Geológico-Geotécnico** para a área do Processo ANM 820.070-2022, atestamos as condições de estabilidade dos taludes e segurança da mina, desde que sejam mantidas pela MSU Mineração de Saibro Ubatuba LTDA as geometrias dos taludes conforme especificado no Capítulo 1.7 e efetuados os serviços de instalação de leiras, canaletas e escada hidráulica nas rampas, e crista das bancadas, principalmente na bancada superior.

Este relatório é acompanhado da ART – Anotação de Responsabilidade Técnica nº 28027230220757136 registrada no CREA-SP – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de São Paulo.

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. M. **Origem e evolução da Plataforma Brasileira**. Bol. Div. Geol. Min. 241. 1-36p. 1967.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. **O Pré-Cambriano do Brasil**, Editora Edgard Blucher, 1984. 378p.

Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia – Recuperação de Área Degradada. Belém, 1988 V. 5.

BRASIL. **Anuário Mineral Brasileiro**. Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília: 1988 -2000.

BRASIL. **Normas Reguladoras de Mineração – NRM** (NRM-01 a NRM-22). Portaria DNPM nº 237 de 18 de outubro de 2001, e alterações/atualizações. Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília.

BRASIL. **Norma Regulamentadora N.º. 07** (NR-07 – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO), Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978, e alterações/atualizações. Ministério do Trabalho e Previdência – MTP

BRASIL. **Norma Regulamentadora N.º. 22** (NR-22 – Segurança e Saúde

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina

MAURÍCIO CÔRTEZ

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

Ocupacional na Mineração), Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978, e alterações/atualizações. Ministério do Trabalho e Previdência – MTP

BRASIL. **Projeto Radam Brasil**. Ministério das Minas e Energia. Levantamento de Recursos Naturais.

CAMPANHA, G. A. C.; ENS, H. H. **Estrutura geológica na região de São Sebastião**. In: UERJ, Simpósio de Geologia do Sudeste, 3, Rio de Janeiro, 1993. Boletim de resumos. p. 51-52.

CHRISTOFOLETTI, A. - **Geomorfologia**. Edgar Blücher, 2º edição. São Paulo, 1980.

CHIODI FILHO, C.; et al. **Projeto Capão Bonito; relatório final**. São Paulo: Contrato CPRM/Pró-Minério,. 1983.

CÔRTEZ, M. **Plano de Aproveitamento Ecoômico** - PAE MC 11/21. Maurício Côrtes Consultoria, 2021.

CPRM, 2006 – **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, esc. 1:750.000, versão 2.0.

CPRM, 2006 – **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, esc. 1:750.000, Breve descrição das unidades litoestratigráficas aflorantes no Estado de São Paulo. Programa Geológico do Brasil.195p.

DER - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM - 2017 – **Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo**. Esc. 1:1.000.000

GOODMAN, R. **Methods of Geological Engineering in Discontinuous Rocks**, West Publ. Co, N. Y., 472p. 1976

DRUMOND, J.B.V. **Geografia e Geomorfologia** In. Silva, J.N da, (org). Programa de Levantamentos geológicos básicos do Brasil.

GIANI, G.P. **Rock Slope Stability Analysis**, Balkema, 361p. 1992.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. - 1984 - Estabilidade de **taludes naturais e de escavação**. 2ª edição revista e ampliada, Editora Edgar Blücher, São Paulo, 194p.

HASUI, Y. A Grande colisão Pré-Cambriana do sudeste brasileiro e a estruturação regional. São Paulo: UNESP, **Geociências**, v.29, n.2, p.141-169. 2010.

HASUI, Y. et al. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. 900p

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina**MAURÍCIO CÔRTEZ**

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

HOEK, E., BRAY, D. J. (1981). **Rock Slope Engineering**, Inst. Min. Met., Londres, 358p.

IPT, 1981, **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**, esc. 1:500.000. Pró Minério, São Paulo, v1, 94p.

IPT, 1984, **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, esc. 1:500.000. Pró Minério, São Paulo, v1, 120p.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S., 2012, **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente – SMA, 2012, 104p.

KOEPPEN, W. **Climatologia** – Con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica, 1948, 496p.

NERY, A. C. & SÁNCHEZ, L. S. - 2012 - **Guia de Boas Práticas de Recuperação Ambiental em Pedreiras e Minas de Calcário**. ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, São Paulo.

NIMER, E, **Climatologia do Brasil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 427p.

OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de, 1998, **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 584p.

PIMENTA, C. L. **Laudo Geológico-geotécnico R.QM 34/15**. QMaester Consultores, 2015.

QUAGLIO, O. A. **Plano de Aproveitamento Econômico**. QMaester Consultores, 2015.

REGADAS, I. C. M. da C. **Aspectos Relacionados às Lavras de Granitos Ornamentais com Fio Diamantado no Norte do Estado do Espírito Santo, Brasil**. (Dissertação de Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2006, 128p.

RICARDO, H. S.; CATALANI, G. **Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de rocha**. 2ª ed. São Paulo: Editora Pini, 1990. 668 p.

RUDAWSKY, O. **Economic Evaluation Techniques for Mining Investment Projects** in Colorado School of Mines, Mineral Industries Bulletin vol 13, Colorado USA, 1970.

RUDENNO, V. **The Mining Valuation Handbook**. 4th edition, John Wiley &

Relatório Geológico-Geotécnico de Estabilidade da Mina**MAURÍCIO CÔRTEZ**

Engenheiro de Minas – CREA-SP 060080068-1

Sons Australia, 2012. 624p.

SOUZA, P. A. **Avaliação econômica de projetos de mineração – Análise de sensibilidade e análise de risco**. Belo Horizonte, 2005. 247p.

VIDAL, F. W. H.; BESSA, M. de F.; LIMA, M. A. B. **Avaliação das rochas ornamentais do Ceará através de suas características tecnológicas** – (Série Tecnologia Mineral, 74). Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1999. 30p.

VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A., CASTRO, N. F. **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 700p.

YAMAMOTO, J. K.; ROCHA M. M. **Revisão e recomendações para o cálculo e classificação de reservas minerais**. Revista Brasileira de Geociências, Volume 26. 12/1996.

Ubatuba, 02 de maio de 2022.

Requerente:

Mineradora de Saibro Ubatuba

CNPJ: 74.411.323/0001-04

Rafael Ricardi Irineu

CPF: 135.616.218-56

Responsável Técnico:



Maurício Côrtes

Engenheiro de Minas

CREA-SP:0600800681