



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE GEOLOGIA**

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ESTUDO DE RECONCILIAÇÃO OPERATIVA DA  
SONDAGEM NA LAVRA SUBTERRÂNEA NA MINA DO SÃO  
CHICO (PROVÍNCIA TAPAJÓS): RELATÓRIO DE ESTÁGIO  
PROFISSIONAL GEOLOGIA DE MINA  
SERABI-GOLD**

**Apresentado por:**

**ISABELLA DOS SANTOS PAIVA.**

**Orientador: Profº Drº EVALDO RAIMUNDO PINTO DA SILVA  
(UFPA)**

---

**Belém/PA**

**2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE GEOLOGIA**

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ESTUDO DE RECONCILIAÇÃO OPERATIVA DA  
SONDAGEM NA LAVRA SUBTERRÂNEA NA MINA DO SÃO  
CHICO (PROVÍNCIA TAPAJÓS): RELATÓRIO DE ESTÁGIO  
PROFISSIONAL GEOLOGIA DE MINA  
SERABI-GOLD**

**NOME: ISABELLA DOS SANTOS PAIVA.**

**ORIENTADOR: Profº Dr. EVALDO RAIMUNDO PINTO DA SILVA  
(UFPA)**

---

**Belém/PA**

**2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

P142e Paiva, Isabella dos Santos.

Estudo de reconciliação operativa da sondagem na lavra subterrânea na mina do São Chico (Província Tapajós): relatório de estágio profissional geologia de mina Serabi Gold / Isabella dos Santos Paiva. — 2022

xiii, 24 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Evaldo Raimundo da Silva  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2022.

1. Sondagem. 2. Qualidade geotécnica. 3. RQD. 4. Reconciliação operativa. 5. Mina-São Chico-Pa I. Título.

CDD 550.98115

---



**Universidade Federal do Pará  
Instituto de Geociências  
Faculdade de Geologia**

**ESTUDO DE RECONCILIAÇÃO OPERATIVA DA SONDAGEM NA LAVRA  
SUBTERRÂNEA NA MINA DO SÃO CHICO (PROVÍNCIA TAPAJÓS):  
RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL GEOLOGIA DE MINA  
SERABI-GOLD**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO POR:**

**ISABELLA DOS SANTOS PAIVA.**

**Como requisito à obtenção do Grau de Bacharel em Geologia. Área Geologia Econômica**

**Data de Aprovação: 26 /07/2022**

**Conceito: Excelente**

**Banca Examinadora:**

*Evaldo Raimundo Pinto da Silva*

---

Profº Dr. EVALDO RAIMUNDO PINTO DA  
SILVA (Orientador – UFPA)

*Estanislaw Luczynski*

---

Prof. Dr. Estanislaw Luczynski  
UFPA (Membro – UFPA/IG)

*Rosemery da Silva Nascimento*

---

Profa. Drª Rosemery da Silva Nascimento  
UFPA (Membro – UFPA/IG)

*Dedico à minha amada mãe,  
Sheila Barbosa.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dá forças em momentos que achava que não seria capaz de continuar.

A minha amada mãe, Sheila *In memoriam* pelo amor incondicional e pelo apoio que sempre precisei para estar aqui. Eu te amo daqui para toda eternidade mãe, essa vitória também é sua.

Ao meu pai, Jair pelo companheirismo e por ser um dos grandes incentivadores dos meus sonhos.

A minha avó, Oneide pelo cuidado, por toda oração e por ser meu suporte em muitos momentos difíceis. Ao meu irmão Felipe pela amizade, aos meus queridos tios e tias pelo carinho.

Às pessoas maravilhosas que a Universidade Federal do Pará trouxe para minha vida, meus amigos Wivian Carvalho, Nívia Cristina, Samuel Lobato, Brenda Barros, Victor Vale, Tiago Marinho, Camila Sandy, Marcelo Luz, Pedro Guilherme, Giulliana Paraense, André Arguelhes, Leandro Sepeda, Yury reis, Alane Cereja, Iolanda Clara, Gabriel Ripardo e Elizângela Vasconcelos. Foi difícil, demorada e mais árdua do que imaginamos, mas uma coisa é certa pertencer a turma Geologia 2016 foi uma das melhores partes dessa caminhada, sem dúvida.

A empresa Serabi Gold pela oportunidade de estágio, em especial aos meus supervisores Juan Callapa, Álvaro Navarro e Alexandre Parada por toda paciência e ensinamentos estendendo a toda equipe que foram essenciais no meu amadurecimento profissional: Paulo Diego, Girlan Cortez, Emerson Arruda, Luis Céu, Farley Campos, Huelton Marte, Leonardo Almeida e toda equipe de Geologia e auxiliares, agradeço pelos conhecimentos e pela amizade construída durante esse período.

Meus agradecimentos também a equipe de planejamento, principalmente ao gerente de mina Ronaldo Sena, obrigada pela confiança, Andrey Reis e supervisores, também aos setores ADM, manutenção e RH, em destaque para minhas colegas de quarto Diéssica Martins e amiga Railene Anjos.

A faculdade de Geologia pela flexibilização no processo de integração de estágio, em especial ao diretor da FAGEO Fábio Henrique Garcia Domingos e a CPRM, pelas portas abertas e principalmente ao Dr. Marcelo Vasquez pela disponibilidade e aprendizado passado.

Ao Prof. Dr. Evaldo Raimundo pelas orientações e principalmente pela sua compreensão e compromisso.

A Deus, por me dá forças em momentos que achava que não seria capaz de continuar.

## RESUMO

Os estágios profissionais são recomendados aos discentes para experiência profissional e integração de conhecimentos adquiridos em sala de aula. A mina São Chico (local do estágio) está localizada no vale do Rio Tapajós a cerca de 220 Km ao sul da cidade de Itaituba, no Estado do Pará. Dentre as atividades desenvolvidas uma câmara de sondagem foi programada e executada em um dos veios da mina São Chico, a fim de se obter uma análise comparativa entre a produção real e a estimada da sondagem, levando em conta alguns parâmetros geomecânicos como avanço e recuperação, avaliação do grau de fraturamento e RQD dos testemunhos. A execução das atividades atreladas a sondagem baseou-se consecutivamente em: Consulta à base de dados da empresa para programação dos furos a serem executados, utilização de *softwares* para o planejamento das praças nas câmaras na qual as sondas serão instaladas, mapeamento geológico dos furos executados, classificação geotécnica (RQD) de testemunhos de sondagem, alimentação do banco de dados e interpretação geológica, e por fim, a análise dos resultados. O melhor resultado percentual geral de RQD foi dado ao furo 22-SCUD-649 (Tabela 3), cujo menor valor percentual calculado corresponde a 91% enquanto que o pior desempenho geral corresponde ao furo 22-SCUD-651 (Tabela 5), no qual nenhuma manobra alcançou 100% de RQD em um furo com apenas 20 metros de extensão. Em relação a apenas a manobra, a pior percentagem geral refere-se a 25% correspondente ao furo 22-SCUD-651 A (Tabela 6) com 51,20 metros de material sondado. Referindo-se ao número de fraturas, o furo que apresentou o menor resultado de material fraturado foi o 22- SCUD 653 com 29 fraturas distribuídas em apenas 16, 50 metros de material, seguido por 31 fraturas em 43,40 metros do 22-SCUD-649 e de material enquanto o furo com o maior número de fraturas corresponde ao 22-SCUD-650 (Tabela 4) com ao todo 89 fraturas ao longo de 68,15 metros de testemunho, seguido 22-SCUD-653 A (Tabela 8) com 69 fraturas em 68 metros de material. Os resultados dos furos executados possibilitaram uma leitura geomecânica comparativa em que apenas o SCUD-649 e SCUD-650 apresentaram grau de qualidade da rocha (RQD) excelente com média de 98.4% e 94% respectivamente, enquanto os SCUDS 651 A (média de 89.8%), SCUD 653 (média de 85.2%) e SCUD 653 A (média de 84.4%) apresentaram qualidade de RQD boa e apenas o SCUD 651 regular com 67.7%. O resultado do grau da qualidade RQD refletiu no sucesso operativo em que dos seis furos executados, quatro alcançaram ou chegaram perto da profundidade pretendida, sem interrupções (22-SCUD-649, 22-SCUD-650, 22-SCUD-651A e 22-SCUD-653A). Portanto, do ponto de vista geomecânico o cenário operativo abordado neste relatório demonstrou-se vantajoso, entretanto torna-se necessário estudos mais aprofundados como na

possibilidade de existência de veios paralelos ou bolsões que conciliem a viabilidade operativa de futuros projetos no mesmo nível.

**Palavras-chave:** sondagem; qualidade geotécnica; RQD; reconciliação operativa; Mina-São Chico-Pa.

## ABSTRACT

Professional internships are recommended to students for professional experience and integration of knowledge acquired in the classroom. The São Chico mine (site of the internship) is located in the Tapajós River valley, about 220 km south of the city of Itaituba, in the State of Pará. Among the activities developed, a drilling chamber was programmed and executed in one of the veins of the São Chico mine, in order to obtain a comparative analysis between the actual and estimated production of the drilling, taking into account some geomechanical parameters such as advance and recovery, assessment of the degree of fracturing and RQD of the cores. The execution of the activities linked to the drilling was based consecutively on: Consultation of the company's database to schedule the holes to be drilled, use of software for planning the squares in the chambers in which the drills will be installed, geological mapping of the drilled holes, geotechnical classification (RQD) of drill cores, feeding the database and geological interpretation, and finally, the analysis of the results. The best overall RQD percentage result was given to hole 22-SCUD-649 (Table 3), whose lowest calculated percentage value corresponds to 91%, while the worst overall performance corresponds to hole 22-SCUD-651 (Table 5), in which no maneuver achieved 100% RQD in a hole just 20 meters long. In relation to just the maneuver, the worst overall percentage refers to 25% corresponding to hole 22-SCUD-651 A (Table 6) with 51.20 meters of drilled material. Referring to the number of fractures, the hole that presented the lowest result of fractured material was the 22-SCUD 653 with 29 fractures distributed in only 16.50 meters of material, followed by 31 fractures in 43.40 meters of the 22-SCUD -649 and of material while the hole with the highest number of fractures corresponds to 22-SCUD-650 (Table 4) with a total of 89 fractures along 68.15 meters of core, followed by 22-SCUD-653 A (Table 8) with 69 fractures in 68 meters of material. The results of the drilled holes allowed a comparative geomechanical reading in which only the SCUD-649 and SCUD-650 presented an excellent degree of rock quality (RQD) with an average of 98.4% and 94% respectively, while the SCUDS 651 A (average of 89.8%), SCUD 653 (average of 85.2%) and SCUD 653 A (average of 84.4%) had good RQD quality and only the regular SCUD 651 with 67.7%. The result of the RQD quality grade reflected in the operative success in which of the six drilled holes, four reached or came close to the desired depth, without interruptions (22-SCUD-649, 22-SCUD-650, 22-SCUD-651A and 22- SCUD-653A). Therefore, from a geomechanical point of view, the operational scenario discussed in this report proved to be advantageous, however, further studies are necessary, such as the possibility of

the existence of parallel veins or pockets that reconcile the operational viability of future projects at the same level.

**Keywords:** drilling; geotechnical quality; RQD; reconciliation operational; Mine-São Chico-Pa.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização das áreas do Distrito Jardim do Ouro e da mina São Chico. Fonte: (Santos 2003, Vasques 2008, Vasquez <i>et al.</i> 2017).....	3
Figura 2- Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico e domínios tectônicos das províncias Tapajós-Parima e Amazônia Central. Fonte: (Santos 2003, Vasquez 2008, Vasquez <i>et al.</i> 2017).....	4
Figura 3- Aspectos Mesoscópicos e microscópicos do Veio Principal e Hidrotermalito Associado. ....	6
Figura 4- Praça de sondagem subterrânea na mina São Chico. Sondador e auxiliar de sondagem em atividade de perfuração na mina São Chico. ....	10
Figura 5- Exemplo de caixa de testemunho de sondagem da mina São Chico com hidrotermalito (em destaque em verde), veio de quartzo brechado (em destaque em vermelho) e granodiorito com alteração potássica. ....	12
Figura 6- Visualização em 3D no software SURPAC 6.4 do Furos executados e seu material litológico em granodiorito (azul), zona hidrotermal (verde) e veio de quartzo (amarelo) interceptando o veio alvo (wireframes em vermelho) na escala 1:500. ....	20
Figura 7- Seção geológica do furo 22-SCUD-650 elaborada no SURPAC 6.4 interceptando veio alvo (destaque em vermelho).....	20

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Resumo RQD (Rock Quality Designation).....	13
Tabela 2 - Programação Veio1 .....	14
Tabela 3 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-649.....	16
Tabela 4 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-650.....	17
Tabela 5 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-651.....	17
Tabela 6 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-651A.....	18
Tabela 7 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-653.....	18
Tabela 8 - RQD do Furo 22-SCUD-653A.....	19

**LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS**

DIP - Mergulho

LOG - Descrição de Sondagem

FPM - Fraturas por metros

PGM - Programado

PMT - Província Mineral do Tapajós

RQD - Designação da Qualidade da Rocha

SCUD – Furos em São Chico Executados

UFPA - Universidade Federal do Pará

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	x
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE ABREVIações E SIGLAS</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
<b>2. APRESENTAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA</b> .....	2
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	5
3.1 MINERALIZAÇÃO – MINA SÃO CHICO.....	5
3.2 MÉTODO DE LAVRA .....	7
<b>3.2.1 Método De Lavra Subterrânea</b> .....	7
3.3 MÉTODO DE SONDAGEM EM LAVRA SUBTERRÂNEA .....	8
<b>4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA MINA SÃO CHICO</b> .....	11
4.1 METODOLOGIA DE TRABALHO .....	11
<b>4.1.1 A Utilização Do Banco De Dados E De Softwares Na Análise Da Perfuração Subterrânea</b> .....	11
<b>4.1.2 Mapeamento Geológico Dos Furos E Classificação Geotécnica (Rqd) Dos Testemunhos</b> .....	11
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	14
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	21
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22

## 1 INTRODUÇÃO

Os estágios profissionais são recomendados aos discentes para experiência profissional e integração de conhecimentos adquiridos em sala de aula. Vale ressaltar que os programas de estágio profissional são parte integrante do novo Plano Pedagógico do Curso de Geologia (PPC) da Universidade Federal do Pará (UFPA), que se encontra atualmente em fase de avaliação. Dessa forma, este documento possui como objetivo relatar a participação da discente no estágio profissional em uma das minas da empresa de mineração Serabi Gold.

A mina São Chico (local do estágio) está localizada no vale do Rio Tapajós a cerca de 220 Km ao sul da cidade de Itaituba, no Estado do Pará, o estágio supervisionado ocorreu entre os períodos de abril de 2021 a abril de 2022 através da escala de 20 dias trabalhados com 6 horas diárias e 10 de folga, totalizando 1.440 horas.

Dentre as atividades desenvolvidas estão auxílio na atualização de banco de dados, preenchimento de boletins de sondagem, amostragem de canal, lavra e chaminé, mapeamento e controle de envio de minério e principalmente atividades voltadas na programação e interpretação de furos de sondagem diamantadas, atividades em galpão com RQD e descrição LOG, foco deste relatório.

A sondagem rotativa diamantada é um dos principais métodos de pesquisa para o planejamento da lavra curto-médio prazo, todavia alguns empecilhos podem surgir e comprometer o sucesso da execução da sondagem na mina como o grau de fraturamento do material perfurado, problemas operativos na sonda, falha na programação e interceptação do veio etc.

Nesse contexto, uma câmara de sondagem foi programada e executada em um dos veios da mina São Chico, a fim de se obter uma análise comparativa entre a produção real e a estimada da sondagem, levando em conta alguns parâmetros geomecânicos como avanço e recuperação, avaliação do grau de fraturamento e RQD dos testemunhos.

### 1.1 OBJETIVOS

- Desenvolver e aprimorar a prática profissional;
- Avaliar a qualidade da rocha com base em seu grau de fraturamento por manobra de perfuração, a partir de análises de testemunhos de sondagens rotativas de uma câmara de sondagem;
- Examinar a situação mais benéfica e próxima do planejado, levando em consideração os custos de operação e a qualidade geotécnica da câmara de sondagem.

## **2. APRESENTAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA**

A Serabi Gold plc é uma companhia britânica de mineração e exploração de ouro que se concentra na região geológica do Tapajós, no Norte do Brasil. Iniciou suas operações no Brasil em 1999 com o objetivo de adquirir, avaliar e minerar depósitos auríferos em rocha sólida até então desconhecidos ou cuja exploração era difícil demais para garimpeiros do ponto de vista técnico. Suas principais operações são as minas de ouro Palito e São Chico, de posse exclusiva da empresa, localizadas na região do Tapajós, no Norte do Brasil.

A mina São Chico está localizada no oeste do Distrito Jardim do Ouro (DJO), este situado no sudoeste do Estado do Pará (Fig. 1). Opera desde de 2016 como uma mina satélite à mina do Palito, ambas pertencentes a empresa Serabi Gold. Estas minas de ouro estão localizadas no leste da Província Mineral do Tapajós – PMT (Fig. 2) que são depósitos magmático- hidrotermais hospedados em granitos de cerca de 1880 Ma, cálcio-alcálico de alto K da Suíte Parauari. (Klein & Carvalho 2008, Vasquez *et al.* 2017).

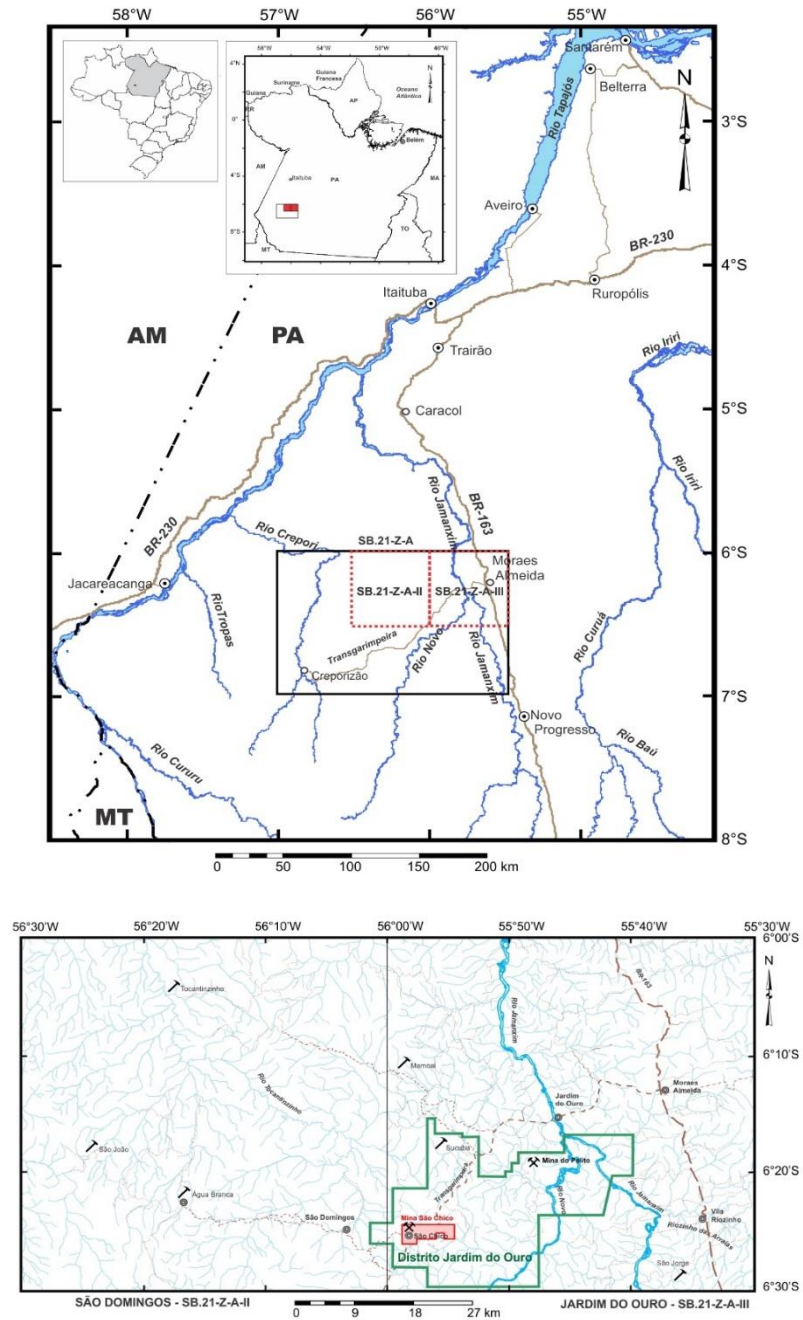


Figura 1- Localização das áreas do Distrito Jardim do Ouro e da mina São Chico. (Santos 2003, Vasques 2008, Vasquez *et al.* 2017).

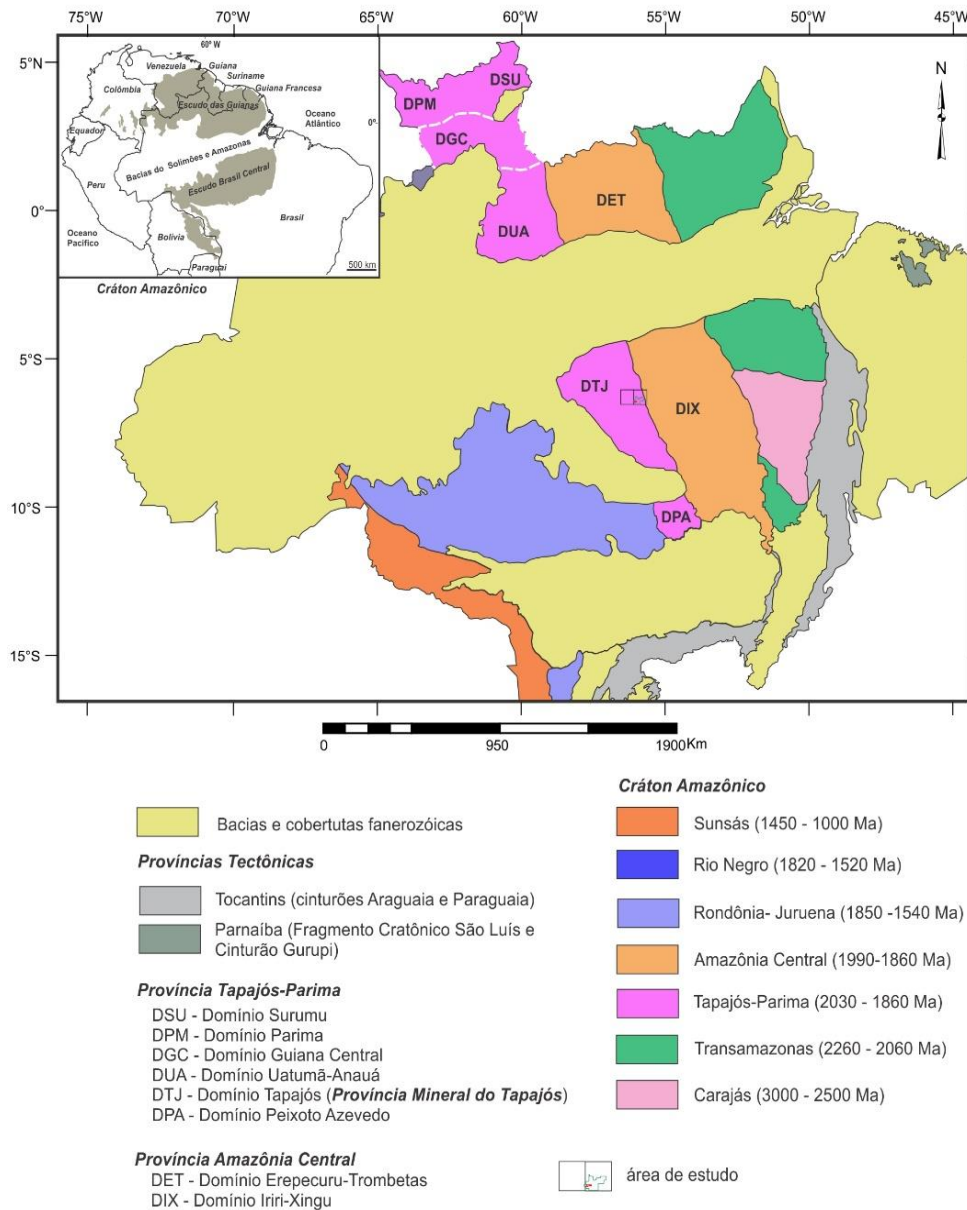


Figura 2 - Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico e domínios tectônicos das províncias Tapajós-Parima e Amazônia Central. (Santos 2003, Vasquez 2008, Vasquez *et al.* 2017).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico será abordado alguns conceitos e embasamentos que foram necessários no desenvolvimento das atividades dentro da empresa.

#### 3.1 MINERALIZAÇÃO – MINA SÃO CHICO

O depósito São Chico consiste em veios de quartzo sulfetados e hospedados em granitos da Suíte Intrusiva Parauari, tratando-se de um depósito de alto teor (26 g/t) com cerca de 2 toneladas de Au contido, explorado pela Serabi Gold (Vasquez *et al.* 2017). O controle estrutural, a alteração hidrotermal e a paragênese metálica do depósito da mina São Chico foram descritas em relatórios e do SGB-CPRM (Vasquez *et al.* 2017 e resumos de eventos (Lima *et al.* 2017). Estas pesquisas descrevem veios de quartzo orientados segundo E-W e NE-SW, com halos hidrotermais de clorita e sericita e com carbonatos e epidotos associados.

O ouro ocorre associado a pirita, galena, esfalerita, e calcopirita e frequentemente em liga com prata (*electrum*). A datação da mineralização por Pb-Pb em sulfetos apresentou idades por volta de 1885 Ma que são próximas da idade de colocação do granito hospedeiro. (Vasquez *et al.* 2017).

Macroscopicamente a amostra é composta por hidrotermalito e veio de quartzo, com uma encaixante leucocrática em geral granodioritos, no qual, as rochas são holocristalinas, faneríticas, isotrópicas e apresenta textura inequigranular média (1 a 5 mm) (Figura 3A).

Ao microscópio as amostras apresentaram uma textura granular hipidiomórfica média a grossa. O veio de quartzo apresenta cristais hipidiomórficos hexagonais, com contatos retilíneos, granulação média (2 -5 mm) e com alteração sericítica. Ademais os cristais de quartzo com linhas de sobrecrecimento (zoneamento), com crescimento da borda para o centro do veio (Figura 3B e 3C).

A Associação metálica corresponde a  $Py \pm Sph \pm Gn \pm Cpy$  com possível inclusão de *elétrum* (Figura 3D). Possivelmente cristais de Pirita contendo inclusões de Au (Figura 3E).

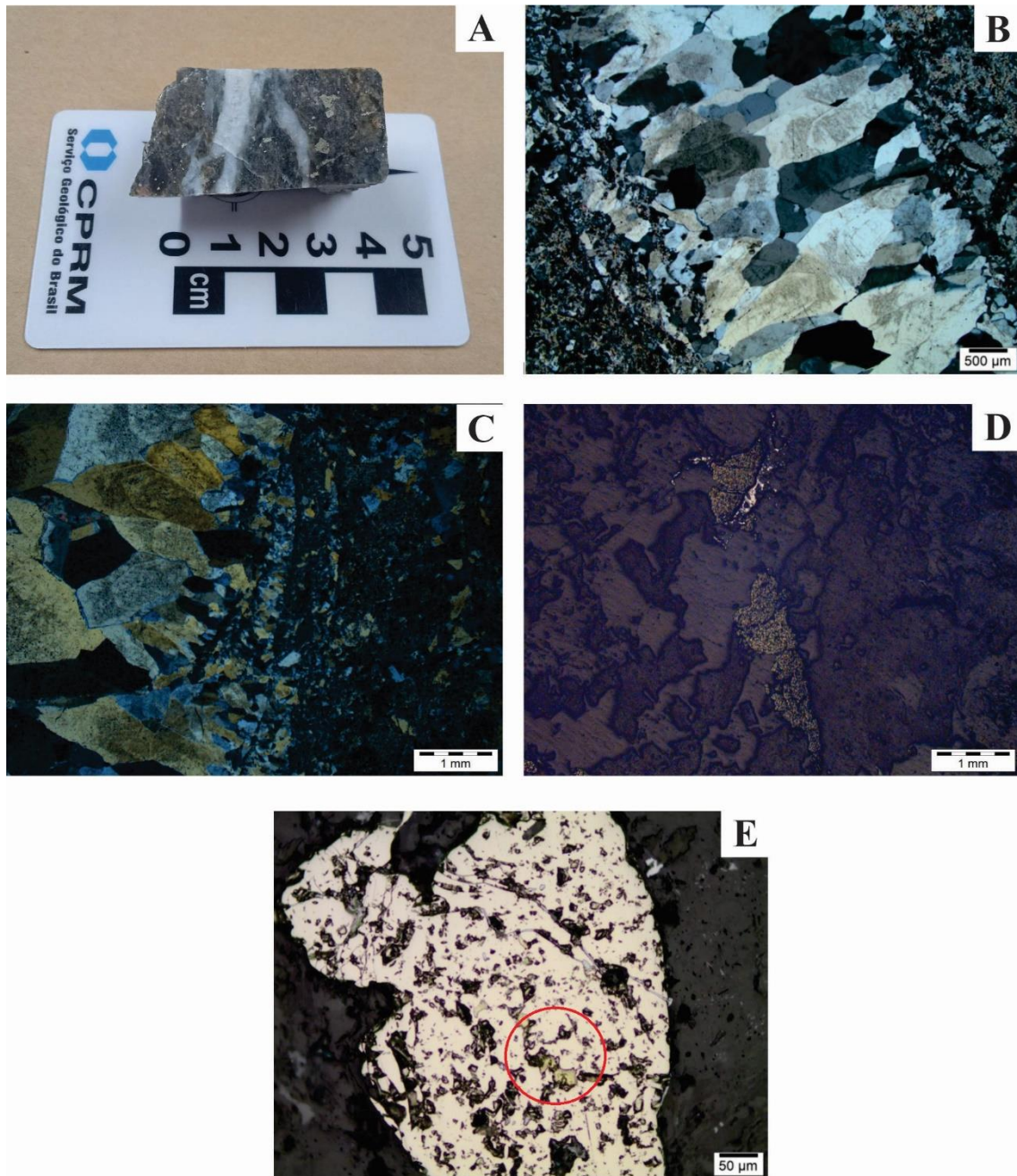


Figura 3 - Aspectos Mesoscópicos e microscópicos do Veio Principal e Hidrotermalito Associado. (A) Amostra em Tablete do Veio Principal 79W; (B e C) veio de quartzo com contatos retilíneos; (D) Associação metálica  $Py \pm Sph \pm Gn \pm Cpy$  com possível inclusão de elétrum, cristais de Pirita; (E) Cristal de Pirita com possível inclusão de Au.

### 3.2 MÉTODO DE LAVRA

A lavra por métodos tradicionais de exploração pode ser dividida entre mineração a céu aberto e mineração subterrânea (Hartman 2002). A escolha de um dos métodos depende de fatores como: natureza física da jazida, fatores de economicidade, escala de produção, estabilidade, segurança e condições ambientais. (Tanno & Sintoni 2003).

Fatores geológicos como forma, mergulho, características geomecânicas da jazida mineral e de suas encaixantes também configuram-se como importantes fatores para definição do método de lavra a ser utilizado. (Hartman 2002).

O método de mineração a céu aberto, por exemplo, consiste no desenvolvimento de atividades extrativas na sua totalidade em superfície. O método a céu aberto subdivide-se em: métodos mecânicos (lavra por bancadas, lavra por rochas aparelhadas e lavra por tiras); e métodos hidráulicos (lavra de placeres e lavra por lixiviação). (Tanno & Sintoni 2003).

#### 3.2.1 Método De Lavra Subterrânea

No método de mineração subterrânea as operações de exploração ocorrem em subsuperfície, podendo ser subdividido em Câmaras e Pilares, “Sublevel Stope”, Recalque, Corte e Aterro, “Sublevel Caving”, “Longwall” e “BlockCaving”. (Silva 2008).

Lavra por câmaras e pilares, segundo é usada preferencialmente em depósitos de pequena profundidade (até cerca de 450 m para o carvão, por exemplo; 600-700 m para metálicos; 900-1.100 m para o potássio). Consiste em um suporte no qual os pilares de minério são deixados no decorrer da lavra a fim de sustentar a escavação, assim quanto maior o pilar, maior a estabilidade da escavação e menor a recuperação de minério e quanto menor o pilar, menor a estabilidade da escavação e maior a recuperação do minério.

Já na lavra Sublevel Stope, consiste em um método onde são desmontadas tiras verticais de grande volume, deixando espaços vazios verticalizados “stopes”. Nestes não há recuperação de minério com intuito de formar pilares que garantam a estabilidade do realce. Ademais determinadas características do corpo mineral também devem ser relevadas como o mergulho deve ser maior que o ângulo de repouso do minério desmontado, rochas encaixantes competentes e os contatos tanto na lapa quanto na capa, devem ser regulares.

O método de Recalque é definido como um método de lavra ascendente (overhand mining), por tiras horizontais, em que o minério desmontado é mantido temporariamente no interior do realce, servindo de suporte para as encaixantes e de plataforma de trabalho para a perfuração, que é manual. Nesse caso o volume relativo ao empolamento do material desmontado

é extraído durante o desmonte e o restante ao final da lavra, quando então, o realce fica vazio, sendo então abatido ou preenchido com estéril.

Lavra Corte e Aterro (CUT-AND-FILL), este método é considerado um procedimento simples, adequa-se a maioria das jazidas permitindo lidar com variações quanto à continuidade e homogeneidade da qualidade do minério, provendo diluição e recuperação aceitáveis. Em sua versão mais simples, porções de minério são desmontadas do teto (extraído em fatias horizontais) na forma de bancadas invertidas, o minério é removido, o teto é saneado (retirada ou batida de chocos e se necessário aparafusamento) e, eventualmente, escorado e o espaço correspondente é preenchido por um material estéril. A operação de enchimento é normalmente realizada após cada fatia horizontal ser removida. (Visotto Júnior 2013).

O método abatimento em sub níveis (sublevel caving) se divide cada nível do depósito em sub níveis de 7 a 15 m de altura. Em cada nível se recorta o depósito da capa até a lapa desde uma galeria situada na lapa, assim uma galeria se comunica com uma chaminé ou funil que interliga os recortes das galerias superiores e inferiores do nível. As galerias transversais de cada subnível são traçadas alternadas e a partir delas se perfuram furos ascendentes, paralelos às encaixantes e dispostos em leque. (Hartman 1987).

Na mineração por Longwall consiste na extração de uma longa parede de material em uma única fatia (tipicamente de 1 a 2 m de espessura). O painel longwall (o bloco de material que está sendo extraído) é tipicamente de 3 a 4 km e 250 a 400 m de largura.

Método Escavação por Bloco (BLOCK CAVING) é aplicado, quase sem exceção, em depósitos maciços de grandes dimensões, como, por exemplo, os depósitos minerais disseminados conhecidos como cobres pórfiros. Também é possível aplicá-lo em corpos de forma tabular de grande espessura.

### 3.3 MÉTODO DE SONDAGEM EM LAVRA SUBTERRÂNEA

A sondagem rotativa é um método de investigação geológico-geotécnica que consiste no uso de um conjunto moto-mecanizado, com a finalidade de obter amostras de materiais rochosos, contínuas e com formato cilíndrico, através da ação perfurante dada basicamente por forças de penetração e rotação que, conjugadas, atuam com poder cortante.

De acordo com Kummer (2016) a sondagem rotativa é uma forma de consulta baseada no uso de um conjunto motomecanizado, que se dá pelo ato de furar e tem basicamente o poder de entrar e rodar, o que, em conjunto, funciona pela força de corte no objeto de pedra, permitindo a coleta de amostras contínua e cilíndrica.

Como produto da avaliação são elaboradas amostras individuais de sondagem de material rochoso, que contém informações como composição de minerais compostos, texturas, durabilidade, consistência, tamanho da forma, mudanças, feições importantes ne que estruturas podem a resistência mecânica, deformada e reparada pela permeabilidade e porosidade das rochas. (Kummer 2016).

Dessa maneira, a coleta de informações geológicas para alimentar diversas atividades negócios, como, por exemplo, a construção civil e a mineração, também são muito importantes, pois, estão diretamente ligadas à viabilidade técnica e financeira de alguns projetos nestes campos. A maioria dessas informações vem do uso de técnicas de escavação rotativa - técnicas que utilizam um conjunto de motomecanizada para perfurar, girar, objetos de pedra (Kummer 2016). Essas estratégias, por sua natureza, oferecem diversos riscos a equipe envolvida no planejamento estratégico de lavra e a sondagem rotativa de superfície e subsuperfície.

A amostra de rocha obtida é chamada de testemunho. Os principais elementos para execução da sondagem rotativa são: tripé, sonda rotativa, conjunto moto-bomba d'água, hastes, barriletes, coroas, luvas alargadoras (calibradores), tubos de revestimento e demais acessórios à execução de sondagens rotativas. Ademais, são exigidos equipamentos para as sondagens a percussão, como, por exemplo, a composição de perfuração, trado-concha ou cavadeira, trado helicoidal, amostrador-padrão, cabeças de bater, martelo padronizado, baldinho para esgotar água do furo, medidor de nível-d'água, metro de balcão, recipientes para amostras; bomba d'água centrífuga motorizada, caixa d'água ou tambor com divisória interna para decantação e ferramentas gerais necessárias à operação da aparelhagem.

Clark (1979) afirma que o trabalho de sondagem diamantada apresenta diversos resultados sobre o tipo de perfuração que pode ser realizada. Conforme o autor aponta explorar a perfuração de rochas com ferramentas diamantadas baseia-se em quatro pressupostos, sendo eles: dureza e durabilidade da rocha; na força exercida por cada volume perfurado da pedra; no nível de penetração associado à resistência antagônica da rocha e daquelas usadas para penetrar. A sondagem diamantada é um custo importante nas operações de prospecção geotécnica, que determina o valor de uma escavação de rocha prevista para estimar custos suficientes.



Figura 4 - Praça de sondagem subterrânea na mina São Chico. Sondador e auxiliar de sondagem em atividade de perfuração na mina São Chico.

## **4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA MINA SÃO CHICO**

O enfoque do estágio profissional concentrou-se em sondagem de mina, no qual a discente desenvolveu atividades como: classificação geomecânica do maciço rochoso utilizando RQD, descrição em padrão LOG, inserção no banco de dados e posteriormente acompanhamento na programação do avanço de sondagem em mina. Vale ressaltar que na Mina São Chico a metodologia de lavra realizada acompanha o que foi feito na mina do Palito, uma combinação de lavra com realce aberto usando o método de lavra por recalque, além da lavra com realce aberto por subníveis.

### **4.1 METODOLOGIA DE TRABALHO**

A execução das atividades atreladas a sondagem baseou-se consecutivamente em: Consulta à base de dados da empresa para programação dos furos a serem executados, utilização de *softwares* para o planejamento das praças nas câmaras na qual as sondas serão instaladas, mapeamento geológico dos furos executados, classificação geotécnica (RQD) de testemunhos de sondagem, alimentação do banco de dados e interpretação geológica, e por fim, a análise dos resultados.

#### **4.1.1 A Utilização Do Banco De Dados E De Softwares Na Análise Da Perfuração Subterrânea**

Os dados obtidos para parâmetros tanto de programação quanto para a interpretação geológica dos furos de sondagem diamantada foram inicialmente importados do banco de dados informações como a longitudinal da mina, *wireframes* (esboço inicial em 3 D) dos veios a serem interceptados, níveis da mina etc. A partir dos dados importados e com o auxílio do *software Autocad LT* foi possível plotar os pontos e linhas na câmara a ser estudada e também extrair as coordenadas e os azimutes de cada furo e com *software Surpac 6.4* através da sua visualização 3D foi aperfeiçoada inclinação do ângulo de mergulho dos furos programados e depois de executados na elaboração de seções geológicas para interpretação.

#### **4.1.2 Mapeamento Geológico Dos Furos E Classificação Geotécnica (Rqd) Dos Testemunhos**

O mapeamento dos furos de sondagem consiste em parâmetros relativos ao maciço rochoso relacionados em contatos litológicos e na alteração mineralógica do material sondado. Ademais no Mapeamento de Furos de Sondagem foi possível separar além da natureza litológica do material, outras características como cor, granulação (fina, média ou grossa), textura

(equigranular ou inequigranular), qual o tipo de alteração mineralógica (Feldspática, clorítica), se há Sulfetos e, se sim, quais (Pirita, Calcopirita) e sua porcentagem.

Nesse caso, para a classificação litológica foi abordada principalmente rocha sã (Granodioritos ou Monzogranodioritos), Zona de alteração Hidrotermal (material em maior parte afanítico, cloritizado e sem resquícios da rocha sã) e veio de quartzo (estruturas em sílica maior de 5 cm).



Figura 5 - Exemplo de caixa de testemunho de sondagem da mina São Chico com hidrotermalito (em destaque em verde), veio de quartzo brechado (em destaque em vermelho) e granodiorito com alteração potássica.

A classificação geomecânica dos furos foi realizada de acordo com a análise RQD (*Rock quality designation*), qualidade de ruptura e espaço. O RQD (Designação da Qualidade da Rocha) contém uma descrição da qualidade da rocha a partir do derivado de sondagem. É

definido pela razão entre o número total de peças de testemunhos, que faz parte de um litologia que obtém mais de 10 cm com o comprimento total da litologia ou seção particular, ou mesmo o comprimento do tubo perfurante expresso em porcentagem.

A qualidade quebrada representa o grau de rugosidade, abertura e espaço entre rachaduras. É importante para a classificação a partir da sua segregação, pois influencia a resistência ao cisalhamento do maciço rochoso.

O espaçamento entre rachaduras indica separação ou distância intermediária da não continuação em núcleos de perfuração dentro da mesma litologia. O espaço é avaliado em função do comprimento total da litologia estudada na espinha perfurante pelo número de fraturas presentes no mesmo. (Costa 2015).

Nos furos executados na mina São Chico também foram levados em consideração a recuperação do material sondado e o número de fraturas por metro, calculados de acordo com os dados obtidos de cada furo como demonstra a tabela abaixo.

Tabela 1 - Resumo RQD (Rock Quality Designation)

Recuperação					RQD				Fraturas por Metro	
Medida do começo da Manobra (FROM)	Medida do fim da Manobra (TO)	Comprimento da Manobra (TO-FROM)	Medida da Manobra (m)	Recuperação (%)	Nº de pedaços de testemunho > 10 cm	Maior pedaço de testemunho do intervalo	Medida de todos os pedaços de testemunhos > 10 cm	RQD (%)	Nº de Fraturas	Fraturas por metro

Fonte: Modificado de (Costa 2015)

O valor da recuperação de cada foi calculado pela razão entre a medida da manobra (este não deve ser menor que o comprimento da manobra) e o comprimento da manobra vezes 100:  $\text{Medida da manobra (m)} \div \text{Comprimento da manobra (m)} \times 100$ .

Já o cálculo do RQD foi realizado através da razão da medida de todos os pedaços de testemunhos maiores que 10 cm com valor da medida da manobra em metros vezes 100:  $\text{Total Pedaços } > 10\text{cm} \div \text{Medida da manobra (m)} \times 100$ .

Em que, de acordo com a Instrumentação Normativa para Descrição de Testemunhos de Sondagens Rotativas e Parâmetros Geomecânicos e seguindo a classificação de Barton (1974), 100-91 (%) é excelente, 90-70 (%) boa, 75-51 (%) Regular, 50-26 (%) Má e 25-0 (%) Péssima.

Por sua vez, a Medida por Fratura em Metros é dada pela razão do número de fraturas e o valor da medida da manobra:  $N^{\circ}$  De Fraturas  $\div$  Medida da manobra (m).

#### 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a coleta de informações do banco de dados e da análise nos *softwares de planejamento Autocad LT e Surpac 6.4* foi possível elaborar uma tabela de controle de programação de sondagem, para o acompanhamento dos furos executados de acordo com cada praça de sondagem planejada como exemplificada na tabela abaixo. As tabelas representam o número do furo proposto ou programado (PGM) composto pelo número consecutivo de furos programados no ano até o momento, além do ano, número de furos executados (SCUD) consecutivos do ano, coordenadas (leste, norte, cota), profundidade do furo pretendida, nível topográfico, azimute do furo, ângulo de mergulho (DIP), objetivo em metros, praça onde encontra-se instalada a sonda, data e tipo de sonda (Diamec SD-232-EPIROC).

Tabela 2: Programação Veio1

PROPOSTO	ANO	EXECUTADO	LESTE	NORTE	COTA	PROFUNDIDADE PROGRAMADA (m)	NÍVEL	AZIMUTE	DIP	OBJETIVOS (m)	PRAÇA	DATA	SONDA	OBS
21-PGM-271	2021	22-SCUD-650	613588	9290477	18	70	26	208,35	-50	40	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-272	2021	22-SCUD-649	613588	9290477	18	50	26	208,35	-15	28	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-273	2021	22-SCUD-651	613587	9290477	18	70	26	226,995	-50	42	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-274	2021	22-SCUD-651	613587	9290477	18	50	26	226,995	-15	35	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-275	2021	22-SCUD-653	613589	9290477	18	70	26	175,232	-50	42	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-275	2021	22-SCUD-653	613589	9290477	18	70	26	175,232	-50	42	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-276	2021		613589	9290477	18	50	26	175,232	-15	25	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-277	2021		613589	9290477	18	70	26	164,123	-50	56	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1
21-PGM-278	2021		613589	9290477	18	50	26	164,123	-15	30	CAM-26_RXP	30/12/2021	SD-232	Veio 1

     Furos interrompidos devido problemas operacionais

     Furos não executados

Nas informações abaixo demonstra a estimativa dos furos programados seguido do seu respectivo furo executado e algumas considerações operativas.

#### 21-PGM-271

Programado: 70 METROS

**21-SCUD-650**

Total executado: 68,15 METROS

**21-PGM-272**

Programado: 50 METROS

**21-SCUD-649**

Total executado: 43,40 METROS

**21-PGM-273**

Programado: 70 METROS

**22-SCUD-651**

Total executado: 20 METROS

Em 14 de janeiro a sonda entrou em manutenção devido a problemas no calibrador.

**21-PGM-274**

Programado: 50 METROS

**22-SCUD-651 A**

Total executado: 51,20 METROS

**21-PGM-275**

Programado: 70 METROS

**22-SCUD-653**

Total executado: 16,50 METROS

Em 20 de janeiro houve um problema no mordente do mandril, desgaste prematuro.

**21-PGM-275**

Programado: 70 METROS

**22-SCUD-653 A**

Total executado: 68 METROS

**21-PGM-276**

Programado: 50 METROS

Total executado: (Não executado devido cancelamento de programação e mudança de praça)

**21-PGM-277**

Programado: 70 METROS

Total executado: (Não executado devido cancelamento de programação e mudança de praça)

**21-PGM-278**

Programado: 50 metros

Total executado: (Não executado devido cancelamento de programação e mudança de praça de sondagem)

Depois de executados todos os furos passaram por procedimentos como descrição geológica, e RQD. Na análise RQD foi calculado em cada testemunho respectivamente: medida inicial e final de cada manobra, intervalo, recuperação em metros, recuperação em percentagem, número de pedaços > 10 cm, comprimento máximo do testemunho no intervalo, comprimento total de pedaços > 10 cm, RQD, número de fraturas por metros (FPM).

O melhor resultado percentual geral de RQD foi dado ao furo 22-SCUD-649 (Tabela 3), cujo menor valor percentual calculado corresponde a 91% enquanto que o pior desempenho geral corresponde ao furo 22-SCUD-651 (Tabela 5), no qual nenhuma manobra alcançou 100% de RQD em um furo com apenas 20 metros de extensão. Em relação a apenas a manobra, a pior percentagem geral refere-se a 25% correspondente ao furo 22-SCUD-651 A (Tabela 6) com 51,20 metros de material sondado.

Referindo-se ao número de fraturas, o furo que apresentou o menor resultado de material fraturado foi o 22- SCUD 653 com 29 fraturas distribuídas em apenas 16, 50 metros de material, seguido por 31 fraturas em 43,40 metros do 22-SCUD-649 e de material enquanto o furo com o maior número de fraturas corresponde ao 22-SCUD-650 (Tabela 4) com ao todo 89 fraturas ao longo de 68,15 metros de testemunho, seguido 22-SCUD-653 A (Tabela 8) com 69 fraturas em 68 metros de material.

Tabela 3 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-649.

Furo_Executado	From	To	Interval	Rec._m	% Re._Pct	No Ped	Max C. de pedaços	C.T.P. >10cm	%RQD	No Fratura	FPM
22-SCUD-649	0,00	2,50	2,50	2,50	100%	2	1,50	2,42	97%	1	0,40
22-SCUD-649	2,50	5,50	3,00	3,00	100%	3	1,84	2,95	98%	2	0,67
22-SCUD-649	5,50	8,50	3,00	3,00	100%	4	1,28	2,91	97%	3	1,00
22-SCUD-649	8,50	10,10	1,60	1,60	100%	1	1,60	1,60	100%	0	0,00
22-SCUD-649	10,10	13,10	3,00	3,00	100%	3	1,87	2,94	98%	2	0,67
22-SCUD-649	13,10	16,10	3,00	3,00	100%	2	2,10	2,96	99%	2	0,67
22-SCUD-649	16,10	19,10	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-649	19,10	20,60	1,50	1,50	100%	1	1,50	1,50	100%	0	0,00
22-SCUD-649	20,60	23,60	3,00	3,00	100%	2	1,77	2,95	98%	3	1,00
22-SCUD-649	23,60	26,60	3,00	2,88	96%	4	1,30	2,88	100%	6	2,00
22-SCUD-649	26,60	29,60	3,00	3,00	100%	6	0,80	2,74	91%	7	2,33
22-SCUD-649	29,60	32,60	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-649	32,60	35,60	3,00	3,00	100%	2	2,68	2,90	97%	5	1,67
22-SCUD-649	35,60	38,60	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-649	38,60	41,60	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-649	41,60	43,40	1,80	1,80	100%	1	1,80	1,80	100%	0	0,00

Tabela 4 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-650.

Furo_Executado	From	To	Interval	Rec_m	% Re_Pct	No Ped	Max C. de pe	C.T.P. >10cm	%RQD	No Fratura	FPM
22-SCUD-650	0,00	2,00	2,00	2,00	100%	2	1,20	1,94	97%	1	0,50
22-SCUD-650	2,00	5,00	3,00	3,00	100%	4	1,63	2,65	88%	3	1,00
22-SCUD-650	5,00	8,00	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-650	8,00	9,50	1,50	1,50	100%	1	1,50	1,50	100%	0	0,00
22-SCUD-650	9,50	12,50	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-650	12,50	15,50	3,00	3,00	100%	2	2,53	2,95	98%	1	0,33
22-SCUD-650	15,50	18,50	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-650	18,50	21,50	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-650	21,50	24,50	3,00	3,00	100%	2	2,33	2,97	99%	1	0,33
22-SCUD-650	24,50	27,50	3,00	3,00	100%	6	1,04	2,85	95%	5	1,67
22-SCUD-650	27,50	30,50	3,00	3,00	100%	4	1,80	2,90	97%	3	1,00
22-SCUD-650	30,50	33,50	3,00	3,00	100%	4	1,57	2,83	94%	4	1,33
22-SCUD-650	33,50	36,50	3,00	3,00	100%	6	0,54	2,70	90%	8	2,67
22-SCUD-650	36,50	39,50	3,00	3,00	100%	5	1,06	2,72	91%	7	2,33
22-SCUD-650	39,50	42,50	3,00	3,00	100%	7	0,76	1,52	51%	12	4,00
22-SCUD-650	42,50	45,50	3,00	3,00	100%	5	1,08	2,85	95%	6	2,00
22-SCUD-650	45,50	47,50	2,00	2,00	100%	5	0,57	1,89	95%	5	2,50
22-SCUD-650	47,50	50,50	3,00	3,00	100%	7	0,56	2,70	90%	12	4,00
22-SCUD-650	50,50	51,80	1,30	1,30	100%	3	0,95	1,22	94%	2	1,54
22-SCUD-650	51,80	54,80	3,00	3,00	100%	6	0,60	2,90	97%	5	1,67
22-SCUD-650	54,80	57,80	3,00	3,00	100%	3	1,28	2,79	93%	3	1,00
22-SCUD-650	57,80	60,80	3,00	3,00	100%	3	1,68	2,94	98%	4	1,33
22-SCUD-650	60,80	63,40	2,60	2,60	100%	4	1,10	2,51	97%	3	1,15
22-SCUD-650	63,40	66,40	3,00	3,00	100%	3	1,81	2,95	98%	2	0,67
22-SCUD-650	66,40	68,15	1,75	1,75	100%	3	1,04	1,66	95%	2	1,14

Tabela 5 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-651.

Furo_Executado	From	To	Interval	Rec_m	% Re_Pct	No Ped	Max C. de pe	C.T.P. >10cm	%RQD	No Fratura	FPM
22-SCUD-651	0,00	2,00	2,00	2,00	100%	2	1,08	1,45	73%	5	2,50
22-SCUD-651	2,00	5,00	3,00	3,00	100%	3	2,42	2,77	92%	4	1,33
22-SCUD-651	5,00	8,00	3,00	3,00	100%	4	0,86	2,09	70%	11	3,67
22-SCUD-651	8,00	11,00	3,00	3,00	100%	5	0,74	2,07	69%	13	4,33
22-SCUD-651	11,00	14,00	3,00	3,00	100%	4	0,96	2,11	70%	10	3,33
22-SCUD-651	14,00	17,00	3,00	3,00	100%	4	1,07	2,70	90%	8	2,67
22-SCUD-651	17,00	20,00	3,00	3,00	100%	5	0,85	2,10	70%	9	3,00

Tabela 6 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-651A.

Furo_Executado	From	To	Interval	Rec._m	% Re._Pct	No Ped	Max C. de pe	C.T.P. >10cm	%RQD	No Fratura	FPM
22-SCUD-651A	0,00	2,45	2,45	2,45	100%	4	1,06	2,27	93%	5	2,04
22-SCUD-651A	2,45	5,45	3,00	3,00	100%	4	0,87	2,87	96%	4	1,33
22-SCUD-651A	5,45	8,45	3,00	2,95	98%	1	2,95	2,95	100%	0	0,00
22-SCUD-651A	8,45	11,45	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-651A	11,45	12,95	1,50	1,50	100%	2	1,18	1,45	97%	1	0,67
22-SCUD-651A	12,95	15,95	3,00	3,00	100%	3	1,66	2,85	95%	4	1,33
22-SCUD-651A	15,95	18,95	3,00	3,00	100%	2	2,20	2,95	98%	1	0,33
22-SCUD-651A	18,95	21,95	3,00	3,00	100%	5	0,51	1,80	60%	10	3,33
22-SCUD-651A	21,95	24,10	2,15	2,15	100%	4	0,79	1,65	77%	6	2,79
22-SCUD-651A	24,10	27,10	3,00	2,00	67%	2	0,33	0,50	25%	10	5,00
22-SCUD-651A	27,10	30,10	3,00	3,00	100%	6	0,87	2,60	87%	5	1,67
22-SCUD-651A	30,10	33,10	3,00	3,00	100%	4	1,47	2,94	98%	3	1,00
22-SCUD-651A	33,10	34,60	1,50	1,50	100%	2	2,14	1,45	97%	1	0,67
22-SCUD-651A	34,60	37,60	3,00	3,00	100%	5	1,30	2,67	89%	8	2,67
22-SCUD-651A	37,60	40,60	3,00	3,00	100%	2	2,84	2,98	99%	1	0,33
22-SCUD-651A	40,60	42,20	1,60	1,60	100%	1	1,60	1,60	100%	0	0,00
22-SCUD-651A	42,20	45,20	3,00	3,00	100%	2	1,71	2,98	99%	1	0,33
22-SCUD-651A	45,20	48,20	3,00	3,00	100%	2	2,75	2,98	99%	1	0,33
22-SCUD-651A	48,20	51,20	3,00	2,60	87%	2	2,03	2,58	99%	1	0,38

Tabela 7 - RQD do Furo Executado 22-SCUD-653.

Furo_Executado	From	To	Interval	Rec._m	% Re._Pct	No Ped	Max C. de pe	C.T.P. >10cm	%RQD	No Fratura	FPM
22-SCUD-653	0,00	2,40	2,40	2,40	100%	3	1,15	1,63	68%	9	3,75
22-SCUD-653	2,40	5,40	3,00	3,00	100%	3	1,48	2,65	88%	5	1,67
22-SCUD-653	5,40	7,40	2,00	2,00	100%	3	0,90	1,96	98%	2	1,00
22-SCUD-653	7,40	10,40	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653	10,40	13,40	3,00	3,00	100%	2	2,35	2,79	93%	4	1,33
22-SCUD-653	13,40	15,00	1,60	1,60	100%	3	0,62	1,04	65%	5	3,13
22-SCUD-653	15,00	16,50	1,50	1,50	100%	3	0,62	1,27	85%	4	2,67

Tabela 8 - RQD do Furo 22-SCUD-653A.

Furo_Executado	From	To	Interval	Rec_m	% Re_Pct	No Pedr	Max C. de pe	C.T.P. >10cm	%RQD	No Fratura	FPM
22-SCUD-653A	0,00	2,00	2,00	2,00	100%	1	2,00	2,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	2,00	5,00	3,00	3,00	100%	3	1,45	2,87	96%	2	0,67
22-SCUD-653A	5,00	8,00	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	8,00	10,00	2,00	2,00	100%	1	2,00	2,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	10,00	13,00	3,00	3,00	100%	3	1,17	2,53	84%	8	2,67
22-SCUD-653A	13,00	16,00	3,00	3,00	100%	2	2,10	2,86	95%	5	1,67
22-SCUD-653A	16,00	19,00	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	19,00	22,00	3,00	3,00	100%	7	0,35	1,65	55%	12	4,00
22-SCUD-653A	22,00	25,00	3,00	3,00	100%	3	1,14	1,80	60%	10	3,33
22-SCUD-653A	25,00	28,00	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	28,00	31,00	3,00	3,00	100%	4	1,51	2,78	93%	5	1,67
22-SCUD-653A	31,00	34,00	3,00	3,00	100%	3	1,10	2,23	74%	5	1,67
22-SCUD-653A	34,00	37,00	3,00	3,00	100%	2	1,70	2,97	99%	1	0,33
22-SCUD-653A	37,00	40,00	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	40,00	43,00	3,00	3,00	100%	2	2,57	2,95	98%	1	0,33
22-SCUD-653A	43,00	46,00	3,00	3,00	100%	2	2,20	2,94	98%	2	0,67
22-SCUD-653A	46,00	49,00	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	49,00	52,00	3,00	3,00	100%	3	1,95	2,82	94%	4	1,33
22-SCUD-653A	52,00	55,00	3,00	3,00	100%	5	1,07	2,70	90%	6	2,00
22-SCUD-653A	55,00	58,00	3,00	3,00	100%	2	1,52	2,97	99%	1	0,33
22-SCUD-653A	58,00	61,00	3,00	3,00	100%	1	3,00	3,00	100%	0	0,00
22-SCUD-653A	61,00	63,00	2,00	2,00	100%	3	0,85	1,84	92%	3	1,50
22-SCUD-653A	63,00	65,00	2,00	2,00	100%	2	1,14	1,95	98%	1	0,50
22-SCUD-653A	65,00	68,00	3,00	3,00	100%	4	1,38	2,90	97%	3	1,00

Posteriormente os furos executados foram importados para o banco de dados para a visualização no *software Surpac 6.4* juntamente com o *wireframes* do veio alvo (Veio 1) ao ser interceptado (Figura 6). Assim, seções geológicas foram elaboradas como, por exemplo, para o furo 22-SCUD-650 (Figura 7), desse modo foi possível obter uma análise e interpretação do nível da mina estudado, e conseqüentemente, tomada de decisão para o próximo planejamento de operação da sonda.

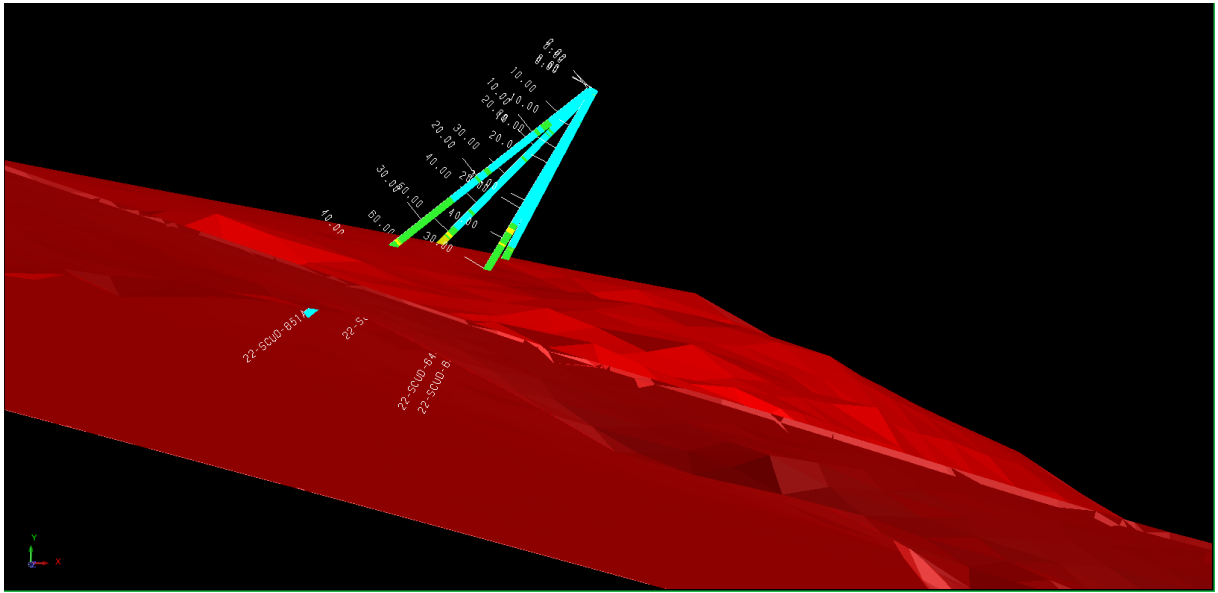


Figura 6 - Visualização em 3D no software SURPAC 6.4 do Furos executados e seu material litológico em granodiorito (azul), zona hidrotermal (verde) e veio de quartzo (amarelo) interceptando o veio alvo (wireframes em vermelho) na escala 1:500.

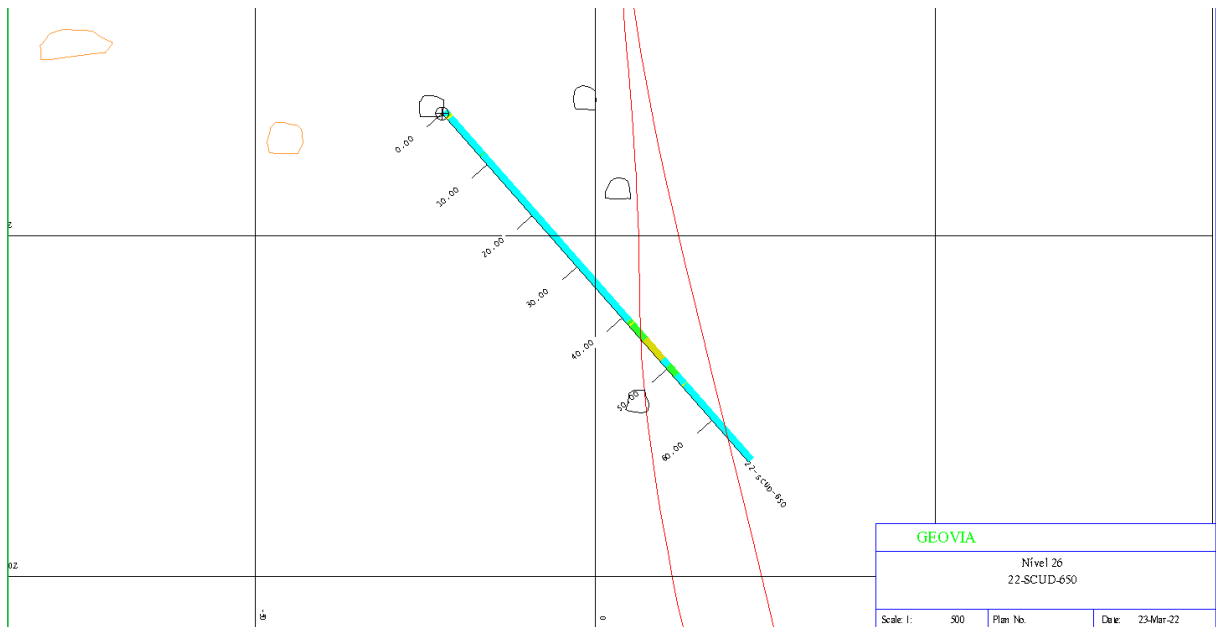


Figura 7: Seção geológica do furo 22-SCUD-650 elaborada no SURPAC 6.4 interceptando veio alvo (destaque em vermelho).

## 5 CONCLUSÕES

O estágio profissional sendo obrigatório ou não, é de suma importância para os novos profissionais que almejam uma vaga no mercado de trabalho, pois muitas vezes é através dessa nova experiência que muitos aprendizados absorvidos em sala de aula alcançam um maior entendimento, oferecendo ao aluno a oportunidade de ver na prática as informações teóricas aprendidas. Nesse contexto, conhecimentos em muitas disciplinas ministradas dentro do curso, em especial as Petrologias e Mapeamento foram muito recorrentes para elucidação de atividades executadas na empresa.

Desse modo, com base nas atividades voltadas na programação e interpretação de furos de sondagem foi possível concluir os seguintes pontos: a utilização de *wireframes* do alvo (veio) contribuiu para que pudesse definir o ângulo de mergulho (DIP) e a profundidade desejada do nível estudado da mina São Chico. Os resultados dos furos executados possibilitaram uma leitura geomecânica comparativa em que apenas o SCUD-649 e SCUD-650 apresentaram grau de qualidade da rocha (RQD) excelente com média de 98.4% e 94% respectivamente, enquanto os SCUDS 651 A (média de 89.8%), SCUD 653 (média de 85.2%) e SCUD 653 A (média de 84.4%) apresentaram qualidade de RQD boa e apenas o SCUD 651 regular com 67.7%.

O resultado do grau da qualidade RQD refletiu no sucesso operativo em que dos seis furos executados, quatro alcançaram ou chegaram perto da profundidade pretendida, sem interrupções (22-SCUD-649, 22-SCUD-650, 22-SCUD-651A e 22-SCUD-653A).

Nesse sentido, a qualidade da rocha com base em seu grau de fraturamento por manobra de perfuração na praça estudada demonstraram resultados satisfatórios, todavia associada com a interpretação de seções geológicas e também com os teores das amostras de sonda obtidas posteriormente via laboratório, foi necessário inviabilizar a continuação do projeto, repercutindo na interrupção da operação no furo programado 21-PGM-276.

Portanto, do ponto de vista geomecânico o cenário operativo abordado neste relatório demonstrou-se vantajoso, entretanto torna-se necessário estudos mais aprofundados como na possibilidade de existência de veios paralelos ou bolsões que conciliem a viabilidade operativa de futuros projetos no mesmo nível.

## REFERÊNCIAS

- Alvarenga J. F. 2012. *Estudo de índices operacionais da lavra subterrânea no Brasil*. MS Dissertation, Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 71 p.
- Araújo C. B. 2006. *Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro*. MS Dissertation, Mestrado em Engenharia, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 133 p.
- Agência Nacional do Aguas - ANA (Brasil). 2016. *Diretrizes para a elaboração do plano de operação, manutenção e instrumentação de barragens*. Brasília, DF, ANA.
- Agência Nacional de Mineração – ANM (Brasil). 2020. *Anuário Mineral Brasileiro: principais substâncias metálicas*. Brasília, DF, ANM.
- Barton N., Lien R., Lunde J. 1974. *Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support*. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, **6**:189-236.
- Clark G. B. 1979. *Principles of rock fragmentation*. [S.l.], John Wiles and Son, 610 p.
- Chandler T. J. 1962. London's urban climate. *The Geographical Journal*, **128** (3): 279-298
- Chandler A. 1962. *Strategy and Structure*. Cambridge, MA. MIT Press.
- Costa I. S. L., Rocha M. P., Klein E. L., Vasquez M. L. 2020. Lithospheric structure of the Southern Amazonian Craton from multiple-frequency seismic tomography: Preliminary insights on tectonic and metallogenic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, **101**: 102608.
- Costa L. V. 2015. *Estudo dos índices operacionais da lavra subterrânea no Brasil*. MS Dissertation engenharia mineral, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 116 p.
- Costa L. de V. 2019. *Análise via simulação da ventilação em mina subterrânea - estudo de caso mina Córrego do Sítio I*. PhD Theses, Engenharia Mineral, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 138 p.
- Ferran A. P. N. 2007. *A mineração e a flotação no Brasil: uma perspectiva histórica*. Brasília, DF, Departamento Nacional de Produção Mineral: 141 p.
- Goodwin G. C., Seron M. M., Middleton R. H., Zhang M., Hennessy B. F., Stone P. M., Menabde M. 2006. Receding horizon control applied to optimal mine planning. *Automatica*, **42**(8):1337-1342.
- Hartman, H. L. 1987. *Introductory mining engineering*. Alabama, The University of Alabama Tuscaloosa.
- Hartman H. L. 2002. *SME Mining Engineering Handbook*. 1 ed. Colorado.

Klein C. & Hurlbut C. S. 1999. *Manual of mineralogy*. 21 ed. New York, John Wiley & Sons, 596 p.

Klein E.L., Almeida M.E., Vasquez M.L., Bahia R.B.C., Quadros M.L.E.S., Ferreira A.L. 2001. *Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral do Tapajós. Estados do Pará e do Amazonas. Escala 1:500.000: nota explicativa*. Belém, CPRM, 104 p. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós (Promin Tapajós).

Klein E. L. & Vasquez M. L. 2000. *Geologia e recursos minerais da folha Vila Riozinho: folha SB. 21-ZA*. Belém, CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 62 p.

Klein E. L. & Carvalho J. M. A. 2008. Recursos minerais. In: Vasquez M. L. & Rosa-Costa L. T. (org.). *Geologia e recursos minerais do Estado do Pará: Sistemas de Informações Geográficas (SIG): texto explicativo dos mapas geológico e tectônico e de recursos minerais do Estado do Pará*. 262 ed. Belém, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, cap. 4, 217-262 p.

Kumar H., Deb D., Chakravarty D. 2017. Design of crown pillar thickness using finite element method and multivariate regression analysis. *International Journal Mining Science Technology*, **27**: 955-964.

Kummer L. A. 2016. *Análise preliminar de riscos aplicada em serviços de sondagem rotativa no setor da mineração*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (especialização em engenharia de segurança do trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. 45p.

Lima R. G. C. 2017. *fluidos hidrotermais associados aos veios de Quartzo Auríferos da Mina do São Chico, Província Tapajós, Pará: informações preliminares com base em inclusões fluidas*. In: 15º Simpósio da Amazônia, Belém, PA. *Anais [...]* Disponível em: [Anais15SGA-2017-2.pdf (sbg-no.org.br)].

Luz A. B, Sampaio J. A, França. S. C. A. 2010. *Tratamento de Minério*. 5 ed. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 932 p.

Oliveira G. A. G. 2005. *Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais na Área Mineira da Bacia Hidrogeográfica do Médio São Francisco*. MS Dissertation meio ambiente e recursos hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 123 p.

Sales J. V. A. 2019. *Determinação da profundidade de transição entre lavra a céu aberto e lavra subterrânea para uma mina de ouro*. Trabalho de Conclusão de Curso (engenharia de minas), Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 76 p.

Silva F. A N. G, Andrade M. C, França S. C. A. 2004. *Utilização da Flotação por Ar Dissolvido no Tratamento de Efluente da Indústria Mineral*. In: 12º Jornada de Iniciação Científica - Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia Mineral. *Resumos [...]*, v. 12, p.1 – 2.

Silva N. C. S. 2008. *Metodologia de planejamento estratégico de lavra incorporando riscos e incertezas para a obtenção de resultados operacionais*. PhD Theses, Engenharia Mineral, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 68 p.

Tanno L. C. & Sintoni A. 2003. Recursos minerais: conceitos e panorama de produção e consumo. In: Tanno L. C. & Sintoni A. (coord.). *Mineração e município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, p. 9-14.

Vasquez M. L., Chaves C. L., Moura E. M., Oliveira J. K. M. 2017. *Geologia e recursos minerais das Folhas São Domingos - SB.21-Z-A-II e Jardim do Ouro SB.21-Z-A-III, Estado do Pará, Escala 1:100.000*. Belém, Serviço Geológico do Brasil-CPRM, 305 p.

Vasquez M. L., Rosa-Costa L.T., Silva C.M.G. da, Klein E. L. 2008. Compartimentação tectônica. In: Vasquez M. L. & Rosa-Costa L. T. (eds.). *Geologia e recursos minerais do estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas–SIG: texto explicativo dos mapas geológico e tectônico e de recursos minerais do estado do Pará*. Belém, Serviço Geológico do Brasil-CPRM, p. 39-112.

Vissotto Júnior L. A. 2013. *Análise tridimensional de mina subterrânea com ênfase na interação entre maciço e preenchimento (caso de estudo: mina Cuiabá)*. PhD Theses, Geotecnia, Universidade de Brasília, Brasília, 8 p.