

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Departamento de Engenharia de Minas
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Minerais

Welison Araújo Teixeira

**AVALIAÇÃO DO CÁLCULO DO VOLUME DE MINÉRIO GRAFITA EM
OCORRÊNCIA NO SUL DA BAHIA**

Belo Horizonte
2024

Welison Araújo Teixeira

**AVALIAÇÃO DO CÁLCULO DO VOLUME DE MINÉRIO GRAFITA EM
OCORRÊNCIA NO SUL DA BAHIA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Recursos Minerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Recursos Minerais.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Benedito Casagrande

Belo Horizonte

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MINAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS MINERAIS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MONOGRAFIA/ARTIGO

Aos vinte e três dias do mês de novembro do ano de dois mil e vinte e quatro, de 08h:00min às 11h:15min, o estudante Welison Araújo Teixeira, matrícula 2023663681, defendeu o Trabalho intitulado "AVALIAÇÃO DO CÁLCULO DO VOLUME DE MINÉRIO GRAFITA EM OCORRÊNCIA NO SUL DA BAHIA".

Participaram da banca examinadora os professores abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar, assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 94

Situação: Aprovado

Orientador: Professor Pedro Benedito Casagrande

Examinador: Professor Luiz Claudio Monteiro Montenegro

Examinador: Professor George Eduardo Sales Valadão



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Benedito Casagrande, Professor do Magistério Superior**, em 15/01/2025, às 16:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **George Eduardo Sales Valadao, Professor Magistério Superior - Voluntário**, em 16/01/2025, às 17:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Claudio Monteiro Montenegro, Membro de comissão**, em 03/02/2025, às 14:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

RESUMO

Esse estudo objetivou avaliar os trabalhos de prospecção e cubagem de ocorrência mineral, que são fases de extrema importância para o sucesso de um projeto de mineração. A definição de uma malha de sondagem assertiva e adequada é fundamental para conseguir as melhores informações de profundidade e volume do minério, bem como obter informações mais precisas de teores do minério em cada ponto pesquisado. Para se chegar ao momento de definir a malha de sondagem adequada em um projeto é preciso seguir à risca algumas etapas nos trabalhos de pesquisa mineral que passam por um reconhecimento prévio de área pesquisada e um levantamento bibliográfico buscando trabalhos publicados e mapas geológicos sobre a área alvo de pesquisa, o máximo de informações localizadas nessa etapa é fundamental para servir de base teórica para o profissional conduzir os trabalhos. As etapas de campo passam pelo mapeamento geológico completo da área que envolve coleta de informações sobre a formação geológica da área, descrições, obtenção de medidas geológicas e coleta de amostra em afloramentos. Os serviços de mapeamento podem exigir alguns trabalhos complementares como aberturas de poços, trincheiras ou algum tipo de sondagem a trado. Por tanto todas essas informações são de extrema importância para se definir uma malha de sondagem que seja realmente eficiente para se obter sucesso na cubagem do volume da ocorrência e provar a viabilidade do projeto mineral.

Palavras-chave: prospecção mineral; malha de sondagem; cubagem de ocorrência mineral.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the prospecting and cubing of mineral occurrences, which are extremely important phases for the success of a mining project. Defining an assertive and adequate survey grid is essential to obtain the best information on the depth and volume of the ore, as well as to obtain more precise information on the ore grades at each point surveyed. To reach the moment of defining the adequate survey grid in a project, it is necessary to strictly follow some steps in the mineral research work, which include a prior reconnaissance of the researched area and a bibliographic survey looking for published works and geological maps on the target research area. The maximum amount of information found in this phase is essential to serve as a theoretical basis for the professional to conduct the work. The field stages involve the complete geological mapping of the area, which involves collecting information on the geological formation of the area, descriptions, obtaining geological measurements and collecting samples from outcrops. Mapping services may require some additional work such as opening wells, trenches or some type of auger survey. Therefore, all this information is extremely important to define a drilling network that is truly efficient to successfully calculate the volume of the occurrence and prove the viability of the mineral project.

Keywords: mineral prospecting; drilling grid; mineral occurrence cubing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Esquema dos vértices que compõe o limite da Área 1 e suas respectivas coordenadas.....	16
Figura 02 - Mapa de localização e vias de acesso.....	17
Figura 03 - Mapa geológico do Orógeno Araçuaí.....	19
Figura 04 - Coluna estratigráfica esquemática do Orógeno.....	21
Figura 05 - Recorte da área na carta Itapetinga-Canavieiras.....	23
Figura 06 - Mapa dos pontos e caminhamento do mapeamento.....	25
Figura 07 - Mapa com as unidades de mapeamento e vias de acesso.....	26
Figura 08 - Afloramento do gnaiss. Ponto CMS-007.....	27
Figura 09 - Solo de coloração amarelada/alarajanda com presença de quartzo.....	28
Figura 10 - (A) Túnel abandonado de garimpo para extração de muscovita; (B) Quartzo prismático encontrado no saprólito do gnaiss.....	28
Figura 11 – Gnaiss grafitoso.....	29
Figura 12 - Amostra de mão do Gnaiss grafitoso com níveis de alteração.....	29
Figura 13 - (A) Afloramento do xisto gnaissificado na vertente da serra. (B) Rocha alterada.....	30
Figura 14 - Afloramento in situ do xisto, com ênfase no bandamento de feldspato concordante a foliação.....	31
Figura 15 - Rocha (saprólito) de xisto-grafitoso na vertente da serra.....	32
Figura 16 - (A) Amostra sendo homogeneizada; (B) Quarteamento; (C) Seleção de 2/4 da amostra para ser encaminhada ao laboratório.....	33
Figura 17 - Mapa de localização dos furos a trado.....	37
Figura 18: Perfuração com trado mecanizado.....	38
Figura 19 - Manobras referentes a 1 metro organizadas para descrição.....	39
Figura 20: Pátio onde foi realizada etapa de separação das amostras.....	40
Figura 21: Localização dos doze pontos sondados.....	41

Figura 22: Malha de locação dos furos de sondagem.....	41
Figura 23: Abertura de praça de trabalho	42
Figura 24: Testemunhos perfurados na sondagem	43
Figura 25: Praça de trabalho da sondagem em processo de recuperação	44
Figura 26 - Esquema de amostragem para materiais friáveis feita com o auxílio da pá coletora e com a inserção do separador de metal.....	46
Figura 27: Trabalhos de quarteamento das amostras sondadas.....	46
Figura 28 - AB: Marcação e colocação das ripas de madeira	49
Figura 29 - Perfil seção 01	53
Figura 30 - Perfil seção 02	54
Figura 31 - Perfil seção 03	55
Figura 32 - Perfil seção 04	56
Figura 33 - Perfil seção 05	57
Figura 34 - Perfil seção 06	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Amostras selecionadas e suas respectivas análises	34
Tabela 02 - Descrição microscópica - Determinação mineralógica em área e peso da amostra AMS-104.....	35
Tabela 03 - Perfurações a trado com suas respectivas coordenadas e teores	36
Tabela 04: Profundidade e teores dos furos de sondagem	50
Tabela 05: Distância e área de influência de cada bloco.....	53
Tabela 06 - Dados seção 01	54
Tabela 07 - Dados seção 02.....	55
Tabela 08 - Dados seção 03.....	56
Tabela 09 - Dados seção 04.....	57
Tabela 10 - Dados seção 05.....	57
Tabela 11 - Dados seção 06	58
Tabela 12 - Reserva medida total.....	59
Tabela 13 - Reserva indicada norte.....	60
Tabela 14 - Reserva indicada sul	60
Tabela 15 - Reserva indicada total	60
Tabela 16 - Reserva total e teor médio ponderado.....	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3 DESENVOLVIMENTO.....	16
3.1 Localização	16
3.2 Geologia.....	17
3.2.1 Geologia regional	17
3.2.2 Geologia Local	19
3.2.2.1 Província gráfitica Bahia-Minas.....	19
3.2.2.2 Grupo Macaúbas.....	20
3.2.2.3 Formação ribeirão da folha.....	22
3.3 Trabalhos de prospecção mineral na área alvo:.....	24
3.3.1 Etapa de Mapeamento	24
3.3.1.1 Unidades do mapeamento	25
3.3.1.2 Análises de amostras do mapeamento.....	32
3.4 Etapa de sondagem a trado mecanizado.....	36
3.4.1 As etapas de trabalho para perfuração com o trado mecanizado foram as seguintes.....	38
3.4.2 Etapa de sondagem rotativa.....	40
3.5 Cálculo de Reserva do minério	50
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	63

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa e prospecção mineral são fases iniciais e importantes das atividades de mineração, que tem como objetivo identificar a ocorrência de depósitos minerais no subsolo, determinar a sua quantidade, qualidade, geometria bem como a sua viabilidade técnica e econômica em relação aos minerais-minérios presentes com relação a sua exploração. Trata-se de uma série de ferramentas, técnicas e conhecimentos aplicados para campanhas e estudos para descobertas e aprofundamento do conhecimento dos depósitos minerais de forma detalhada.

Os depósitos minerais são ocorrências de corpos minerais que possuem o volume, geometria, teores e propriedades física e químicas que são favoráveis para sua lavra economicamente viável. A avaliação técnica de um depósito mineral depende geralmente de fatores geológicos, ambientais, de viabilidade econômica, tecnológicos e fatores logísticos.

O cálculo do volume de mineral-minério presente no depósito é uma etapa muito importante pois pode definir a viabilidade ou não do empreendimento mineral, visto que existe um volume mínimo de reserva necessário para que o empreendimento se viabilize do ponto de vista econômico. Além do volume de mineral-minério, outros parâmetros são importantes nesse estudo de viabilidade econômica, como o teor de minério existente, a caracterização tecnológica bem como o comportamento desse mineral na etapa de beneficiamento, todos esses parâmetros são importantes no estudo de viabilidade do empreendimento.

Nos tempos atuais onde os minérios ditos “fáceis” de lavar e com teores elevados estão cada vez mais escassos e com a necessidade de um aproveitamento maior e mais eficiente do mineral-minério e por consequência da jazida devido a questões ambientais e sociais como o ESG que está muito em evidência nos tempos atuais.

A necessidade da transição energética e a busca pelos minerais estratégicos como o grafite e o lítio deixam em evidência a importância e a necessidade da pesquisa mineral como uma atividade estratégica tanto para macroeconomia do país e até mesmo para soberania nacional. Na corrida por novos depósitos de minerais estratégicos, o grafite ao lado do lítio obteve grande protagonismo por fazerem parte do grupo de minerais estratégicos e fundamentais para compor a transição da matriz energética.

A grafita trata-se de um mineral não metálico, inerte, que apresenta coloração cinza escuro a preto (Harben & Bates 1990; Hand 1996). A grafita tem seu emprego em geral na indústria pelas suas propriedades físico-químicas, pela sua boa condutividade elétrica e de calor, pela sua flexibilidade e ductibilidade sobre uma larga faixa de temperatura. Nos últimos tempos houve um aumento nos projetos de prospecção e pesquisa mineral de grafita, que tem crescido em quantidades, por esse mineral ter sido considerado estratégico e compor a carteira de minerais importantes na composição da transição de matriz energética

Os trabalhos de pesquisa e prospecção mineral que foram desenvolvidos e que são alvos de estudo para essa pesquisa, envolveram uma campanha de prospecção e pesquisa mineral de uma ocorrência alvo existente próximo a uma cidade localizada no Sul da Bahia, que tiveram a duração de três anos e demandaram investimentos por parte da empresa e uma equipe multidisciplinar envolvida. Por tanto esse presente trabalho vai apresentar todas as etapas e atividades realizadas na campanha de pesquisa que foram necessárias para compor as informações para que seja possível realizar a cubagem do volume do mineral-minério de grafita existente na ocorrência.

Será realizado uma avaliação sobre os trabalhos bem como técnicas e metodologias usados para se chegar nos valores calculados do volume de mineral-minério, apontando o que poderia ser realizado para servir de lição aprendida para outras campanhas de pesquisa mineral que possam vir a surgir.

O objetivo principal desse trabalho é avaliar as etapas dos serviços de prospecção mineral visando a cubagem de uma ocorrência do minério grafita, pretendendo identificar possíveis pontos de entraves e que poderiam ser melhorados nas próximas campanhas de prospecção e pesquisa mineral.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A várias décadas houve uma crescente nos investimentos por empresas de mineração nas etapas de exploração mineral no Brasil. Tradicionalmente e por questões mercadológicas commodities como minérios de ferro, manganês, ouro além de matérias com aplicação na construção civil são mais pesquisados pelas equipes de exploração mineral.

Porém com o avanço do conhecimento técnico, descoberta das aplicações de uma gama maior de minerais, a carteira de alvos da prospecção mineral cresceu bastante e novos projetos entraram nos radares das corporações. Marini (2016) reflete sobre um panorama do potencial da exploração mineral no Brasil:

O Brasil tem elevado potencial para descobertas de novos depósitos minerais por contar com território continental, geologia diversificada e mal conhecida, múltiplos ambientes metalogenéticos do Arqueano ao Recente e baixos investimentos em exploração mineral (Marini, 2016, p.18).

Com objetivo de aprimorar os trabalhos de exploração mineral e obter uma maior eficiência em novas descobertas minerais, seria necessário executar uma análise minuciosa de cada etapa das atividades de prospecção mineral de forma individual no país, fazendo um paralelo comparativo com os principais players mundiais em exploração mineral (Bicho, 2013; Melo, 2013; Reis, 2013).

Bicho, Melo, Reis (2013) afirmam sobre a execução dos trabalhos de mapeamento geológico:

Refere-se à atividade de campo, executada por geólogos e técnicos de mineração, que compreende observar detalhes físicos, geológicos e mineralógicos e transferir estes dados para mapas geológicos em várias escalas pré-estabelecidas. Esta atividade suportada por dados de detalhes de rocha, geofísica, geoquímica, botânica, bem como demarcações de reservas federais e municipais, terras indígenas, parques florestais e áreas de exclusão da atividade mineral, como áreas urbanas etc. Estes mapas são utilizados amplamente no mundo como ferramenta básica na pesquisa mineral (Bicho, Melo, Reis 2013, p. 240).

A etapa de amostragem mineral, definida como operações contínuas para remoção de uma amostra, ou parte importante de um todo sem que tenha qualquer prejuízo ou deformação nas características e propriedades nos materiais amostrados (Stopa, 2017).

De acordo com (Stopa, 2017) a amostragem sempre presente nas atividades da indústria da mineração, é uma etapa muito importante no processo de avaliação de depósitos minerais, nas análises executadas em laboratórios, unidades de tratamentos de minério e no controle de qualidade de produtos. Essa etapa deve ser conduzida com a maior excelência, e planejada da melhor forma possível, pois é preciso que ela consiga representar a parte total do corpo amostrado para que se possa obter o conhecimento de todas as propriedades do material em estudo, caso contrário se a amostragem for mal executada pode gerar grandes prejuízos com dados errôneos, imprecisos e distorções nas características e propriedades dos materiais.

De acordo com (Bicho, 2013; Melo, 2013; Reis, 2013) os trabalhos de sondagem trata-se de métodos mecânicos de perfuração das rochas e solos, possibilitando a recuperação dos testemunhos perfurados e que são suficientes para sua avaliação pelos métodos de análises físicas e químicas. Os tipos de sondagem existentes são: rotativa, percussiva, circulação reversa percussiva, e rotativa a diamante.

A literatura técnica do segmento de mineração trata os depósitos minerais como concentrações ou acúmulos anômalos locais de minerais ou rochas com aplicações úteis nas diversas atividades do homem. Podendo elas serem minerais metálicos ou não metálicos. Nos depósitos de minerais metálicos o elemento químico presente é o objeto do interesse (por exemplo: na hematita o Fe; na calcopirita Cu), enquanto nos minerais não metálicos é a propriedade física que é o objeto de interesse, como, por exemplo argila (plasticidade), minerais gemas (beleza, brilho), etc. (Cavalcante Neto, 2010; Rocha, 2010).

A estimativa de recursos e reservas minerais são obtidos através dos cálculos do somatório do volume de minério levantado através das seções geológicas geradas, e multiplicando esses valores obtidos pela densidade avaliada, e o teor químico do mineral minério. Recurso mineral trata-se de minerais e metais de interesse com potencial econômico, já a reserva de minério tange ao minério de comprovada viabilidade econômica nos vários aspectos avaliados como: volume, qualidade, logística e mercado consumidor (Bicho, 2013; Melo, 2013; Reis, 2013).

Os estudos de viabilidade econômica de um projeto de mineração executam estudos, com diferentes etapas com informações de cunhos geológicos, geotécnicos, de mineração, processamento, concentração e beneficiamento de minério,

comercialização e da economicidade de depósitos minerais (Bicho, 2013; Melo, 2013; Reis, 2013).

O mineral grafita apresenta algumas propriedades bem características que a literatura técnica apresenta e que vamos citar as principais: “A grafita natural é um mineral não metálico, inerte, que apresenta coloração variando entre o cinza escuro e o preto” (Harben & Bates 1990; Hand 1996 *apud* Belém, 2018, p.03).

A grafita possui peso específico entre 2,1 e 2,3 g/cm³ e brilho semimetálico. Possui uma dureza entre 2,1 e 2,3 g/cm³ na escala de Mohs. Possui uma excelente condução térmica e de eletricidade. Detém ponto de fusão de 3.927°C, a grafita é altamente refratária, lubrificante, compressível e maleável. Traz grande resistência química, termal e à oxidação, características que fazer ser um mineral muito versátil com várias aplicações na indústria (Belém, 2018).

A formação da grafita ocorre devido a matéria orgânica que existe em matérias sedimentares é exposta ao metamorfismo, que pode ser ele de contato ou regional, ou seja, à medida que o grau metamórfico que o material carbonoso da rocha está exposto, evolui progressivamente, e alcançam a dimensão de grafita do tipo flake em fácies anfibolito alto a granulito (Belém, 2018).

De acordo com (Belém, 2018) os quatro tipos genéticos de depósitos de grafita existentes, além daqueles que acontecem em função do enriquecimento residual são os seguintes:

- Depósitos Magmáticos Primários - São depósitos extremamente raros, que apresentam material de alta qualidade, em que a grafita maciça predomina. Existem porções internas com ocorrência de grafita flake. O principal depósito é o de Botogol, na Rússia.
- Depósitos do Tipo Contato - Metassomáticos (Skarnitos) - São depósitos que se desenvolvem no contato entre rochas carbonáticas e intrusões ígneas, seja devido à cristalização do carbono ou pela redução do CO₂. Normalmente, a grafita ocorre na forma de stocks ou disseminada em veios no skarnito. O principal exemplo é o depósito de Black Donald, no Canadá.
- Depósitos de Grafita em Veio - São concentrações de grafita geradas por soluções pós-magmáticas ricas em elementos voláteis, principalmente CO₂. Os depósitos ocorrem em forma de veios e lentes, e são confinados à zona de contato com a rocha encaixante. Depósitos descritos no Sri Lanka podem ser

citados como os principais exemplos deste tipo, onde a grafita ocorre no contato de corpos ígneos com gnaisses, quartzitos e piroxenitos.

- Depósitos Metamórficos - São gerados por concentração e cristalização do carbono durante processos metamórficos regionais. São formados em rochas sedimentares que contêm concentração anômala de carbono, resultando em camadas ou lentes ricas em cristais de grafita disseminada em filito, xisto, quartzito, mármore, gnaiss e granulito. Originam-se durante o metamorfismo regional, desde a transição de fácies xisto verde-anfibolito (ca. 480 °C) até a fácies granulito (> 800 °C). A grafita é fina e microcristalina (dust) nas rochas de baixo grau metamórfico (e.g., filito). A formação de grafita lamelar (flake) ocorreria a partir da fácies anfibolito intermediária (ca. 650 °C). Os principais depósitos conhecidos de grafita flake são os de Sonora no México e os da Província Gráfica Bahia-Minas.

No contexto econômico globalizado, a grafita é classificada como um mineral crítico por quase todos os países industrializados. Essa avaliação ocorre principalmente pelo fato da grande maioria dos depósitos de grafita ocorrerem em poucos países principalmente os seguintes países: Brasil, China, Índia, Madagascar e Rússia. Com o objetivo de esquivar da dependência de importações e subidas excessivas nos valores desse mineral, os países que possuem indústrias mais desenvolvidas costumam incentivar projetos de exploração mineral, principalmente nos Estados Unidos da América e no norte do Canadá (Matos, 2020; Souza, 2020).

De acordo com (Belém, 2018) grafita natural tem aplicação na indústria em geral (Harben & Bates 1990), em decorrência de suas propriedades físico-químicas como a clivagem, plasticidade, baixo coeficiente de atrito e alta temperatura de fusão (3.650 ° C). A grafita é utilizada considerando-se uma dessas propriedades ou uma combinação delas, tais como baixo coeficiente de expansão térmica, efeito lubrificante, boa condutividade elétrica e de calor, flexibilidade e ductibilidade sobre uma larga faixa de temperatura, por ser quimicamente inerte e não tóxica, e ser uma fonte de carbono.

Para (Belém, 2018) a grafita tem como as formas mais importantes de utilização as seguintes: Produção de Grafeno, Combinação única de propriedades: Alta resistência mecânica, alta mobilidade eletrônica. Além de ser bom condutor, a condutividade pode ser ajustada por um campo elétrico, o que permite sua utilização

como transistor de efeito de campo (Graphene-FETs); sustenta uma densidade de corrente 1 milhão de vezes superior à do Cobre; alta condutividade térmica (comparável à do diamante); enorme área superficial (~2700 m²/g); ultra impermeável (inclusive ao hélio); quimicamente inerte.

Em cadinhos e outros refratários usados na fabricação de metais, devido a sua resistência ao ataque por reagentes químicos e elevado ponto de fusão e vaporização; Como lubrificantes, ingredientes para tintas e em revestimentos para fornos, devido ao baixo coeficiente de atrito e maciez ao tato; Na fabricação de escovas de carbono para motores elétricos, devido à alta condutividade elétrica, maciez e propriedades lubrificantes; Por sua condutividade, é utilizada na produção de baterias e eletrodos de carbono nas indústrias metalúrgica e química; Na fabricação do aço é utilizada para aumentar o teor de carbono da liga; Na fabricação de lápis, lonas de freio, explosivos, fitas magnéticas e fertilizantes.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Localização

A área de pesquisa alvo desse trabalho está localizada na região sudoeste do Estado da Bahia, no município de Maiquinique, a que distancia cerca de 630 km de Salvador. Possui 998,02 hectares (Figura 01).

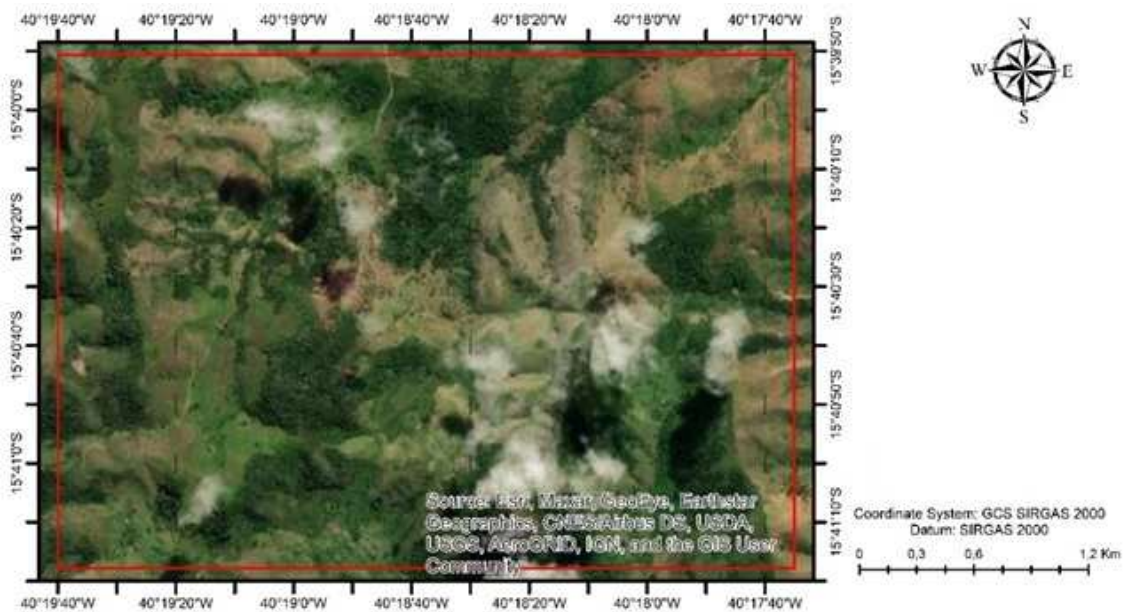


Figura 01 - Esquema dos vértices que compõe o limite da Área 1 e suas respectivas coordenadas

A principal via de acesso saindo da capital baiana é pela BR-324 e BR-101 até BR-415 em Itabuna, onde segue em direção para Itapetinga/Vitória da Conquista via BR-101, seguindo a BR-415 até Itapetinga, prosseguindo à estrada para Macarani entrando na BA-130 (Figura 02).

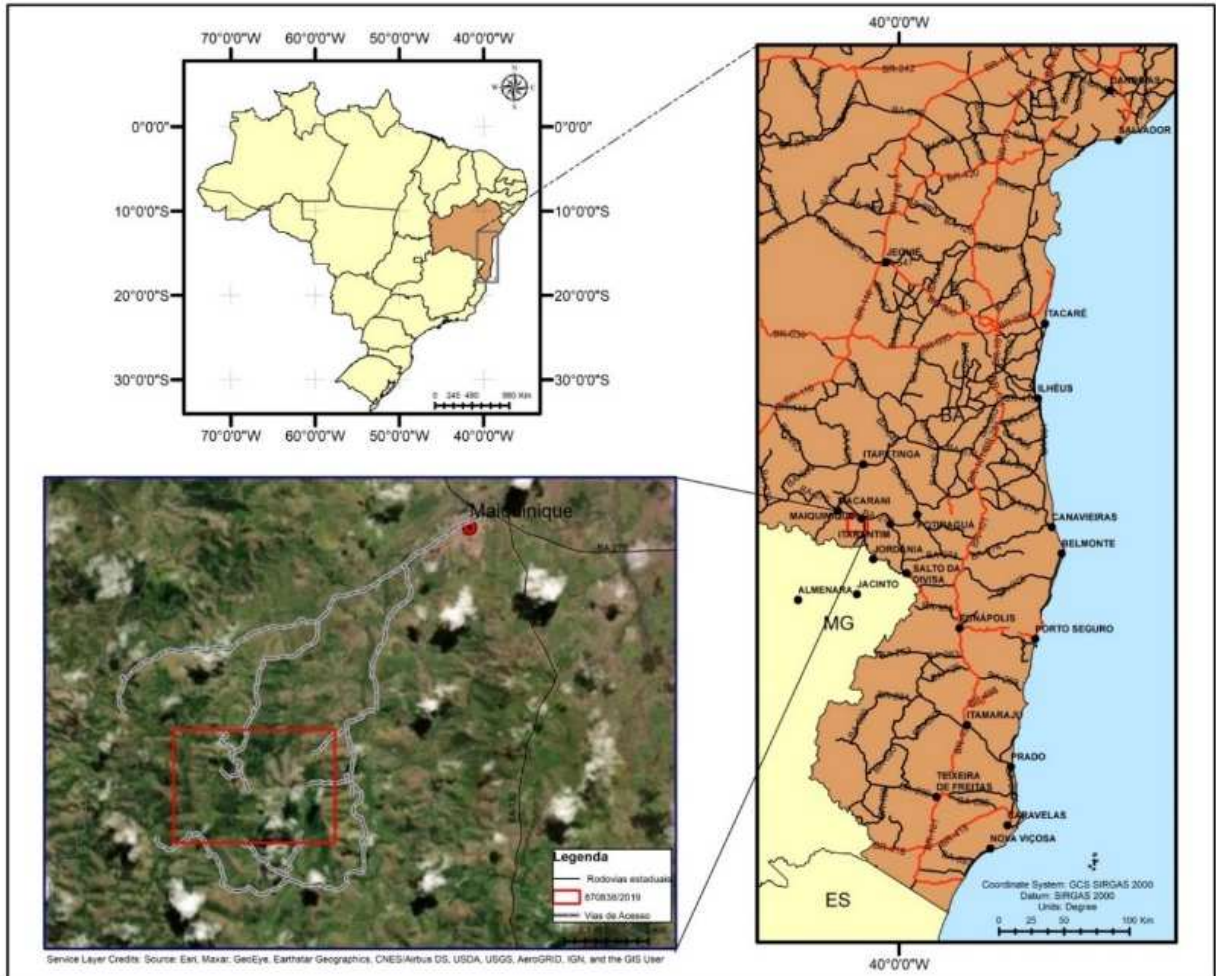


Figura 02 - Mapa de localização e vias de acesso

Fonte: IBGE, 2017

3.2 Geologia

3.2.1 Geologia regional

O estado da Bahia registra vários acontecimentos e uma história prolongada de colisões entre os continentes, vulcões, terremotos e outros cataclismos. A área de estudo está localizada no extremo nordeste do Orógeno Araçuai, que está inserido a margem continental leste do Brasil, a norte da Faixa Ribeira e entre o Cráton do São Francisco (Figura 03).

Com base em dados, datações e correlações entre o Congo Ocidental e as faixas Araçuai (Brito-Neves & Cordani 1991, Trompette 1994) e na concordância crono-espacial dos conceitos de orógeno e cráton definiu-se o Orógeno Araçuai-Congo Ocidental para referir o conjunto orogênico neoproterozóico-cambriano contido

na grande reentrância delimitada pelos crátons do São Francisco e Congo, cujo limite meridional no Brasil seria balizado pela extremidade sul do Cráton do São Francisco na altura do paralelo 21° S (Pedrosa-Soares & Noce 1998, Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000, Pedrosa-Soares *et al.*, 2001).

Compreende um dos inúmeros componentes do sistema orogênico neoproterozóico originado durante a aglutinação do Gondwana Ocidental (Pedrosa Soares *et al.*, 2007, Alkmim *et al.*, 2007).

Do conceito de tectonismo, o Orógeno Araçuaí compreende a faixa de dobramentos homônima localizada na sua porção externa, e um núcleo, constituído por rochas graníticas e metamórficas de médio a alto grau (Almeida, 1977). É identificado por um conjunto de componentes geotectônicos que caracterizam um orógeno colisional sucessor de um orógeno acrescionário de margem continental ativa, tais como depósitos de margem passiva, lascas ofiolíticas, zona de sutura, arco magmático, granitos sin-colisionais e plutonismo pós-colisional (Pedrosa-Soares *et al.* 2007).

Observa-se que a área 1 está inserida no Grupo Macaúbas superior, este grupo registra o desenvolvimento dessa bacia neoproterozóica que evoluiu de um rifte continental para uma margem passiva, parcialmente sob influência glacial (Karfunkel & Hope, 1988; Noce *et al.*, 1997; Pedrosa-Soares *et al.*, 2001, 2011a; Martins-Neto & Hercos, 2002; Babinski *et al.*, 2012; Uhlein *et al.*, 1998, 2007).

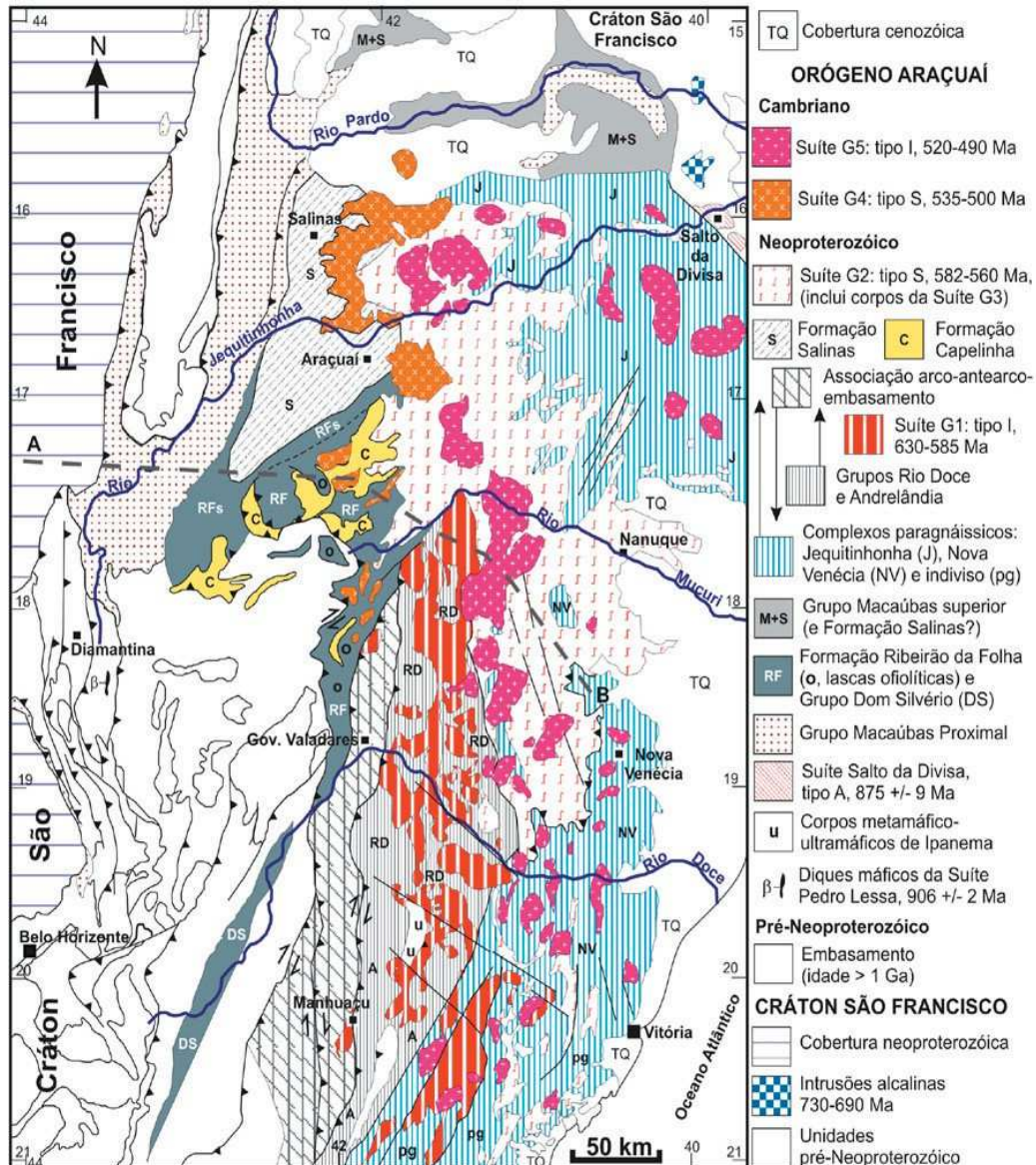


Figura 03 - Mapa geológico do Orógeno Araçuaí

Fonte: Modificado de Pedrosa-Soares et al., 2007

3.2.2 Geologia Local

3.2.2.1 Província gráfrica Bahia-Minas

No extremo nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia temos a ocorrência de um dos depósitos mais importantes economicamente de grafita flake, que é denominada Província Gráfica Bahia-Minas. Localizada no Orógeno Araçuaí, é composta pelas rochas do Grupo Macaúbas, do Complexo Jequitinhonha e granitoides.

Nessa província, esses depósitos estão inteiramente relacionados às rochas metamórficas que originaram de rochas sedimentares nessas unidades; o Grafita Xisto que ocorre no Grupo Macaúbas e Grafita Gnaiss na suíte Kinzigítica do Complexo Jequitinhonha. Quando afetada por algum metamorfismo regional ou de contato, a matéria orgânica presente em alguns sedimentos é transformada em Grafita. Há também outra ocorrência de grafita no interior do Cráton São Francisco na Unidade Itapeçerica, uma sequência paraderivada de alto grau metamórfico, denominado de Complexo Metamórfico Campo Belo (Chaves et. al 2015 apud Belém, 2006).

3.2.2.2 Grupo Macaúbas

O grupo Macaúbas começou a se depositar no segundo período de rifteamento, que se iniciou aproximadamente em 1,0 Ga e que gerou condições necessárias para essa deposição no Orógeno (Pedrosa Soares et al. 2001, Tack *et al.*, 2001). O sistema de falhas do Estateriano foi reativado nesse período (Uhlein *et al.*, 1995), no mesmo período com o evento glacial que cobriu uma parte da área cratônica (Karfunkel & Hoppe 1988).

O Grupo Macaúbas registra vários acontecimentos observando a sua coluna estatigráfica (Figura 04), marca um evento tafrogênico regional, inicialmente acompanhado de magmatismo de caráter básico por volta de 1,0 Ga (Uhlein *et al.*, 1995, Pedrosa-Soares *et al.*, 2001; Gradim *et al.*, 2005). Comporta uma sequência proximal, formada por depósitos pré-glaciais, glaciais e transicionais e outra distal, que encerra turbiditos de margem passiva e restos ofiolíticos (Pedrosa-Soares et al. 1998, 2001).

O rifteamento teria sido entre 1000 e 880 Ma, e os registros de oceanização da bacia estariam em torno de 660 Ma (Queiroga *et al.*, 2007). Sua espessura varia até alguns quilômetros e é a principal unidade litoestratigráfica do Orógeno Araçuaí, é composto por diamictitos com gradação vertical e lateral para quartzitos e metapelitos. Apresenta polaridade sedimentar e amplo desenvolvimento faciológico no sentido NNW-SSE, com registro de todos os estágios de desenvolvimento bacinal de um rifte continental para uma margem passiva (Noce *et al.*, 1993). Os depósitos econômicos

de grafita-xisto deste grupo, de acordo com as suas paragêneses indicam que estão na zona da sillimanita (Belém, 2006).

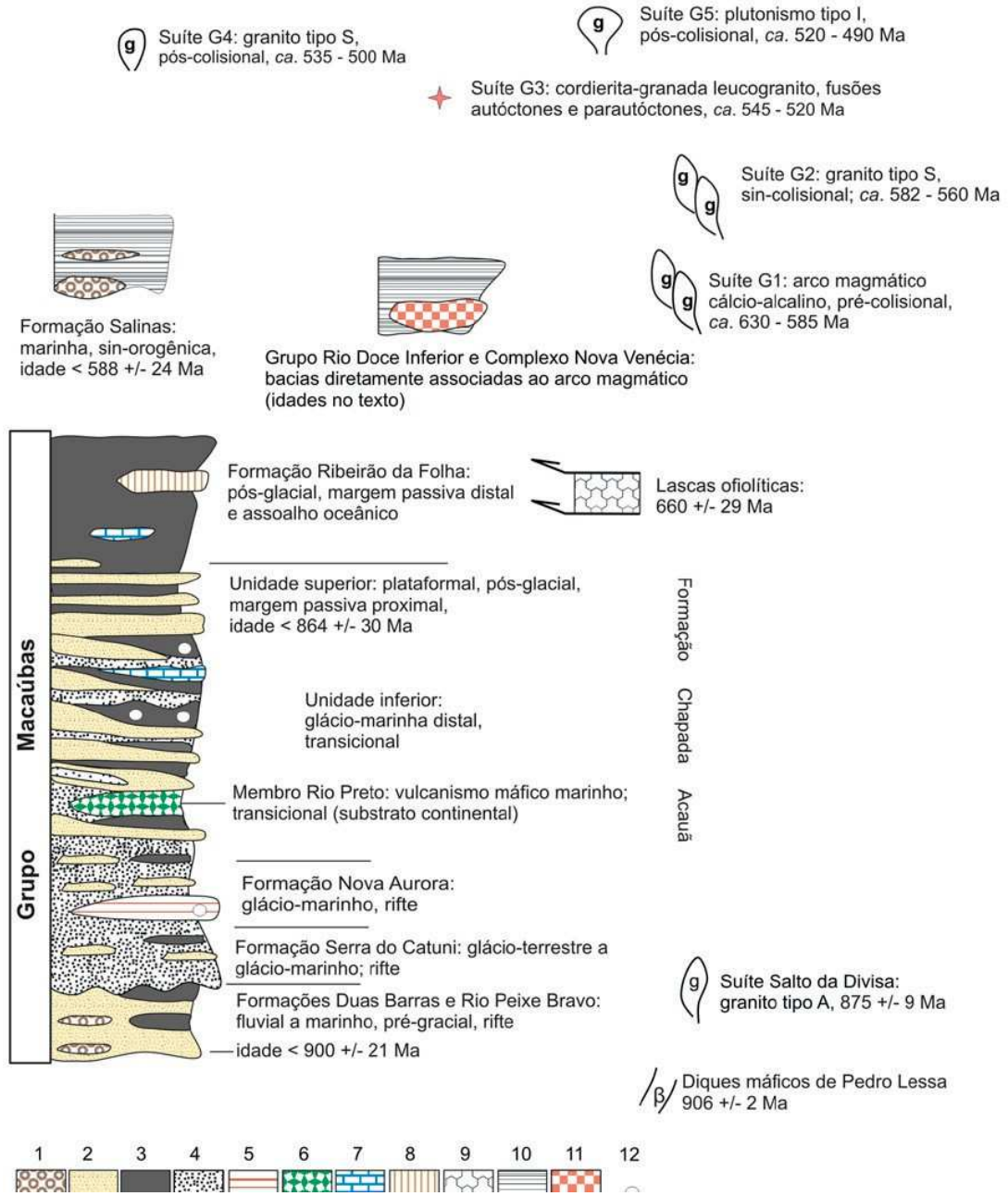


Figura 04 - Coluna estratigráfica esquemática do Orógeno

Fonte: Pedrosa-Soares et al., (2008)

Legenda: Araçuaí. 1, conglomerados; 2, arenitos; 3, pelitos; 4, diamictitos; 5, formação ferrífera diamictítica; 6, basalto transicional; 7, calcário dolomítico; 8, sedimentos exalativos (chert sulfetado, sulfeto maciço, formações ferríferas e outros); 9, rochas máficas (com veios de plagiogranito) e ultramáficas oceânicas; 10, wackes e pelitos; 11, rochas piroclásticas e vulcanoclásticas dacíticas; 12, seixos e blocos pingados.

3.2.2.3 Formação ribeirão da folha

A área de estudo está localizada na Folha Itapetinga (SD.24-Y-D), esta folha foi integrada com a Folha Canavieiras (SD.24-Z-C) em uma única carta de modo que a incluir uma pequena área continental da Folha Canavieiras, situada quase que predominantemente no Oceano Atlântico. Abrangem a região sul/sudoeste da Bahia e norte/nordeste de Minas de Gerais e compõe aproximadamente 17,900 km². De acordo com esse mapeamento geológico realizado em 1968 pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) com escala regional de 1:250.000, a área está inserida na Formação Ribeirão da Folha (Figura 05) do Grupo Macaúbas. Esta formação contém depósitos da sedimentação oceânica e da margem passiva distal, onde na sua margem passiva apresenta-se pelos turbiditos areno-pelíticos (quartzo-mica xistos bandados e micaxistos peraluminosos) com intercalações de pelitos carbonosos (grafita xistos), margas (rochas calcissilicáticas a quartzo, plagioclásio, anfibólio, epidoto, granada cálcica e/ou clinopiroxênio) e raro calcário.

O setor oriental da Formação Ribeirão da Folha inclui sucessão vulcano-sedimentar de assoalho oceânico, caracterizada por pelitos pelágicos (micaxistos peraluminosos ricos em estauroлита, granada, cianita e/ou sillimanita, e cianita-grafita xistos), cherts sulfetados com intercalações de sulfetos maciços e diopsidito sulfetado, formações ferríferas bandadas dos tipos óxido, silicato e sulfeto, e raro orto-anfibolito de granulação fina (Pedrosa-Soares *et al.*, 2007). Pode-se haver uma possível relação espacial dos depósitos de margem passiva, que é o do Grupo Macaúbas Superior, pós-glacial com os depósitos sin-orogênicos da Formação Salinas, em razão que as rochas metapelíticas dessas unidades são confundidas em campo, em decorrência do metamorfismo e deformação (Pedrosa-Soares *et al.*, 2007).

No Complexo Jequitinhonha e paragnáissico indiviso também pode haver depósitos de margem passiva, relacionados a pilhas sedimentares provenientes de arcos magmáticos (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000, Sampaio *et al.* 2004, Heilbron *et al.*, (2004), Pedrosa- Soares *et al.*, (2008). Esta unidade é constituída de paragnaisse aluminosos a peraluminosos (kinzigíticos) com intercalações de quartzito, grafita gnaisse e rochas calcissilicáticas, incluindo as maiores jazidas de grafita lamelar do Brasil (e.g., Faria 1997, Daconti 2004). O complexo paragnáissico indiviso que ocorre no setor sudeste do Orógeno Araçuaí e se prolonga para o Orógeno Ribeira, onde é subdividido em unidades diversas, inclui paragnaisse com

intercalações de mármore, anfíbolitos, quartzitos e rochas calcissilicáticas (Heilbron et al. 2004).

A mineralização de carbono grafite nessa unidade é bem evidenciada pela foliação principal, pois não há evidências identificadas que discordam da direção preferencial N-S e/ou NE/SW, com mergulho para NW.

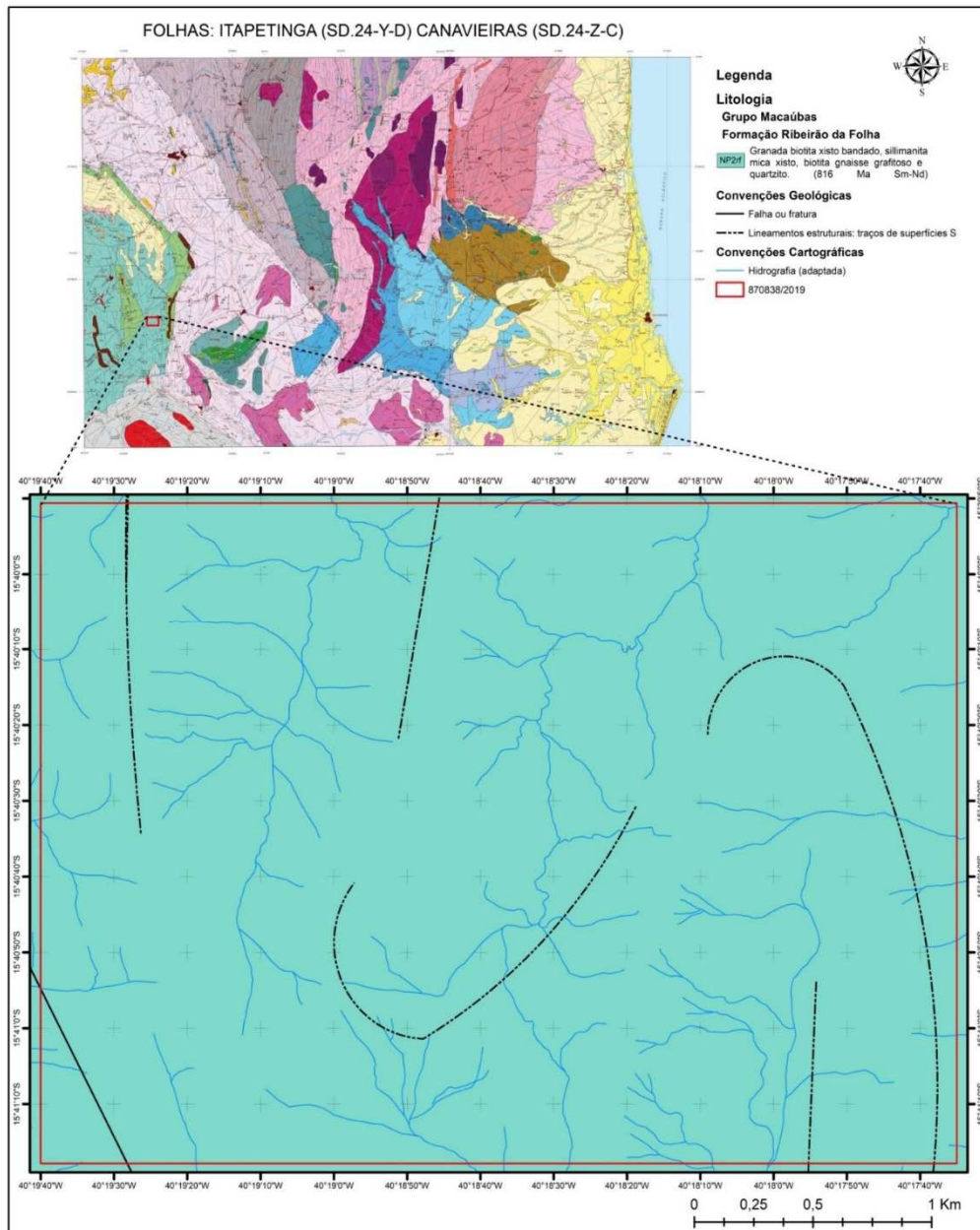


Figura 05 - Recorte da área na carta Itapetinga-Canavieiras

Fonte: Modificado CPRM, 2006

3.3 Trabalhos de prospecção mineral na área alvo:

O objetivo principal dos trabalhos foram a prospecção dos xistos grafitosos, já que as jazidas mais importantes deste bem mineral ocorrem nestas rochas. Seguindo a sequência dos trabalhos:

3.3.1 Etapa de Mapeamento

Os trabalhos de mapeamento em campo foram executados durante o período do mês de julho a setembro de 2021. Ao todo, a equipe de campo composta por dois Geólogos, um Engenheiro de Minas e um auxiliar de campo. Foram marcados 201 pontos de observação, percorrendo a área em sua totalidade (Figura 06). As técnicas empregadas foram de natureza descritiva de registro, onde se obtêm a análise e interpretação dos dados obtidos, para um reconhecimento regional da litoestratigrafia, domínios estruturais e metamórficos para situar os xistos-grafitosos da área, e assim realizar o estudo detalhado das variações dos litotipos presentes na Formação Ribeirão da Folha.

O material utilizado como base para elaboração dos mapas apresentados, foram os arquivos vetoriais extraídos do modelo digital de elevação ALOS PALSAR e as cartas geológicas ITAPETINGA (SD.24-Y-D) CANAVIEIRAS (SD.24-Z-C), na escala de 1:250.000. Utilizaram-se os softwares de geoprocessamento Arcgis 10.5, para gerar o mapa base com as localidades, hidrografia, curvas de nível, pontos mapeados. Foi utilizado o Google Earth para reconhecimento e atualização das vias de acesso e vias internas à área de estudo, com auxílio do caminhamento registrado no GPS.

As amostras foram analisadas quimicamente pelo laboratório da SGS-GEOSOL e a descrição das lâminas na empresa Motta de Lafões Geologia.

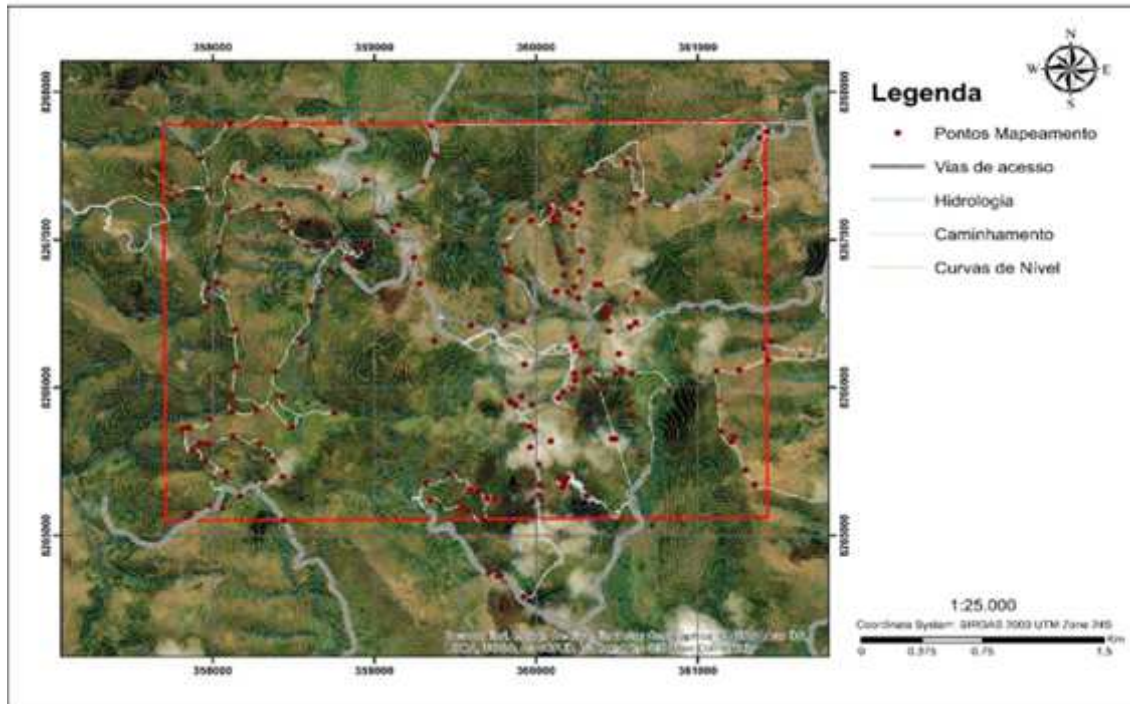


Figura 06 - Mapa dos pontos e caminhamento do mapeamento

3.3.1.1 Unidades do mapeamento

A seguir apresenta-se o resultado do mapeamento geológico na área, os litotipos descritos e mapeados na região foram agrupados de acordo com suas características mineralógicas, texturais e estruturais em cinco unidades, descritas a seguir com base no empilhamento estratigráfico (Figura 07).

Em um contexto geral, a litologia presente na área de estudo aflora em poucos locais, quando aflorantes *in situ* estão em altitudes mais baixas (principalmente nas drenagens) e em altitudes mais elevadas se apresentam com maior grau de intemperismo, como solo ou saprólitos (Figura 09). Os pontos de afloramento não são abundantes, o que dificultou a definição dos limites das unidades. Estão dispostos em meio a um relevo serrano e a uma vegetação heterogênea, de mata fechada e/ou pastagem.

Foram reconhecidas na área de estudo, predominantemente, unidades pertencentes à Formação Ribeirão da Folha, de idade Neoproterózoica, de acordo com o mapeamento realizado pela CPRM.

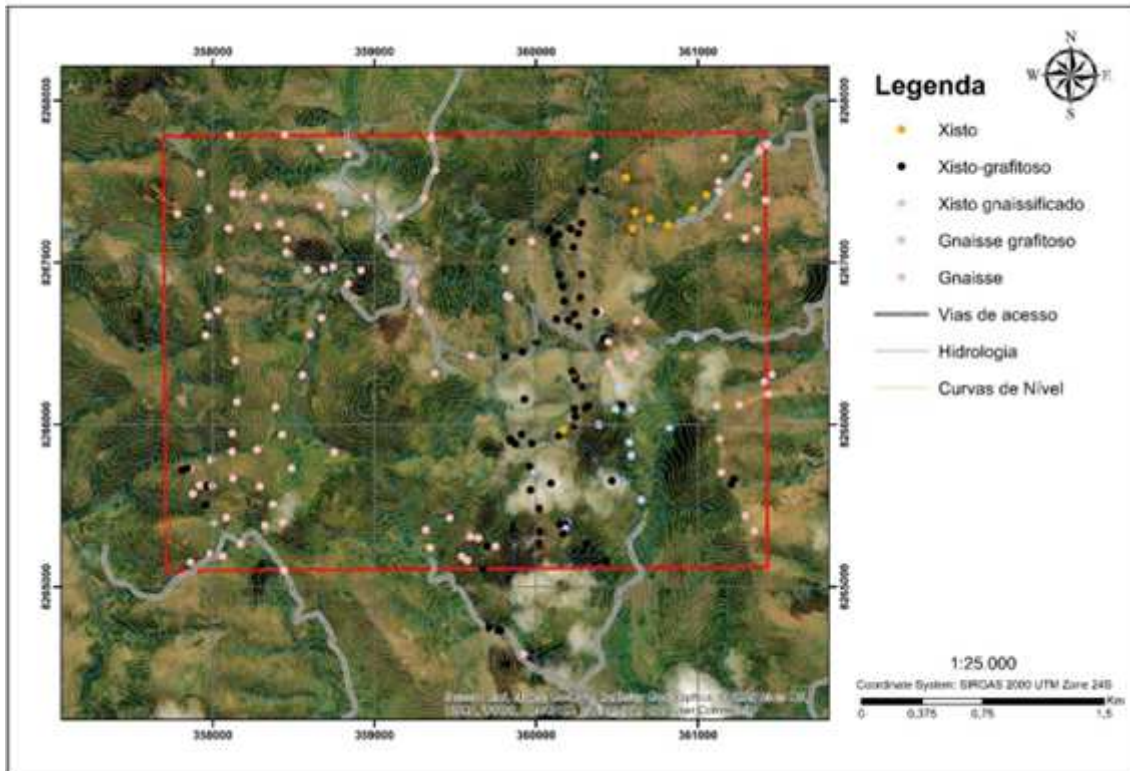


Figura 07 - Mapa com as unidades de mapeamento e vias de acesso

- Gnaisse

Os complexos gnáissicos presentes na região afloram em altitudes mais baixas (Figura 08), se apresentam na área pela junção de dois litotipos, ambos bandadas, com bandas geralmente milimétricas a centimétricas alternadas, com textura granolepidoblástica. Em alguns locais possuem feições migmatíticas, é composto principalmente por quartzo, k-feldspato e micas. As alternâncias centimétricas de bandas máficas, compostas, essencialmente, por biotita, ora moscovita, além de acessórios como granada, intercalada a bandas quartzosas. Há preenchimento das fraturas com sílica (quartzo e/ou feldspato).

O solo característico desse litotipo tem coloração variando em tons de laranja a amarronzado, com presença de muita moscovita e quartzo, na classificação tátil-visual o material é silto-arenoso ou silto-argiloso (Figura 09).

Localmente foi encontrado nessa unidade uma cava abandonada de garimpo, derivada de intrusões pegmatíticas, possivelmente para a extração de quartzos prismáticos e moscovita (regionalmente conhecida como malacacheta) (Figura 10). Por análises macroscópicas em campo, não foi identificado a presença de grafita nesse litotipo, o solo na região onde afloram essas rochas não possuem uma

coloração mais forte e acinzentada (característico de onde possui a grafita), e sem presença ao tato nas amostragens.

Nas análises microscópicas, as texturas dessas rochas se apresentaram como granoblásticas a lepidoblásticas, com foliação Sn anastomosada/dobrada e foliação C bem sutil, localmente é oblíqua à foliação Sn. Composta pelos minerais; plagioclásio, k-feldspato, biotita, clorita, epidoto e minerais opacos.

A grafita se apresentou sob a forma de flakes microcristalina ($\leq 0,01$ mm) em ambas as amostras, e sua percentagem de raríssima a 5%. Ilmenita em cristais/blastos preservados ou incipiente e seletivamente substituídos por rutilo/anatásio. Alguns cristais de ilmenita associam-se aos flakes de grafita. E pirrotita e pirita como pontuações isoladas. Foram classificadas como metapelito metamorfizado na fácies anfíbolito – zona da g.



Figura 08 - Afloramento do gnaiss. Ponto CMS-007



Figura 09 - Solo de coloração amarelada/alarajanda com presença de quartzo



Figura 10 - (A) Túnel abandonado de garimpo para extração de muscovita; (B) Quartzo prismático encontrado no saprólito do gnaiss

- Gnaiss grafitoso

As rochas desta unidade estão localizadas na faixa de direção NE-SW do trend mineralizado de grafita na região, na parte central da área requerida. As rochas possuem coloração cinza a cinza escura, granulação fina a média, suas bandas são compostas por quartzo, feldspato, moscovita, sillimanita, e há presença de grafita.

O solo característico dessa unidade tem uma coloração cinza variando para um tom amarronzado, os afloramentos foram encontrados na vertente da serra, próximo ao vale. Por vezes, as bandas não são bem definidas, e quando sujeitas ao

intemperismo ficam com uma coloração mais forte e em partes presença de oxidação (Figura 11).

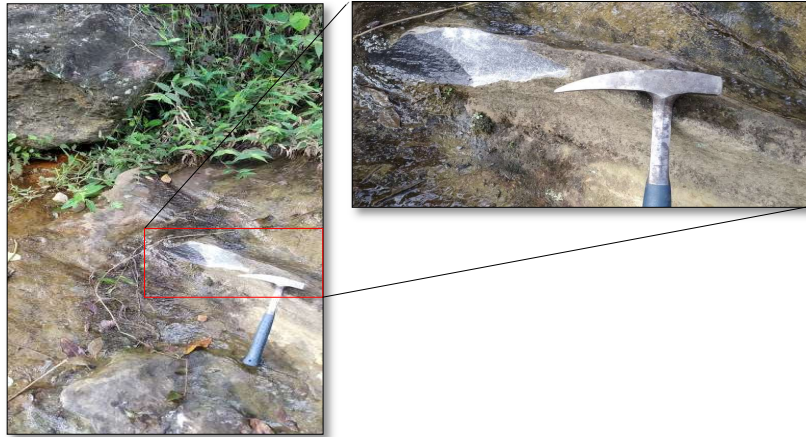


Figura 11 – Gnaisse grafitoso



Figura 12 - Amostra de mão do Gnaisse grafitoso com níveis de alteração

- Xisto Gnaissificado

O Xisto gnaissificado presente na área está em contato com o complexo gnáissico e os xistos grafitosos. Localmente possuem bandamentos leucocráticos, minerais bem orientados, e a direção preferencial NE-SW e mergulho para NW. Se desliza facilmente, na foliação Sn devido à presença de minerais lamelares, como as micas. Os minerais predominantemente descritos macroscopicamente são o quartzo, feldspato, biotita e silimanita.



Figura 13 - (A) Afloramento do xisto gnaissificado na vertente da serra. (B) Rocha alterada

- Xisto

Afloramentos com bandamentos bem definidos, coloração variando de amarelado a cinza, textura lepidoblástica e granulação fina, presença de quartzo, biotita, muscovita, fuchsite, pirita. Nas bandas melanocráticas há presença de grafita. Possui bandamentos com presença de carvão e pirita. Há concordante a direção principal dos bandamentos uma banda granoblástica de feldspato, com granulação média a grossa (Figura 14).

O solo característico desse litotipo possui coloração avermelhado a alaranjado e bem argiloso.

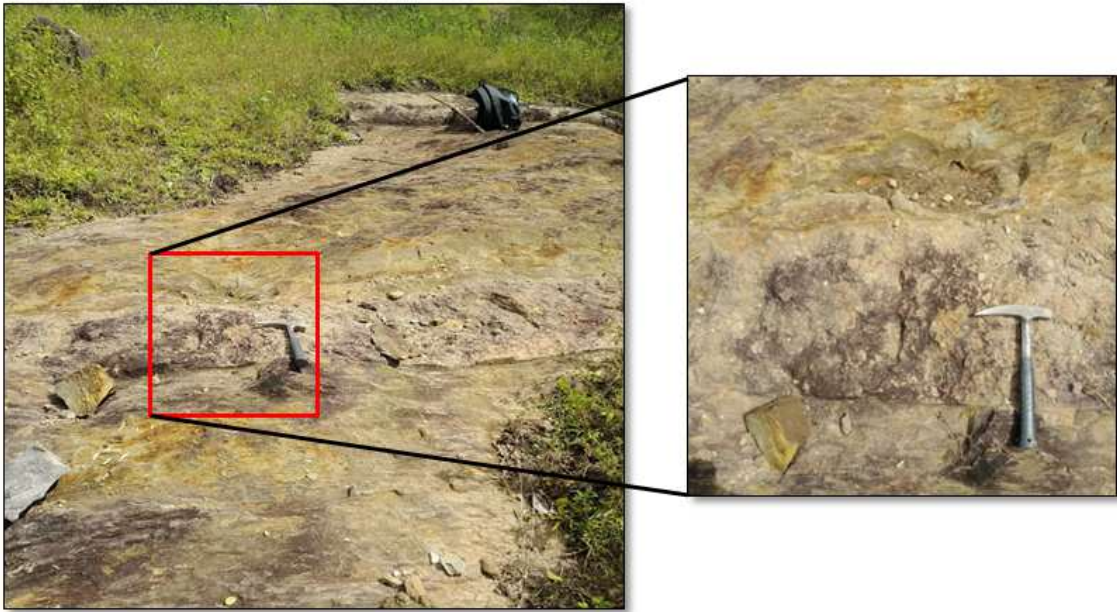


Figura 14 - Afloramento *in situ* do xisto, com ênfase no bandamento de feldspato concordante a foliação

- Xisto grafitoso

Na parte central da área de N-S afloram as rochas xisto-grafitosas, em contato com o xisto-gnaiss. Os afloramentos normalmente *in situ* estão localizados em altitudes baixas e em redes de drenagem, há afloramentos nas vertentes das serras, porém com um grau de intemperismo mais elevado. As rochas são bandadas, sua coloração varia de cinza, cinza escuro e amarelado, textura lepidoblástica e as bandas com composição predominante de sílica possuem textura granoblástica e/ou lepidoblástica. As bandas melanocráticas são compostas por grafita e biotita, e as leucocráticas por quartzo, feldspato, sillimanita. A granulação varia de fina à média. Em alguns afloramentos esses bandamentos se encontram com microdobras nas xistosidades.

O solo característico desse litotipo possui uma coloração cinza a cinza escura, no tato é possível identificar a presença ou não da grafita (Figura 15).

De acordo com a descrição macroscópica as rochas dessa unidade possuem coloração cinza, localmente algumas tonalizações de castanho devido à impregnação superficial de goethita e pontos pratas. Sua textura é lepidoblástica e granoblástica, e a granulação é de fina a média. Os minerais componentes são o quartzo, feldspato, mica branca/sericita, minerais opacos, incluindo grafita e goethita. A foliação Sn

anastomosada/dobrada, presença de vênulas/lentes submilimétricas principalmente de quartzo preferencialmente dispostas segundo o plano da foliação Sn.

A rocha mesmo semi-friável ou in situ requer alguns golpes de martelo para ser quebrada e quando quebrada pode haver deslocamento ao longo do plano da foliação Sn.

Nas análises microscópicas, as texturas dessas rochas se apresentaram como granoblásticas a lepidoblásticas, rocha homogênea, com foliação Sn anastomosada/dobrada e transposta. A grafita se apresentou sob a forma de flakes microcristalina ($\leq 0,01$ mm) em ambas as amostras, ocorrendo ao longo do plano de clivagem dos cristais de mica branca/sericita. Alguns cristais de pirita também estão associados aos cristais de rutilo/anatásio e aos flakes de grafita. A galena e a molibdenita associadas à pirita e à calcopirita; esses minerais sugerem que a rocha sofreu algum processo hidrotermal.



Figura 15 - Rocha (saprólito) de xisto-grafitoso na vertente da serra

3.3.1.2 Análises de amostras do mapeamento

Foram coletadas na área 73 amostras dispersas em 73 pontos de amostragem. Foram definidas por critério de seleção as amostras representativas da área e que possuíam presença de grafita para as etapas posteriores de análise.

Encaminharam-se 29 amostras (Tabela 01), onde cinco foram analisadas com a descrição petrográfica macroscópica e descrição petrográfica microscópica de lâmina delgada polida, e em duas amostras incluiu porcentagem em área e peso e química aproximada obtida a partir da mineralogia e medição do tamanho dos flakes

de grafita, vinte e quatro amostras foram enviadas para análises químicas, quatro amostras enviadas para análises granulométricas e duas amostras para testes de caracterização e flotação.

Todas as amostras do mapeamento passaram por um processo de quarteamento para serem encaminhadas ao laboratório responsável pelas análises.

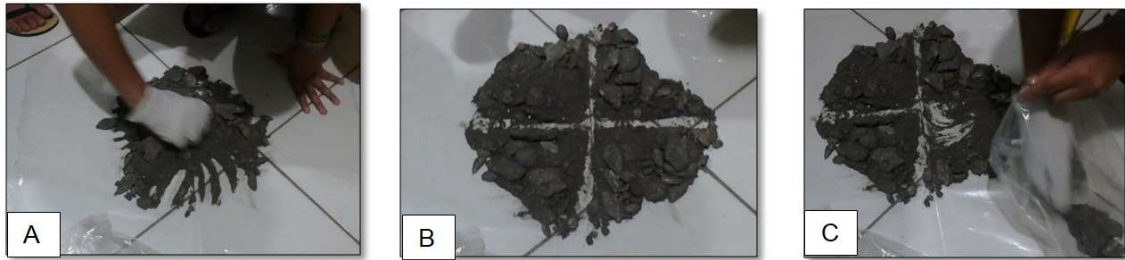


Figura 16 - (A) Amostra sendo homogeneizada; (B) Quarteamento; (C) Seleção de 2/4 da amostra para ser encaminhada ao laboratório

AMOSTRAS DE MAPEAMENTO ENVIADAS ANÁLISE			
Data da colet.	Ponto	Amarração	Teor % Cg
08/07/2020	CMS_001	AMS_001	2,86
08/07/2020	CMS_002.D	AMS_002A	10,66
08/07/2020	CMS_004	AMS_004	10,85
08/07/2020	CMS_005	AMS_005	2,63
08/07/2020	CMS_006	AMS_006	2,60
09/07/2020	CMS_009	AMS_009	2,87
11/07/2020	CMS_011	AMS_011	4,00
12/07/2020	CMS_012	AMS_012	7,85
14/07/2020	CMS_038	AMS_038	3,53
14/07/2020	CMS_041	AMS_041	4,91
22/07/2020	CMS_049	AMS_049	4,08
27/07/2020	CMS_085A	AMS_085	2,77
06/08/2020	CMS_140	AMS_140	4,01
06/08/2020	CMS_141	AMS_141	4,32
22/02/2022	CMS_168	AMS_168	6,76
23/02/2022	CMS_173	AMS_173	3,78
23/02/2022	CMS_174	AMS_174	2,38
26/02/2022	CMS_175	AMS_175	11,63
26/02/2022	CMS_176	AMS_176	8,35
26/02/2022	CMS_177	AMS_177	10,23
28/02/2022	CMS_178	AMS_178	2,64
28/02/2022	CMS_179	AMS_179	7,54
28/02/2022	CMS_180	AMS_180	2,61
28/02/2022	CMS_181	AMS_181	12,13
Data da colet.	Ponto	Amarração	Análise
09/07/2020	CMS_007	AMS_007	Lamina
09/07/2020	CMS_010	AMS_010	Lamina
12/07/2020	CMS_021	AMS_021	Lamina
27/07/2020	CMS_104	AMS_104	Lamina
05/08/2020	CMS_130.A	AMS_130	Lamina
Data da colet.	Ponto	Amarração	Análise
08/07/2020	CMS_002.A	AMS-002	Caracterização ao
08/07/2020	CMS_006	AMS-006	Caracterização ao
Data da colet.	Ponto	Amarração	Análise
14/07/2020	CMS_041	AMS_041	Granuloquímica
06/08/2020	CMS_140	AMS_140	Granuloquímica

Tabela 01 - Amostras selecionadas e suas respectivas análises

- Análises químicas

As análises de teor de carbono gráfico e granuloquímica são feitas de acordo com o fluxograma de preparação de amostras da SGS GEOSOL.

- Análises Petrográficas

A partir das análises microscópicas, foi determinada a percentagem dos minerais em cada lâmina, seguido da sua densidade média e a percentagem em peso nas amostras AMS-104 e AMS-130. Alguns dados microscópicos foram dados nos tópicos anteriores nas descrições das unidades de mapeamento. Para o cálculo da química a partir da mineralogia utilizou-se a fórmula teórica da grafita (100% de C), disponível no site www.webmineral.com. A grafita natural, contudo, pode exibir uma parcela de impurezas em sua composição.

Conforme os resultados detalhados na Tabela 02, os principais minerais de ganga são quartzo, mica branca/sericita e goethita. A medição dos cristais de grafita (comprimento maior) foi realizada utilizando-se varredura constante e padronizada na lâmina delgada polida e ao microscópio óptico em aumento de 200x. A partir dos resultados obtidos calculou-se o tamanho médio dos cristais de grafita. A média obtida para os cristais de grafita é de 0,13 mm.

AMOSTRA: AMS-104			
Minerais	% em área	densidade média do mineral	% em peso
Grafita	15,27	2,16	12,28
Quartzo	49,50	2,65	48,86
Mica Branca/Sericita	26,12	2,82	27,43
Plagioclásio	4,21	2,62	4,11
Argilomineral	0,37	2,62	0,36
Turmalina	0,91	3,15	1,07
Epidoto	0,50	3,45	0,64
Zircão	0,37	4,65	0,64
Rutilo/Anatásio	1,50	4,25	2,37
Goethita	0,20	3,80	0,28
Pirita	1,00	5,01	1,87
Pirrotita	0,05	4,61	0,09
Total	100,00		100,00

Tabela 02 - Descrição microscópica - Determinação mineralógica em área e peso da amostra AMS-

3.4 Etapa de sondagem a trado mecanizado

Foram realizados 23 (vinte três) furos de sondagem a trado nomeados de TR, listados conforme Tabela 03 apresentada a seguir, totalizando 267 m (duzentos e sessenta e sete metros) de sondagem, localizados conforme mapa de localização (Figura 17).

Os locais de execução foram definidos a partir das análises químicas do mapeamento, a fim de definir melhor a localização da mineralização do grafite e confirmar o mergulho da camada. Os serviços tiveram início em novembro de 2020 e se estenderam até abril de 2021. Foi utilizado o equipamento de trado TR2, equipado com motor Honda GX 200, com 200 cilindradas e 6,5 cavalos de potência.

A profundidade de cada furo foi definida para até 15m, cabe salientar que em 8 furos a sondagem foi paralisada por se tratar de material impenetrável ao trado ou que atingiu o nível d'água, e em 1 furo até 18m por apresentar metragens homogêneas de material com nível considerável aparente de grafita e de fácil perfuração.

SONDAGEM TRADO			
Furo	Prof.	Cota	Teor Médio
TR-01	18,00	669	8,91
TR-02	11,80	661	3,24
TR-03	15,00	652	3,63
TR-04	15,00	647	3,47
TR-05	15,00	636	4,18
TR-06	15,00	643	3,01
TR-07	14,50	643	2,47
TR-08	15,00	645	3,1
TR-09	12,20	633	3,69
TR-10	15,00	660	1,9
TR-11	15,00	653	1,16
TR-12	15,00	623	3,59
TR-16	15,00	652	1,02
TR-17	1,10	676	1,97
TR-18	13,50	674	0,9
TR-19	11,20	654	6,75
TR-20	15,00	675	2,52
TR-21	15,00	660	4,87
TR-22	9,20	599	4,79
TR-23	10,50	580	1,18
Total	267,00		

Tabela 03 - Perfurações a trado com suas respectivas coordenadas e teores

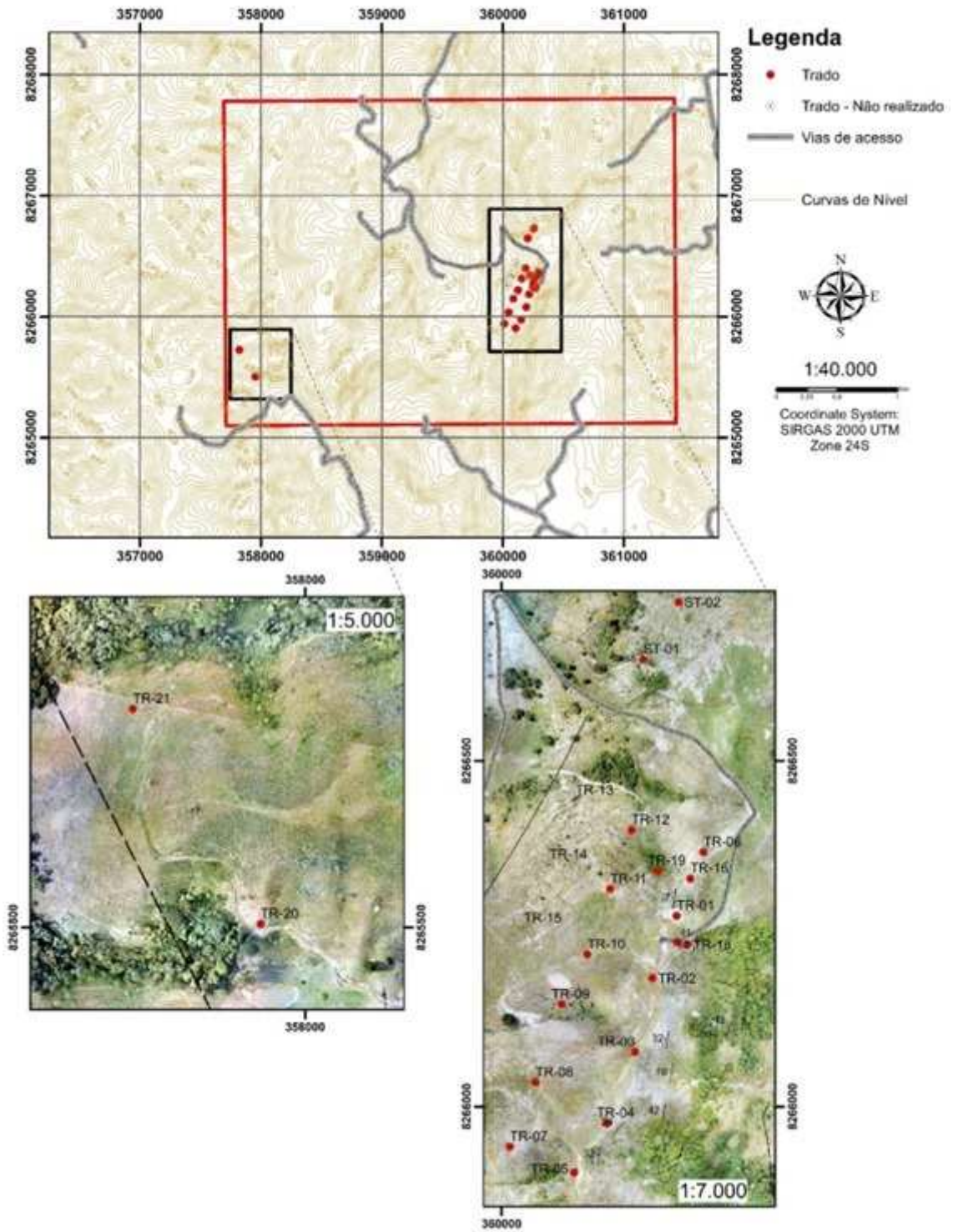


Figura 17 - Mapa de localização dos furos a trado

3.4.1 As etapas de trabalho para perfuração com o trado mecanizado foram as seguintes

- 1) Marcação e indicação dos pontos de sondagem; para a definição dos pontos onde foram realizados os furos de trado foi utilizado o mapa geológico gerado pela campanha de mapeamento local.
- 2) Abertura das praças; A abertura das praças para execução dos furos de trado foi necessária para nivelar o terreno sendo assim possível realizar os trabalhos necessários para perfuração.
- 3) Perfuração; A perfuração do furo foi realizada com equipamento motorizado equipado com motor Honda Gx200 de 200Cc/6,5Cv (Figura 18), jogo completo com hastes de tamanhos 0,5m, 1,0m, 2,0m e 3,0m e escarificador que faz a coleta da amostra. Esse equipamento foi especialmente desenvolvido para prospecção mineral e possui baixo custo operacional.



Figura 18: Perfuração com trado mecanizado

4) Coleta e descrição das amostras

A cada manobra as amostras deformadas eram expostas em uma lona e descritas macroscopicamente. Em algumas metragens era possível detectar estruturas ainda preservadas, mineralogia, xistosidades e sn (Figura 19). Foram identificadas nessa etapa 6 litotipos que serão descritos posteriormente.



Figura 19 - Manobras referentes a 1 metro organizadas para descrição

5) 1ª Amostragem

Em decorrência da quantidade de material coletado, era feito um primeiro quarteamento das amostras em campo. A cada 1 metro amostrado a amostra era descrita, homogeneizada e quarteada.

No quarteamento realizado em campo 2/4 eram descartados e 2/4 eram armazenados para um futuro quarteamento por litologia, independentemente da quantidade de material que era retirado das manobras.

6) 2ª Amostragem

Após a finalização dos furos as amostras seguiram para um pátio onde foram reorganizadas (Figura 20) e passou novamente por um quarteamento seguindo a amostragem por litologia. As etapas foram: destorroamento, peneiramento realizado na peneira de feijão agrícola de malha 6 e novo quarteamento.

As etapas do quarteamento (homogeneização e quarteamento) eram refeitos até a amostra chegar a aproximadamente 1 kg, peso necessário para a análise.



Figura 20: Pátio onde foi realizada etapa de separação das amostras

Em todas as etapas de amostragem e perfuração do trado foram realizados registros fotográficos. A partir das descrições e resultados analíticos das amostras enviadas, definiu-se a área entre a malha da sondagem a trado para seguir com a sondagem rotativa, visto que o corpo grafitoso estava em profundidade maior e o ângulo de mergulho alto.

3.4.2 Etapa de sondagem rotativa

A partir dos trabalhos exploratórios (mapeamento geológico e trado), foram obtidos dados que possibilitaram a interpretação da direção e mergulho dos corpos com teor mais elevado de carbono grafitico na área e do comportamento e controle estrutural da mineralização.

Foram executados então, os furos de sonda rotativa diamantada, para verificação da continuidade destes corpos em profundidade. Os furos foram feitos no diâmetro em HQ (96,04mm) por uma empresa especializada e com grande know-how em sondagens rotativas.

A sondagem rotativa seguiu uma malha de 100 x 100 metros, (Figura 22) intercalada com a malha dos furos à trado. Foram executados 12 furos de sondagem

rotativa (Figura 21), com profundidades abaixo relacionadas (Tabela 04), totalizando 733,23 metros de perfuração.



Figura 21: Localização dos doze pontos sondados

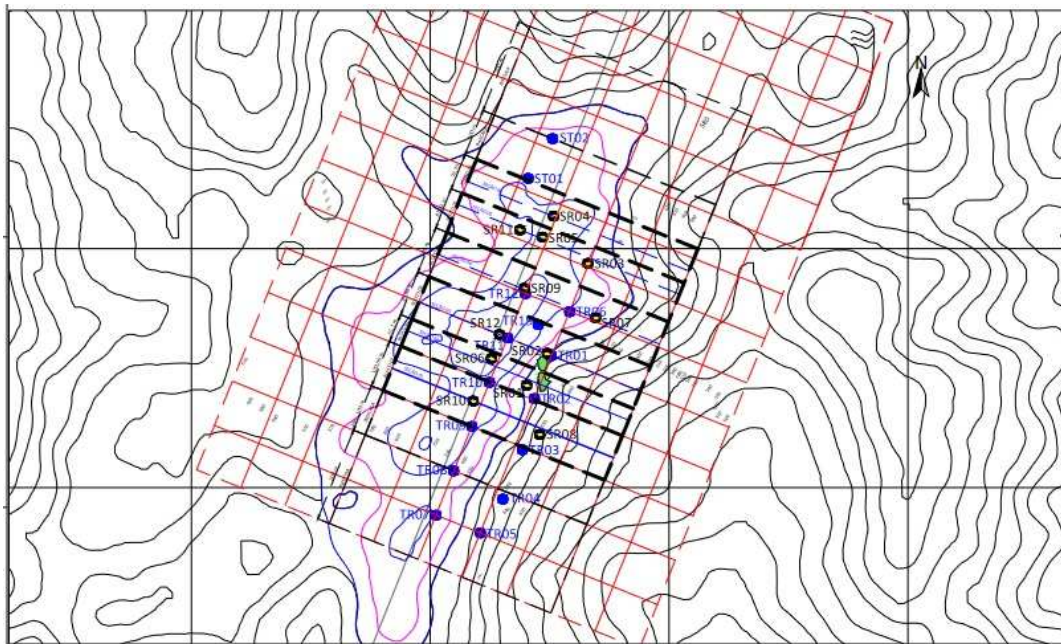


Figura 22: Malha de locação dos furos de sondagem

Seguiu-se a sequência para realização da sondagem:

1) Abertura das praças de trabalho

Após marcação dos pontos, foram realizadas as aberturas das praças de trabalho com área de aproximadamente 100m². Essas praças de trabalho são necessárias para mobilização da máquina e estrutura necessária para execução dos serviços de perfuração.



Figura 23: Abertura de praça de trabalho

2) Perfuração e organização dos testemunhos

Os trabalhos de perfuração duraram por volta de 45 dias, para um apoio logístico para realização das perfurações a equipe de sondagem tinham a disposição uma escavadeira Hyundai com operador para realizar a mobilização e deslocamento do equipamento de perfuração entre os furos marcados.

Na medida que os furos eram executados já eram realizados os trabalhos de descrições dos testemunhos de sondagem in loco por geólogo em campo, que acompanhava os serviços de sondagem. Após a descrição primaria os testemunhos eram devidamente acondicionados em caixas de sondagem, e devidamente

identificados através de plaquetas com o número do furo e a metragem correspondente em cada caixa de testemunhos.

Os furos tiveram uma profundidade média de 61,10 metros, mas teve caso de furo atingindo a profundidade de 100 metros.

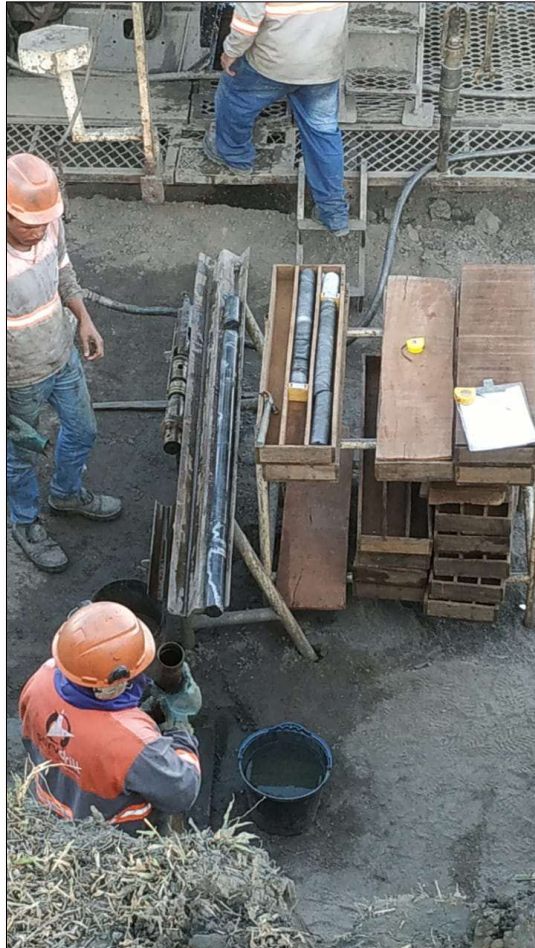


Figura 24: Testemunhos perfurados na sondagem

3) Fechamento das praças e instalação do marco de identificação do furo

Após a finalização dos furos de sondagem foi realizado a recuperação das praças de serviços, com a regularização do terreno, implantação de marco onde o ponto da sondagem e plantio de braquiária sobre o solo foi regularizado.



Figura 25: Praça de trabalho da sondagem em processo de recuperação

- Descrição geológica dos testemunhos de sondagem

Os testemunhos obtidos durante os trabalhos de sondagem foram acondicionados em caixas de madeira feitas criteriosamente a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados na ordem em que aparecem durante a perfuração. Feito isto, são realizadas análises para indicação do tipo de rocha, grau de alteração, consistência, fraturamento, porcentagem de recuperação, além do índice de qualidade/teor, posteriormente descritas. Após o serviço de campo finalizado, as amostras foram armazenadas em um galpão na cidade de Maiquinique, Bahia para descrição e quarteamento, que seguiram as seguintes etapas:

- Registro fotográfico

Na chegada das caixas ao galpão de armazenamento, eram realizados o registro fotográfico dos testemunhos de sondagem.

Etapas envolvidas:

1. Disposição das caixas de testemunho;
2. Identificação do furo e intervalo;
3. Fotografia das caixas de testemunhos;
4. Armazenamento e edição de fotos.

- Amostragem

A etapa de amostragem consiste em coletar as amostras de testemunho de sondagem para preparação física e análise química do minério de grafite e estéril do projeto. Foi realizado o plano de amostragem de acordo com as normas técnicas e seguindo um critério de amostragem.

Etapas envolvidas:

- Preparação das embalagens

Os sacos de amostragem eram etiquetados, identificados e organizados de acordo com a sequência do quarteamento.

- Conferência do plano de amostragem com marcação nas caixas de testemunhos.

As amostras foram coletadas de 1 em 1 metro, possibilitando a divisão desta metragem (0,5m) caso o material fosse totalmente heterogêneo (estéril/minério), afetando assim o teor. Foram feitas as marcações com o hidrocor de cor preta na borda esquerda da caixa para indicar a amostragem.

- Coleta e embalagem das amostras

Foi coletado $\frac{1}{4}$ do testemunho para análise, na metade esquerda do testemunho, sempre do topo em direção à base do intervalo, ou seja, da parte mais rasa do furo em direção à mais profunda.

Para amostragem de rochas friáveis, era inserido um separador de metal na metade do testemunho ao longo de toda a canaleta, de forma a garantir a exata amostragem de sua metade e, com uma pá coletora fazer a coleta da amostra (Figura 26).

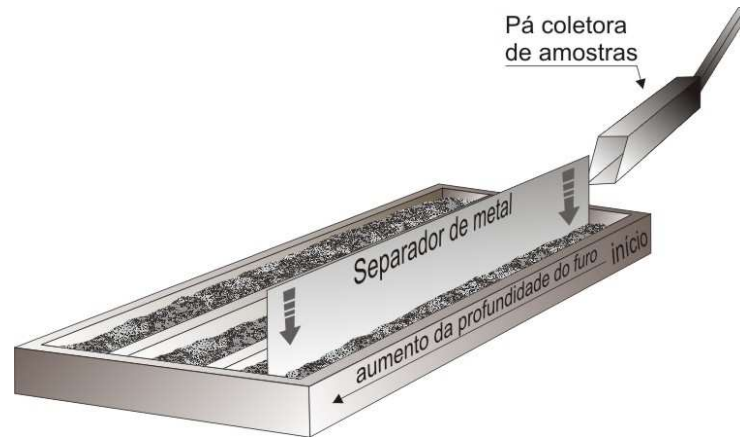


Figura 26 - Esquema de amostragem para materiais friáveis feita com o auxílio da pá coletora e com a inserção do separador de metal

Para amostragem de rochas compactas, os testemunhos foram serrados por um serrador de amostras responsável da empresa de Sondagem.

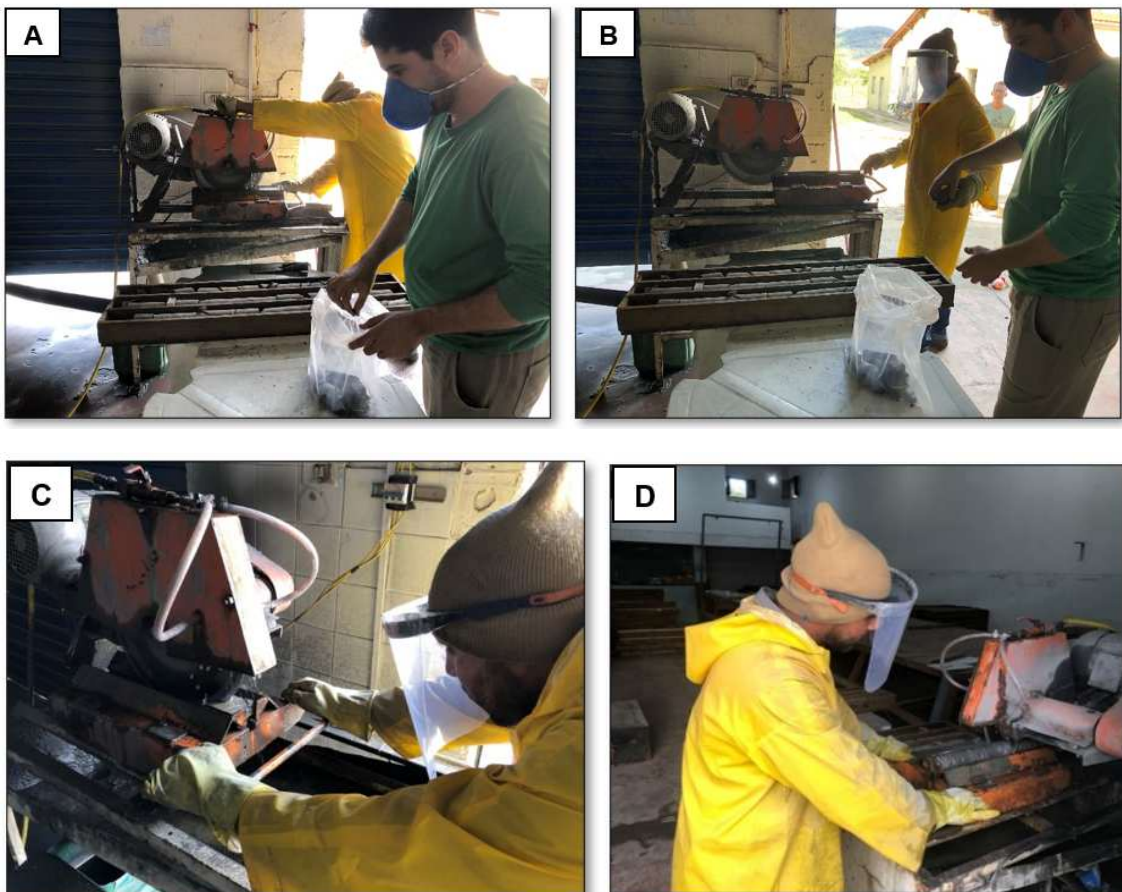


Figura 27: Trabalhos de quarteamento das amostras sondadas

- Descrição do testemunho

Após a amostragem foi realizado a descrição geológica dos testemunhos de sondagem seguindo as seguintes etapas:

Etapa 1: Preenchimento do cabeçalho da planilha de descrição geológica com todas as informações necessárias.

Etapa 2: Identificar e marcar os contatos litológicos: Foi identificado os principais domínios litológicos e marcado seus contatos com um traço de hidrocor de cor vermelha, com aproximadamente 3 cm de espessura, na borda esquerda da canaleta da caixa de testemunho.

Etapa 3: Definir a litologia do intervalo: Definir a litologia do intervalo a partir das características geológicas da rocha: composição mineral, texturas, estruturas e resistência. As litologias estão pré-definidas e descritas.

Etapa 4: Preencher os campos “De” e “Até”: Marcar de forma precisa a profundidade inicial e final do intervalo geológico previamente definido.

Quando a recuperação do intervalo for igual a 100% mede-se diretamente com a trena a profundidade marcada naquele ponto, a partir da primeira manobra anterior ao ponto; quando a recuperação não for 100% deve-se calcular a profundidade considerando a proporcionalidade na última manobra do intervalo, conforme indicado abaixo:

Calcular o índice de proporcionalidade da manobra conforme fórmula:

$$P = \frac{T}{C}$$

Onde, P é o índice de proporcionalidade da manobra, T é a metragem de testemunho de toda a manobra medida na caixa e C é o comprimento da manobra indicado pelo seu avanço.

A profundidade real é dada por:

$$PR = PI + \left(\frac{d}{P}\right)$$

Onde, PR é a profundidade real, PI é a profundidade até o início da última manobra do intervalo, d é a medida do início da última manobra do intervalo até o ponto desejado, e P o índice de proporcionalidade da manobra.

Etapa 5: Calcular comprimento do intervalo: Calcular o comprimento do intervalo pela fórmula “*Comprimento = De – Até*” e preencher o campo correspondente na planilha de descrição geológica.

Etapa 6: Definir a cor e a tonalidade predominante do intervalo: Definir a cor e a tonalidade predominante do intervalo descrito utilizando-se os códigos da planilha Códigos de Descrição Geológica.

Etapa 7: Identificar e definir a composição mineral predominante: Identificar os minerais com o auxílio de lupa, canivete, caneta imantada, caneta riscador, ácido clorídrico (testar a presença de carbonatos) e água oxigenada (testar a presença de manganês).

Determinar a composição mineral da rocha e preencher os campos mineral 1, mineral 2 e mineral 3, do mais abundante para o menos abundante, utilizando os códigos da planilha Códigos de Descrição Geológica.

Etapa 8: Determinar o grau de hidratação: Determinar o grau de hidratação da rocha, utilizando como parâmetro a presença ou ausência de hidróxidos de ferro (goethita e/ou limonita), para estabelecer se a rocha é ou não hidratada.

Etapa 9: Definir a granulometria: Definir o tamanho dos grãos da rocha, descrita na planilha Códigos de Descrição Geológica.

Etapa 9: Definir o grau magnetismo: Definir o magnetismo com o auxílio de uma caneta magnética, e classificar a presença ou não de magnetismo segundo a planilha Códigos de Descrição Geológica

Etapa 10: Definir o grau de alteração: Definir o grau de alteração da rocha segundo a planilha Códigos de Descrição Geológica.

Etapa 11: Preenchimento do campo Observações: Preencher este campo com informações geológicas não descritas nos campos anteriores, como minerais secundários, passagens de litologias englobadas no intervalo, incluindo descrição, seu início e fim, aspectos estruturais e texturais, relações de contato etc.

Etapa 12: Definir o tipo litológico: Com base na descrição geológica, definir a litologia e classificá-la de acordo com a planilha Códigos de Descrição Geológica e preencher o campo LITO.

Etapa 13: Identificar e medir estruturas: Medir o ângulo das estruturas planares com relação ao eixo do furo, realizar o maior número de medidas possíveis.

Para maior preservação da amostra e um melhor armazenamento, foi feito ripas de madeira do tamanho de $\frac{1}{4}$ do testemunho para substituição da amostra retirada para análise química. Em todas as caixas houve a substituição.



Figura 28 - AB: Marcação e colocação das ripas de madeira

- Considerações sobre resultados da sondagem

Com base nos dados obtidos através das análises realizadas em 733,34 metros, totalizando 623 amostras, observe-se com a tabela 04, a média ponderada de Cg de todos os furos realizados foi de 4,48%. Onde obtivemos um valor máximo de teor de 9,03 e mínimo de 2,59.

Nas litologias, os valores foram de máximo 14,09% e mínimo: >0,05%.

A partir dessas análises químicas observou-se que em algumas litologias os teores vão ser maiores, o que depende diretamente com a mineralogia presente, de acordo com a descrição feita em campo e dos testemunhos.

No que diz respeito a alteração, quanto maior o grau de resistência, menor o teor, sugere-se que a presença maior de sílica que ainda não sofreu alteração afeta diretamente o teor de carbono grafítico.

Foi determinado a porção W6 a W3 que teria uma extração mecânica, feita apenas por máquinas onde o custo exploratório é menor. Na porção W2 a W0 seria utilizado o método de extração por explosivos.

O ângulo de mergulho observado nos furos, variam muito, o que sugere uma região bem dobrada, o que confirma a variação de teores em uma mesma altitude.

De acordo com a descrição, foi possível determinar que as intrusões pegmatíticas podem ter influenciado na mineralização do corpo grafitico.

O xisto-grafitoso seria a rocha encaixante, e próximo a estas intrusões o teor é um pouco elevado quando há presença de grafita. Neste corpo, o teor é baixíssimo, chegando a $>0,05Cg\%$, o que caracteriza um material estéril.

Nas drenagens os afloramentos grafitosos possuem as mesmas características dos testemunhos, o que sugere que esse corpo tenha uma extensão de aproximadamente 2,5km, alternando sua profundidade e composição.

SONDAGEM	PROFUNDIDADE X TEOR					
	FRIÁVEL		COMPACTA		TOTAL	
	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)
SR-01	33,00	3,12	57,03	2,63	90,03	2,81
SR-02	40,00	9,02	9,00	9,09	49,00	9,03
SR-03	33,50	4,23	36,65	3,53	70,15	3,86
SR-04	45,93	4,01	7,12	0,84	53,05	3,58
SR-05	41,00	8,36	2,00	4,41	43,00	8,18
SR-06	31,25	2,67	38,90	2,52	70,15	2,59
SR-07	45,00	3,91	9,00	4,42	54,00	4,00
SR-08	41,00	8,58	13,30	2,98	54,30	7,21
SR-09	6,00	2,76	32,60	3,34	38,60	3,25
SR-10	30,00	4,25	14,95	2,59	44,95	3,70
SR-11	44,00	4,67	6,15	1,37	50,15	4,27
SR-12	34,00	2,65	16,40	6,23	50,40	3,81
Total	424,68	-	243,10	-	667,78	-
Média S	35,39	4,85	20,26	3,66	55,65	4,69
Média P	-	5,14	-	3,34	-	4,48

Tabela 04: Profundidade e teores dos furos de sondagem

3.5 Cálculo de Reserva do minério

Para a execução do cálculo das reservas, medida e indicada, foi utilizado o método das seções, com formação de blocos, com base na meia distância entre as seções. Para a elaboração e cubagem das reservas, as seguintes premissas tecnológicas e de elaboração foram adotadas:

- Premissas tecnológicas:

- Direção camadas (encaixante e minério): N20°E,
- Mergulho camadas (encaixante e minério): 20° NW,
- Densidade carbono grafítico (Cg): 2,25 ton/m³,
- Densidade minério (ROM): 2,57 ton/m³,
- Densidade estéril: 2,57 ton/m³,
- Fator de empolamento minério e estéril: 1,60,
- Profundidade média de alteração: 36,59 m.

- Premissas de elaboração:

- Utilização programa AUTOCAD 22,
- Seções com escala sobrelevada de 2.X, para melhor visualização.
- Mergulho aparente conforme sobrelevação.
- Considerada somente espessura alterada, com média de 36,59 m, máximo de 49,45 m e mínimo de 6,00 m.
- Projeção camadas para SE até afloramento,
- Projeção camadas para NW até limite de alteração de cada furo,
- As sondagens a NW tiveram seu limite de alteração ditados pelo limite da sondagem em questão com a projeção do limite médio de alteração (36,59) mais a NW,
- Deste modo foram definidas as áreas mineralizadas para cada sondagem, - As áreas foram divididas por 2 (dois) devido a sobrelevação vertical das mesmas (2X),
- Não foi definido um teor de corte (cut off).

- Área das sondagens:

A malha de sondagem foi dividida em blocos que representam a área de influência de cada furo. Foi encontrada a meia distância entre as sondagens na direção N20°E, que serviu como limite de influência nesta direção para cada sondagem. As sondagens periféricas (N e S) tiveram seu limite também por esta meia distância encontrada.

- Perfis geológicos

Foram elaborados 06 perfis geológicos denominados de seção 01, 02, 03, 04, 05 e 06. Os perfis apresentam orientação NW-SE. Para cada perfil são apresentados os níveis mineralizados. Cada nível recebeu uma denominação numérica, correspondente a sondagem que o influencia. Para cada nível foi calculado a sua área. As áreas e espessuras dos níveis mineralizados são apresentados nos perfis geológicos.

- Metodologia de cálculo

De posse da área e do teor ponderado e/ou único de cada nível, os níveis foram ponderados para cada sondagem, definindo um único valor com área total e teor médio ponderado para cada sondagem. Cada seção influencia 01 bloco. Os blocos foram denominados de 01 a 06. O volume foi calculado com base na distância determinada como limite da área de influência de cada sondagem (seção), pela seguinte fórmula:

$$\text{VOLUME SR01} = \text{ÁREA SR01} \times \text{DI}$$

$$\text{VOLUME SR01} = 5035 \text{ m}^2 \times 100 \text{ m}$$

$$\text{VOLUME SR01} = 503.500 \text{ m}^3$$

$$\text{TEOR MÉDIO (\%)} = 7,85$$

$$\text{TOTAL Cg (t)} = \text{VOL. SR01} \times \text{TM} \times \text{D Cg}$$

$$\text{TOTAL Cg (t)} = 88.913$$

$$\text{DI} = \text{DISTÂNCIA DE INFLUÊNCIA}$$

$$\text{TM} = \text{TEOR MÉDIO PONDERADO}$$

$$\text{D Cg} = \text{DENSIDADE MÉDIA Cg}$$

- Reserva medida

O volume e a tonelagem da reserva mineral foram definidos nos 06 blocos principais de pesquisa: 01 a 06. Com as seguintes distâncias de influência e áreas:

Bloco	DI	Área
	(m)	(m ²)
Bloco 01	100	50.000
Bloco 02	61,1	30.550
Bloco 03	95,88	47.940
Bloco 04	100	50.000
Bloco 05	87,92	43.960
Bloco 06	76,75	38.375
Total		260.825
Média	86,94	

Tabela 05: Distância e área de influência de cada bloco

As seguintes reservas medidas foram encontradas para cada bloco:

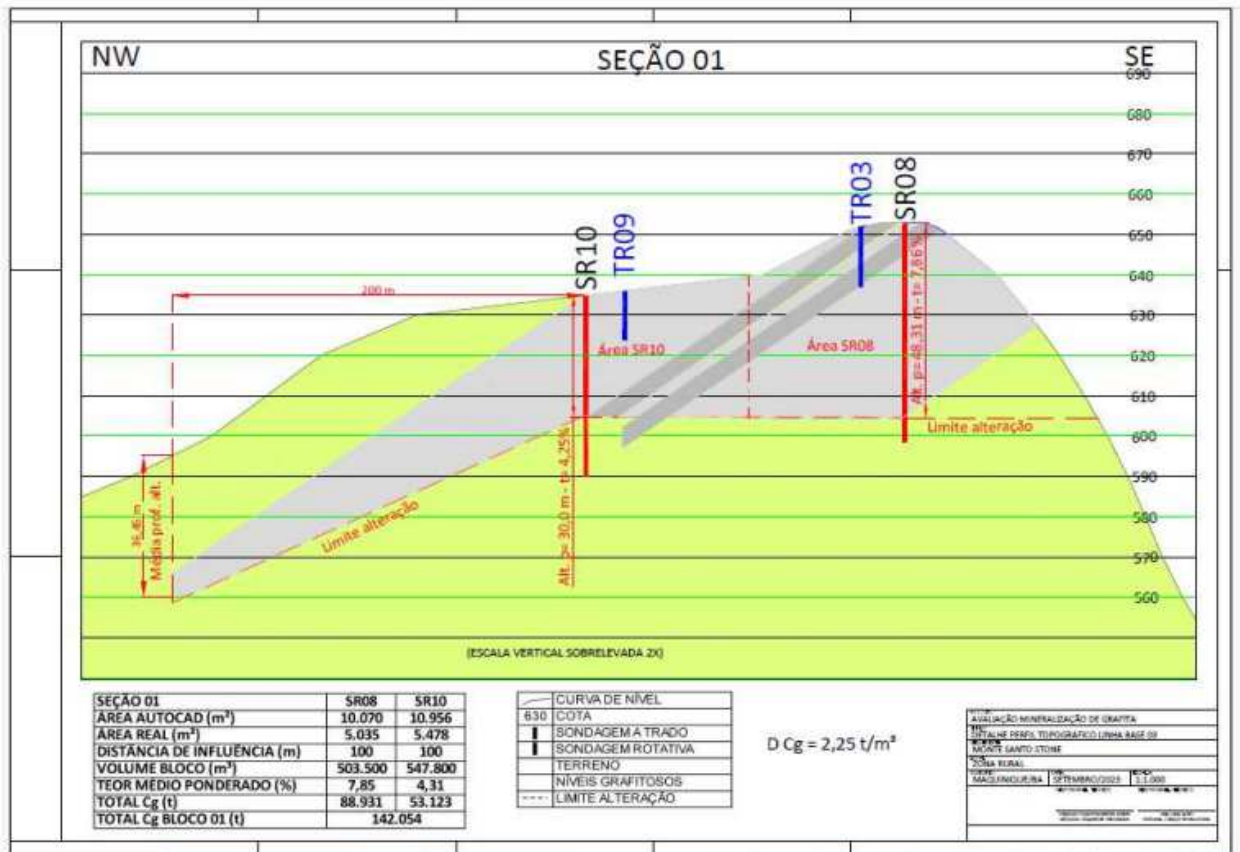


Figura 29 - Perfil seção 01

SEÇÃO 02	SR01	SR06
ÁREA AUTOCAD (m ²)	7.073	11.903
ÁREA REAL (m ²)	3.537	5.952
DISTÂNCIA DE INFLUÊNCIA (m)	61,1	61,1
VOLUME BLOCO (m ³)	216.080	363.637
TEOR MÉDIO PONDERADO (%)	3,54	2,67
TOTAL Cg (t)	17.211	21.845
TOTAL Cg BLOCO 02 (t)	39.056	

Tabela 07 - Dados seção 02.

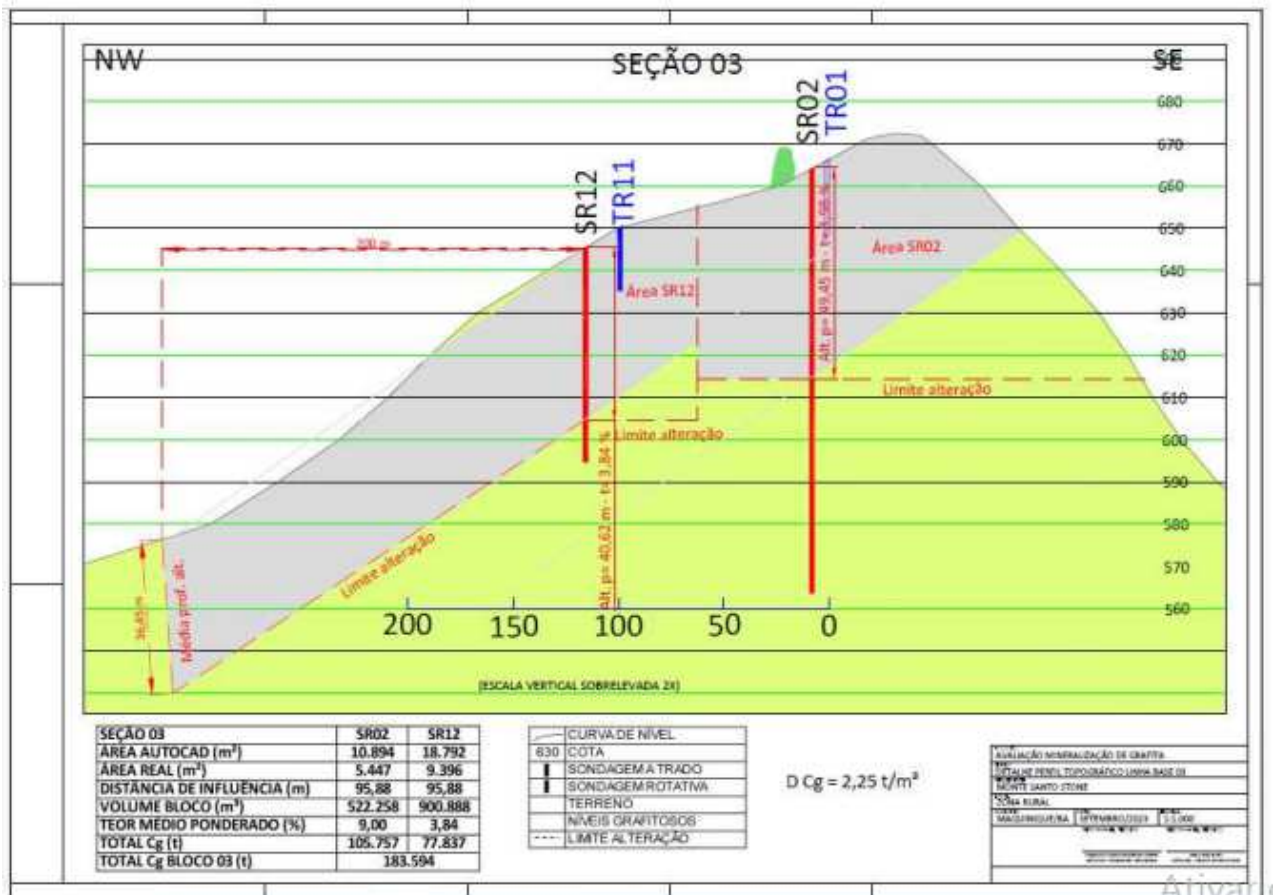


Figura 31 - Perfil seção 03

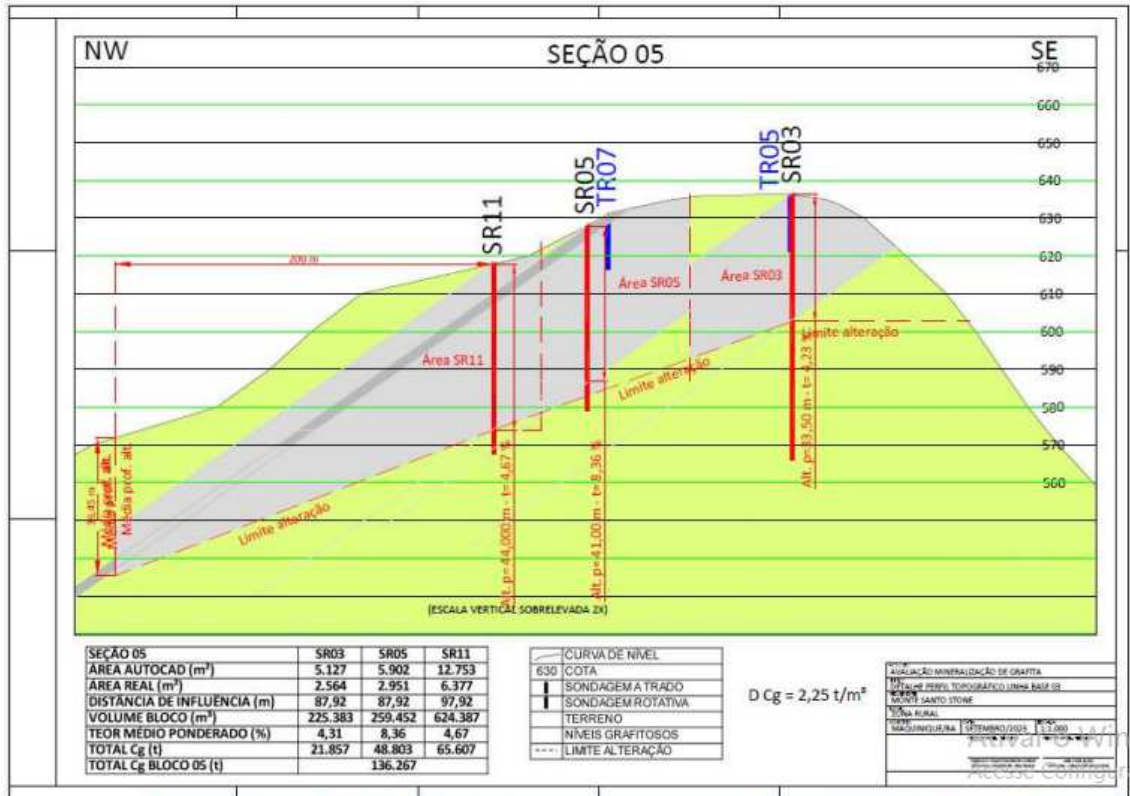


Figura 33 - Perfil seção 05

SEÇÃO 05	SR03	SR05	SR11
ÁREA AUTOCAD (m²)	5.127	5.902	12.753
ÁREA REAL (m²)	2.564	2.951	6.377
DISTÂNCIA DE INFLUÊNCIA (m)	87,92	87,92	97,92
VOLUME BLOCO (m³)	225.383	259.452	624.387
TEOR MÉDIO PONDERADO (%)	4,31	8,36	4,67
TOTAL Cg (t)	21.857	48.803	65.607
TOTAL Cg BLOCO 05 (t)		136.267	

Tabela 10 - Dados seção 05

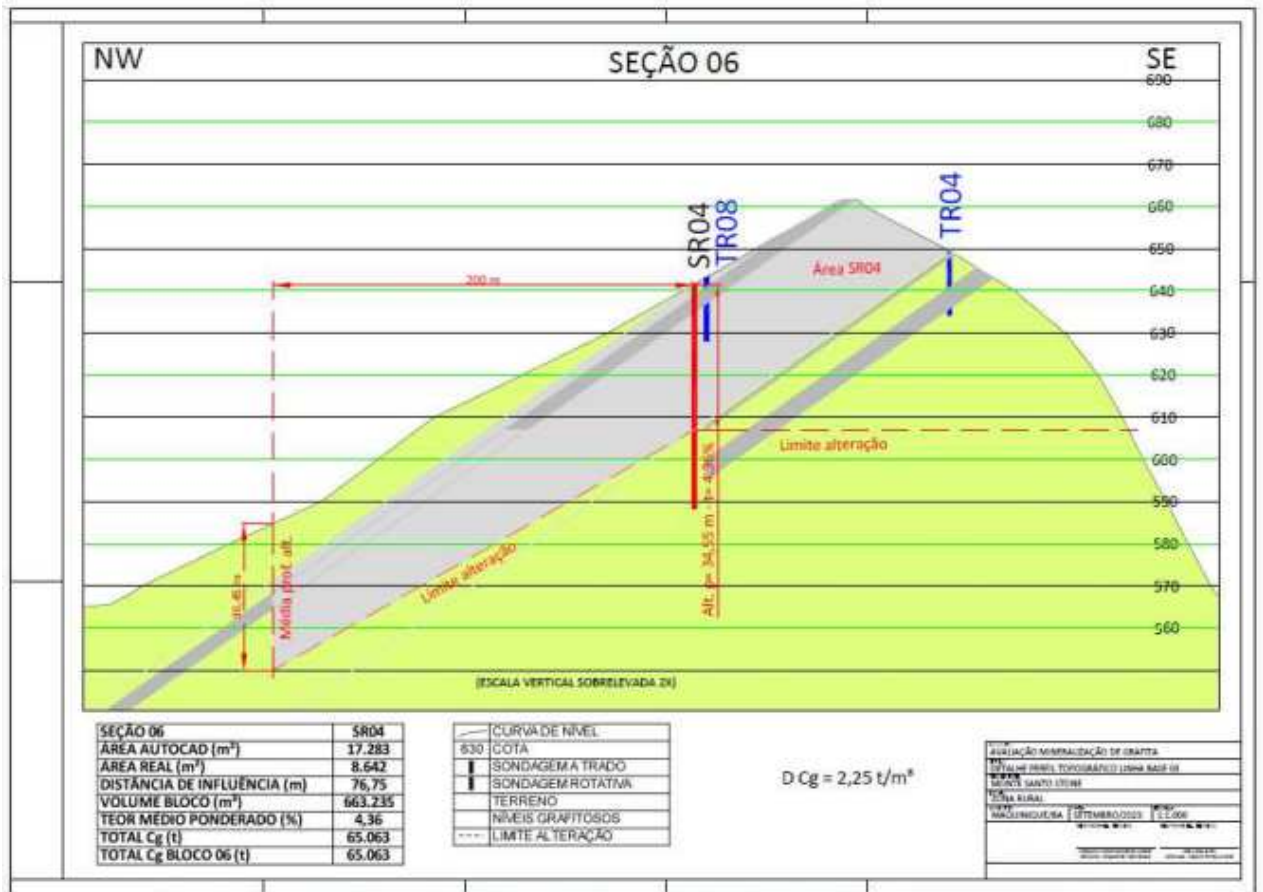


Figura 34 - Perfil seção 06

SEÇÃO 06	SR04
ÁREA AUTOCAD (m²)	17.283
ÁREA REAL (m²)	8.642
DISTÂNCIA DE INFLUÊNCIA (m)	76,75
VOLUME BLOCO (m³)	663.235
TEOR MÉDIO PONDERADO (%)	4,36
TOTAL Cg (t)	65.063
TOTAL Cg BLOCO 06 (t)	65.063

Tabela 11 - Dados seção 06

Os valores da Reserva Medida Total Cubada foram de 606.847 t com teor médio de 5,85% de Cg.

CUBAGEM		
RESERVA MEDIDA		
SEÇÃO	t Cg	teor
SR08	88.931	7,85
SR10	53.123	4,31
SR01	17.211	3,54
SR06	21.845	2,67
SR02	105.757	9,00
SR12	77.837	3,84
SR07	39.571	3,91
SR09	1.242	2,76
SR03	21.857	4,31
SR05	48.803	8,36
SR11	65.607	4,67
SR04	65.063	4,36
TOTAL	606.847	
MÉDIA P.		5,85
MÁXIMO	105.757	9,00
MÍNIMO	1.242	2,67
DESVIO	30308,29	2,08

Tabela 12 - Reserva medida total

RESERVA INDICADA

A reserva indicada só foi possível ser calculada para Norte e para Sul, já que as camadas apresentam mergulho para Noroeste (NW). Deste modo foram definidas 02 (duas) reservas indicadas, uma para N com base na seção 06 e uma para S com base na seção 01. Ambas apresentam distância de influência de 100 m e área de 50.000 m². A Indicada Norte apresenta um total de 84.773 t de Cg com teor médio ponderado de 4,36% de Cg e a indicada Sul um total de 142.054 t de Cg com teor médio ponderado de 6,53%. Apresenta um total de 226.827 t Cg com teor médio ponderado de 5,72%.

INDICADA NORTE	SR04
AREA AUTOCAD (m²)	17.283
AREA REAL (m²)	8.642
DISTÂNCIA DE INFLUÊNCIA (m)	100
VOLUME BLOCO (m³)	864.150
TEOR MÉDIO PONDERADO (%)	4,36
TOTAL Cg (t)	84.773
TEOR MÉDIO PONDERADO (%)	4,36
TOTAL Cg (t) INDICADA NORTE	84.773

Tabela 13 - Reserva indicada norte

INDICADA SUL	SR08	SR10
AREA AUTOCAD (m²)	10.070	10.956
AREA REAL (m²)	5.035	5.478
DISTÂNCIA DE INFLUÊNCIA (m)	100	100
VOLUME BLOCO (m³)	503.500	547.800
TEOR MÉDIO PONDERADO (%)	7,85	4,31
TOTAL Cg (t)	88.931	53.123
TEOR MÉDIO PONDERADO (%)	6,53	
TOTAL Cg (t) INDICADA SUL	142.054	

Tabela 14 - Reserva indicada sul

RESERVA INDICADA		
POSIÇÃO	t Cg	teor
NORTE	84.773	4,36
SUL	142.054	6,53
TOTAL	226.827	5,72

Tabela 15 - Reserva indicada total

RESERVA TOTAL

Deste modo a reserva total é composta pelo somatório das reservas medida, indicada e inferida com seus respectivos teores ponderados. A reserva total apresenta um valor de 1.287.554 t de Cg com teor médio ponderado de 5,78%.

RESERVA TOTAL		
TIPO	t Cg	teor
MEDIDA	606.847	5,85
INDICADA	226.827	5,72
INFERIDA	453.880	5,72
TOTAL	1.287.554	5,78

Tabela 16 - Reserva total e teor médio ponderado

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo de caso abordou todos os trabalhos necessários para a avaliação e cubagem de ocorrência do mineral grafita. Mineral esse que vem ganhando protagonismo junto aos minerais para compor a matriz de transição energética.

A região onde ocorreram os trabalhos de pesquisa transcorreram estão aceitavelmente bem mineralizados, sendo comprovado pelas análises químicas e físicas que atendem as necessidades técnicas que uma fatia considerável do mercado consumidor de grafita precisa.

Conforme foi mostrado ao longo de todo estudo de caso, os trabalhos de pesquisa desenvolvidos na área alvo possibilitaram estabelecer um teor médio do mineral minério que no caso é a grafita de 5,85%, uma reserva total de 1.287.554 toneladas de minério, sendo 606.847 toneladas de minério medido, 226.827 toneladas de minério indicado e 453.880 toneladas de minério inferido.

A área onde está localizado a ocorrência tem alguns problemas de infraestrutura, como estradas rurais em péssimas condições de conservação, porém algo que pode ser contornado com a execução de serviços pontuais de melhorias e conservação das vias rurais.

Como um ponto de melhoria para próximos projetos de exploração mineral, poderiam ser incluídos nos fluxos de trabalho de prospecção, serviços de geofísica para um melhor norteamento para definição da malha de sondagem, visto que nesse projeto para essa definição se baseou nas campanhas de mapeamento e trado com a inclusão da geofísica poderia expandir um pouco além o horizonte da mineralização.

Outra consideração seria elaborar uma malha de sondagem mais adensada com furos mais próximos uns dos outros e que essa malha poderia abranger uma área maior para cobrir toda a mineralização aparente, o que poderia aumentar consideravelmente os valores da cubagem do minério e por consequência agregar ainda mais valores ao projeto.

Como avaliação geral o projeto é amplamente positivo visto os valores alcançados pelos trabalhos de exploração mineral tanto do ponto de vista dos volumes cubados como nas análises químicas e físicas executados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKIMIN, F. F.; PEDROSA, A. C. P.; NOCE, C. M.; CRUZ, S. C. P. Sobre a evolução tectônica do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 1-16, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11630>>. Acesso em: 10 Set. 2024.

BELÉM, J. **Recursos minerais de Minas Gerais – grafita**. Belo Horizonte: UFMG, 2018. 25 p.

BICHO, P. C.; REIS, E.; MELO, E. Exploração mineral: tendências tecnológicas. In: Luz, A. B.; Fernandes, C. R. C.; Matos, G. M.; Castilhos, C. Z. (Orgs.). **Tendências tecnológicas Brasil 2015: Geociências e tecnologia mineral**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. Cap. 2, p. 23-32.

CASAGRANDE, B. P. **Material de apoio pesquisa mineral**. Belo Horizonte: UFMG, 2023.

CAVALCANTE NETO, M. T. O.; Rocha, A. M. R. **Noções de prospecção e pesquisa mineral para técnicos de geologia e mineração**. Natal: IFRN, 2010.

MATOS, R. D. (ORG.); SOUZA, J. M. **Projeto avaliação do potencial da grafita no Brasil - fase 1**. São Paulo: CPRM, 2020. 136 p.

MARINI, O. J. Potencial mineral do Brasil. In: Melfi, J. A.; Misi, A.; Campos, D. A.; Cordani, G. U. (Orgs.). **Recursos minerais no Brasil: problemas e desafios***. Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciência**, 2016. Cap. 1, p. 18-31.

STOPA, I. S. dos S. **Análise das principais técnicas de amostragem manual para amostras binárias diferentes em granulometria e densidade**. 2017. 71 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

STURARO, J. R.; MENICHELL, M.; CAMARGO, E. S.; CABRAL, M. **Métodos de avaliação de depósitos minerais: estudo de caso**. Rio Claro: UNESP. 2012.