



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**MATHEUS LOPES DE JESUS**

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOFÍSICA DO *SILL* DO RIO  
JACARÉ NO ALVO SÃO JOSÉ – MARACÁS/BA**

**Salvador – Bahia  
2019**

**MATHEUS LOPES DE JESUS**

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOFÍSICA DO *SILL* DO RIO  
JACARÉ NO ALVO SÃO JOSÉ – MARACÁS/BA**

Monografia apresentada ao curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Santana Correia de Brito

**Salvador – Bahia  
2019**

## CARIMBO

Lopes de Jesus, Matheus

Caracterização geológica-geofísica do Sill do Rio Jacaré no Alvo São José - MARACÁS/BA / Matheus Lopes de Jesus. -- Salvador, 2019.

54 f. : il

Orientador: Reinaldo Santana Correia de Brito.  
TCC (Graduação - Geologia) -- Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 2019.

1. Mapeamento. 2. Sill do Rio Jacaré. 3. Estratigrafia. I. Santana Correia de Brito, Reinaldo. II. Título.

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**MATHEUS LOPES DE JESUS**

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOFÍSICA DO *SILL* DO RIO  
JACARÉ NO ALVO SÃO JOSÉ – MARACÁS/BA**

Trabalho final de graduação aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em geologia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

1º Examinador – Prof. Dr. Reinaldo Correia Santana Brito  
Universidade Federal da Bahia

2º Examinador – Ramon Matos Arouca Júnior  
Universidade Federal da Bahia

3º Examinador – Reginaldo Alves dos Santos  
Geólogo - Consultor

**Salvador – Bahia  
2019**

## RESUMO

O Distrito Vanadífero de Maracás hospeda os maiores recursos de vanádio das Américas, presentes no *Sill* do Rio Jacaré (SRJ). Os maiores depósitos estão associados a grupos de camadas de metamagnetitos, com maiores concentrações no alvo Gulçari A. O SRJ possui outros quatro depósitos satélites, Novo Amparo Norte (NAN), Novo Amparo (NAO), Gulçari A Norte (GAN) e São José (SJO), objeto principal deste estudo. Este consiste na integração de dados geológicos e geofísicos da região da fazenda São José, Maracás – BA, numa área que mede 7 km<sup>2</sup> com o objetivo de realizar uma cartografia geológico-geofísico especializada. A metodologia empregada compreendeu atividades como interpretação de imagens temáticas de satélite, mapeamento geológico na escala de 1:10.000, estudos petrográficos das litologias do SRJ, modelagem geofísica qualitativa através da interpretação de dados de magnetometria terrestre, descrição geológica dos furos de sondagem e exercícios de compartimentação estratigráfica do alvo. A análise integrada dos dados resultou na individualização de três domínios litoestratigráficos: Faixa de metavulcânicas com metassedimentos subordinados da Formação Mirante; rochas meta-máficas e ultramáficas do *Sill* do Rio Jacaré; e gnaisses do embasamento. No domínio do SRJ foram identificadas as subunidades: Zona superior I, zona superior IIA, zona superior IIB e zona superior IIC. No embasamento foram reconhecidas duas unidades: gnaisses Pé de Serra e gnaisses do Complexo Jequié. Os estudos geológico-geofísicos contribuíram para a delimitação mais precisa das unidades litoestratigráficas. Nesse sentido foi possível compartimentar a área em 4 domínios geofísicos pelo método magnetométrico, subdivididos no sentido de correlacionar com as unidades estratigráficas. A análise integrada dos dados indicou a continuação de corpos mineralizados para norte e sul do SRJ. Além de contribuir para o conhecimento geológico da área, este trabalho fornece elementos para planejar a implantação de uma possível futura mina da Largo Resources Ltd no Distrito Vanadífero de Maracás. Os resultados foram integrados em um artigo e no “Mapa Geológico – Geofísico do depósito de Ti-magnetita vanadífera do alvo São José”.

## ABSTRACT

The Maracas Vanadiferous District hosts the largest vanadium resources in the Americas, present in the Rio Jacaré Sill (RJS). The largest deposits are associated with metamagnetite layer groups, with higher concentrations in the Gulçari A target. SRJ has four other satellite deposits, Novo Amparo Norte, Novo Amparo, Gulçari A Norte and São José (SJO), the main object of this study. This consists of the integration of geological and geophysical data from the São José farm region, Maracás - BA, in an area measuring 7 km<sup>2</sup>, with the objective of performing a specialized cartography. The methodology employed included activities such as aerial photography interpretation, 1:10.000 geological mapping, petrographic studies of RJS lithologies, qualitative geophysical modeling through the interpretation of terrestrial magnetometry data, geological description of drillholes FSJ33, FSJ27, FSJ12 and FSJ03 and stratigraphic interpretation of the target. The integrated data analysis resulted in the individualization of three lithostratigraphic domains: metavolcanic with subordinate metasediments of the Mirante Formation; Gabróic rocks of the Rio Jacaré Sill; and basement gneisses. In the RJS domain, the subunits were identified: Upper Zone I, Upper Zone IIA, Upper Zone IIB and Upper Zone IIC. In the basement were recognized two units: gneiss Pé de Serra and gneiss Jequié Complex. Geological-geophysical studies have contributed to the more precise delimitation of lithostratigraphic units. In this sense it was possible to compartmentalize the area into 4 geophysical domains, subdivided aiming at the correlation with the stratigraphic lithological units. Integrated data analysis indicated the continuation of mineralized bodies to the north and south. In addition to contributing to the geological knowledge of the area, this work provides elements for planning the implementation of a possible future mine of Largo Resources Ltd. The results were integrated in this article and in the "Geological - Geophysical Map of the target vanadiferous Ti-magnetite deposit. São José".

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapas de localização e situação da área de estudo.....	12
Figura 2: Distribuição dos principais depósitos de vanádio no mundo.....	14
Figura 3: Seção geológica da porção oeste da área de estudo.....	19
Figura 4: a) Mapa esquemático com as unidades geotectônicas da região onde está situado o Lineamento Contendas-Jacobina. (Adaptado de Sabaté et al. 1990 e Teixeira et al. 2000 apud Marinho e Leite, 2012). b) Mapa geofísico de magnetometria de campo total, aerolevanteamento Vitória da Conquista – Ruy Barbosa (CBPM, 2006). .....	24
Figura 5: Mapa geofísico de magnetometria de campo total da área de estudo com os domínios magnéticos interpretados..	26
Figura 6: Mapa geofísico interpretado da área de estudo.....	28
Figura 7: Mapa geológico do Sill do Rio Jacaré no alvo São José - Maracás/BA. ....	29
Figura 8: Descrição geológica do furo FSJ 12 com o respectivo valor de susceptibilidade magnética e teor de V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> head grade. ....	31
Figura 9: Descrição geológica do furo FSJ 33 e separação dos ciclos M3 e M4 da Zona Superior IIA utilizando como parâmetro: Estratificação de fase, estratificação críptica e estratificação modal a partir dos dados de química e susceptibilidade magnética. .	36
Figura 10: Descrição geológica do furo FSJ 33 e separação do ciclo M5 da Zona Superior IIB utilizando como parâmetro: Estratificação de fase, estratificação críptica e estratificação modal a partir dos dados de química e susceptibilidade magnética. .	38
Figura 11: Descrição geológica do furo FSJ 27 e separação dos ciclo M6 e M7 da Zona Superior IIC utilizando como parâmetro: Estratificação de fase, estratificação críptica e estratificação modal a partir dos dados de química e susceptibilidade magnética. .	41
Figura 12: Seção geológica do Sill do Rio Jacaré no alvo São José.....	42

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Rocha vulcânica andesítica com presença de amígdalas da sequência do Contendas-Mirante. ....	30
Microfotografia 2: Prancha com entre fotos dos litotipos da Zona Superior I de seções polidas delgadas. A) Microfotografia do titano biotita-metagabro do topo da zona superior I em luz plana e polarizada com microestruturas poiquiloblástica e de cumulus. Os cristais exibem uma orientação preferencial. b) Microfotografia metanortosito do do fim da zona superior I com microestruturas poiquiloblástica e de oikocristais de Cpx. Os cristais não exibem orientação preferencial. ....	31

Microfotografia 3: Prancha com fotos dos litotipos do ciclo de M3 da Zona Superior IIA de seções polidas delgadas. A) Microfotografia do magnetita-metagabro da base da zona superior IIA em luz plana e polarizada com microestruturas poiquiloblástica e lepidoblástica. b) Microfotografia do Hornblenda Metagabronorito com magnetita do do topo da zona superior IIA com microestruturas poiquiloblástica e decussada. c) Microfotografia do metanortosito do fim da zona superior IIA com microestruturas poiquiloblástica e de oikocristais de Cpx. Os cristais não exibem orientação preferencial. ....	33
Microfotografia 4: Prancha com entre fotos dos litotipos do ciclo de M4 da Zona Superior IIA de seções polidas delgadas. a) Microfotografia do metamagnetitito com microestruturas de cumulus. b) Microfotografia do magnetita-metacogabro com microestruturas nematoblástica. c) Microfotografia do metagabro com microestruturas granular decussada. d) Microfotografia do metanortosito com microestruturas oikocristais.....	35
Microfotografia 5: Prancha com microfotografias de seções polidas delgadas dos litotipos da zona superior IIB. a) Metamagnetitito com microestruturas de cumulus e epidotização. b) Apatita magnetita-metagabro com microestruturas lepidoblástica, nematoblástica e poiquiloblástica. ....	37
Microfotografia 6: Prancha com microfotografias de seções polidas delgadas dos litotipos de M6 da zona superior IIC. a) Magnetita-metagabro com microestruturas nematoblástica.. b) Metamagnetitito com microestruturas de cumulus e granular decussada. c) Metanortosito com microestruturas de oikocristais.....	39
Microfotografia 7: Prancha com microfotografias de seções polidas delgadas dos litotipos de M7 da zona superior IIC. a) Metamagnetitito com microestruturas granular decussada, poiquiloblástica e de cumulus. b) Magnetita-metagabro com microestruturas nematoblástica e poiquiloblástica. ....	40
Fotografia 8:Afloramento de gnaiss Pé de Serra. Visada para norte (coordenadas: 8494169 mN / 319497 mE). ....	42
Fotografia 9: Afloramento do Complexo Jequié. Visada em planta (coordenadas: 8494169 mN/ 319486 mE). ....	42

#### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Correlação entre a estratigrafia de Brito (2000) e a atualização de Brito et al. (2016).....	18
--	----



Tabela 2: Composição modal em % de seções polidas delgadas dos litotipos da Zona Superior I. ....	31
Tabela 3: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M3 na Zona Superior IIA.....	32
Tabela 4: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M4 na Zona Superior IIA.....	34
<i>Tabela 5: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos da zona superior IIB.....</i>	<i>37</i>
Tabela 6: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M6 da zona superior IIC. ....	40
Tabela 7: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M7 da zona superior IIC. ....	41

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>11</b>
<b>ESTADO DA ARTE.....</b>	<b>13</b>
<b>ARTIGO.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>48</b>

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO GERAL

---

O presente trabalho consiste na integração de estudos geológicos e geofísicos de dados de pesquisa de exploração do depósito de titano-magnetita vanadífera do alvo São José, Maracás – BA. Este depósito localiza-se na região centro-norte do Distrito Vanadífero de Maracás. Esse distrito tem como única mineradora a Largo Resources Ltd, que explora a única mina desse metal das Américas (BRITO E NONATO, 2014). O alvo São José, até o presente momento, apresenta poucos estudos desenvolvidos na área, este trabalho corrobora no sentido da ampliação do conhecimento geológico na região.

O depósito localiza-se na zona superior do *Sill* do Rio Jacaré (SRJ) (BRITO, 2000), no contexto geológico do Complexo Contendas - Mirante (MARINHO *et al.*, 1979), situado geotectonicamente entre os blocos Jequié e Gavião no Cráton São Francisco (CFS) (ALMEIDA, 1977).

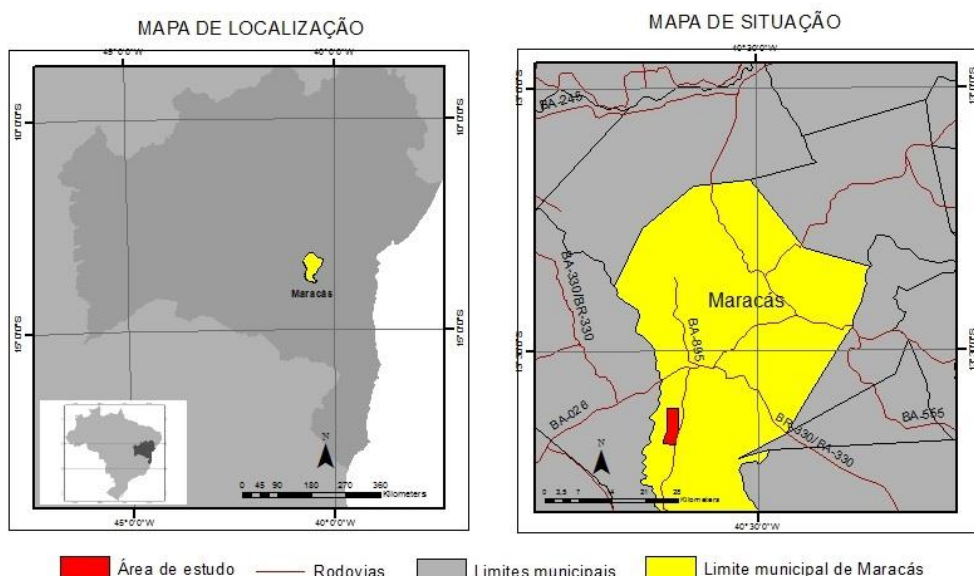
No alvo São José é observado um espessamento das rochas da zona superior IIA e IIB (Brito 2000), que é cortado por um sistema de falhas NE-SW que deslocam as camadas do *sill*. Além disso, é observado dois trends principais de anomalia magnetométrica NNE-SSW, possibilitando um aumento de recursos do alvo.

A mineralização mais importante do SRJ é constituída por corpos de magnetitos, cuja substância principal é o vanádio trivalente, que ocorre substituindo o  $Fe^{+3}$  na estrutura da titano-magnetita. Assim, são conhecidos regionalmente vários corpos mineralizados em titanomagnetita vanadífera, hospedados no *Sill* do Rio Jacaré. Esses corpos mineralizados mostram excelente resposta ao método geofísico magnetométrico terrestre e aéreo. Dessa forma, os trabalhos de geologia de mapeamento associados com dados geofísicos magnetométricos foram utilizados para melhor discriminar os domínios estruturais (falhas, zonas de cisalhamento e descontinuidades) e litoestratigráficas do alvo.

O objetivo principal deste trabalho é espacializar a compartimentação estratigráfica do SRJ no Alvo São José, discriminando as anomalias geofísicas pelo método magnetométrico, os principais controles das zonas mineralizadas, dimensões dos corpos mineralizados e indentificar estruturas e texturas primárias características das unidades litoestratigráficas a partir de furos de sondagem.

Este estudo consta no mapeamento sistemático geológico-geofísico na escala de 1: 10.000 do alvo, que corresponde a uma área mapeada de 7 km<sup>2</sup>. O objeto de trabalho localiza-se na porção sudeste do Estado da Bahia, no município de Maracás (Figura 1), entre as localidades de Pé de Serra e Porto Alegre. O acesso à área, partindo-se de Salvador, é feito através da BR-324 até Feira de Santana, e daí pela BR-116, até o acesso à rodovia BA-130, onde segue para o município de Maracás. A partir de então, segue pela BA-026 até o povoado de Pé de Serra. O percurso da capital do estado até esse povoado é de 370 km, de onde se segue por meio de uma estrada carroçável por mais 22 km até chegar à área de estudo.

Figura 1: Mapas de localização e situação da área de estudo.



Os resultados dessa pesquisa foram organizados em forma de artigo, que será submetido à avaliação para posterior publicação na revista científica Geologia USP.

## 2.1 Mineralizações de Fe-Ti-V ortomagmático

Os depósitos de Fe-Ti-V ortomagmáticos podem ser classificados em dois tipos de acordo com o óxido predominante: depósitos do tipo Ilmenita, associados aos complexos anortosíticos e hospedado em terrenos de alto grau; e depósitos do tipo Ti-magnetita, caso de Bushveld, Stillwater, Pansihua, Campo Alegre de Lourdes e *Sill* do Rio Jacaré (maior repositório de  $V_2O_5$  hospedado em Ti-magnetita vanadífera do mundo e onde localiza-se a primeira mina de Vanádio da América do Sul), hospedados em grandes complexos máficos-ultramáficos e *sills* estratificados gabróicos anortosíticos (GROSS, 1996).

Wager & Brown (1967) descreveu o conceito de intrusões máficas/ultramáficas estratificadas como corpos de natureza ígnea formados por sucessivas camadas de magmas diferenciados que sofreram diferenciação magmática da base ao topo da intrusão. As camadas geradas irão apresentar uma uniformidade composicional própria, além de características texturais e/ou estruturais.

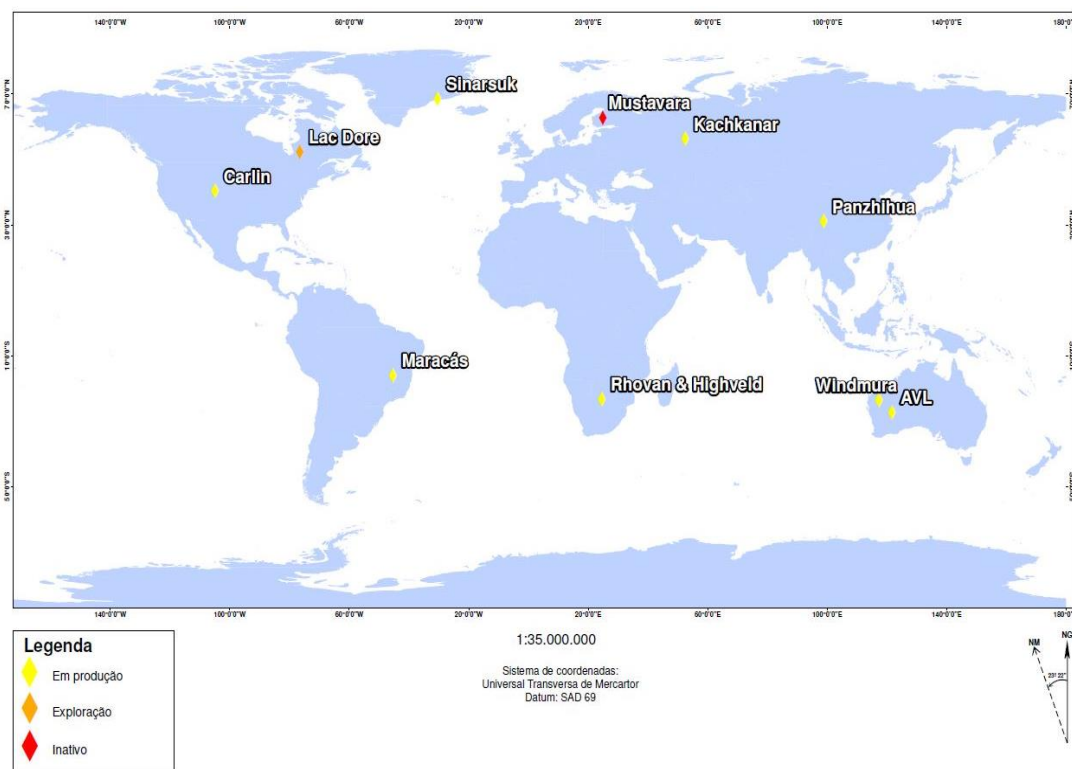
CAWTHORN AND ASHWAL (2009) cita cinco fatores principais para gênese desses depósitos: imiscibilidade de líquidos, cristalização fracionada, mistura de magmas, flutuações periódicas da fugacidade de oxigênio, e mudanças de pressão. Contudo, a cristalização fracionada e a imiscibilidade de líquidos são os processos mais aceitos internacionalmente, porém outros podem ocorrer concomitantes aos outros citados.

Reynolds (1985) explica que o mecanismo exato de gênese dessas ricas camadas ainda está em debate e pontua que condições físico-químicas favoráveis para geração de grandes quantidades de magnetita titano-vanadífera são criadas a partir de um período prolongado de cristalização fracionada que resulta em grande concentração desses elementos no magma residual.

(IRVINE, 1977), (IRVINE, 1975) (JACKSON, 1961) e (HESS, 1960) chamam atenção para outros mecanismos de gênese das mineralizações de Fe-Ti-V em complexos máficos estratificados como: correntes de convecção magmática e alteração desses movimentos, cristalização de uma lente estagnada na base da intrusão, contaminação por fusão de crosta a partir de rochas encaixantes próximas ou um novo pulso magmático.

Existem diversos depósitos de Fe-Ti-V no mundo formado a partir dos processos genéticos já citados (Figura 2).

Figura 2: Distribuição dos principais depósitos de vanádio no mundo.



Fonte: Viera (2019).

Dentre os principais distritos vanadíferos do mundo, destaca-se o complexo de Bushveld (África do Sul) com idade de 2.06 G.a, é o maior repositório de depósitos máficos e ultramáficos, e entre eles se destacam os depósitos Fe-Ti-V da sua zona superior estudados por TEGNER et al., (2006) e WILLEMSE (1969). Nessa zona são reconhecidas 25 camadas de magnetitos vanadíferos, distribuídas em três sub-zonas: a – aparecimento da magnetita de cúmulo; b – aparecimento de olivina de cúmulo; e c – aparecimento de apatita de cúmulo. A principal camada mineralizada é denominada *main magnetite layer*, com teor de 1,5% de  $V_2O_5$  e espessura média de 1,5 metros (TEGNER et al., 2006) e continua ao longo de toda extensão da Zona Superior do Complexo de Bushveld.

A principal intrusão máfica-ultramáfica mineralizada em Fe-Ti-V no Brasil é o *Sill* do Rio Jacaré (SRJ). Brito (2000) descreve o *Sill* do Rio Jacaré como um sistema magmático aberto com abastecimento periódico de três fluxos de magma de idade 2,64 Ga. O mesmo autor ainda sugere que uma pluma do manto interagiu com um *rift* intracontinental há 2,84 Ga, colocando magmas basálticos do tipo SHMT (*Siliceous High Magnesium Tholeiites*) em câmaras magmáticas rasas, produzindo *sills* e

derrames que se interdigitaram com a sedimentação da bacia, mostrando que a interação entre os processos de mistura de magmas e cristalização fracionada foram os principais processos genéticos do SRJ.

## 2.2 Contexto geológico e geotectônico da área de estudo

A área de trabalho se situa na parte nordeste do Cráton São Francisco no Estado da Bahia, entre os blocos Jequié e Gavião (ALMEIDA, 1971), e localizado na parte sul do Cinturão Contendas-Mirante (CTM) que é composto por uma faixa de rochas metassedimentares e metavulcânicas comprimidas entre as rochas do embasamento, de fácies granulito e anfibolito (PEDREIRA *et al.*, 1975; MARINHO *et al.*, 1975). Mascarenhas (1976) mostrou a hipótese do CTM ser um *Greenstone Belt*, incentivando a Companhia Baiana de Pesquisa Mineral a implementar um projeto de mapeamento geológico regional visando a pesquisa de metais base (Cunha *et al.*, 1981).

Como resultado desse projeto, diversas áreas potenciais para metais base foram descobertas, sendo a principal a identificação de uma extensa faixa submeridiana de dezenas de quilômetros de rochas metavulcânicas e metagabros, as quais foram pesquisados para sulfetos vulcanogênicos de metais base pelo Projeto Rio Jacaré (GALVÃO *et al.*, 1981). Esses últimos trabalhos de exploração resultaram na descoberta do *Sill* do Rio Jacaré (SRJ) que é uma intrusão acamadada hospedada nas rochas vulcânicas basáltico-andesíticas e vulcanossedimentares do CTM e possui extensão de 70 Km e largura média aflorante de 1,2 Km (Brito, 2000).

Desde a década de 1980, diversos trabalhos já foram desenvolvidos no *Sill* do Rio Jacaré ou no seu entorno, dentre eles merecem destaque as dissertações de mestrado de Avena Neto (1987), as teses de Doutorado de Marinho (1991) e Brito (2000), além de trabalhos finais de graduação de Vasconcellos (2015), Carvalho (2018) e Almeida (2018).

Avena Neto (1987) considerou a grande potencialidade da área para mineralizações de platinóides. Almeida (2018) caracterizou a mineralização desses platinóides no Alvo Novo Amparo Norte, resultando na individualização do pacote mineralizado.

Brito e Nonato (2014) expõem os modelos descritivos, genéticos e econômicos das mineralizações de vanádio para o Alvo Gulçari A. Nesse alvo, as mineralizações acontecem de três formas distintas: metamagnetitos, formando o minério principal com teores acima de 2% de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; pacote micro a macro acamadado ritmicamente de

metamagnetitos e metapiroxenitos alternados, com teores superiores a 2% de pentóxido de vanádio; e na forma de minério disseminado composto por magnetita-metapiroxenito, com  $V_2O_5$  de 0,6 a 1,5%. Essa mineralização está associada a zona de transição e corresponde à tipologia descrita por Brito (1983), como corpos tipo *pipe* (Brito 1981), onde ocorrem magnetitos associados a piroxenitos pegmatóides e piroxenitos de granularidade fina e rochas gabróicas intercaladas.

Fróes (2015) desenvolveu seus estudos no alvo Gulçari A Norte, e caracterizou as mineralizações de titânio desse depósito. Este indentificou onde oxida um nível de ilmenita como óxido (Ti), também localizou outro nível de Apatita + Ilmenita de cumulus e um último onde predomina o mineral apatita cumulática.

Segundo Brito (1984, 2000) a estruturação e diferenciação interna do *sill* permitiram a sua subdivisão estratigráfica em três zonas:

a) Zona inferior (ZI) com presença de gabros de granulometria grossa, com textura granular e xenólitos de metabasaltos. No seu contato com as rochas vulcânicas, ocorre uma estreita faixa de gabros de granulação fina que caracteriza uma provável borda de resfriamento da intrusão.

b) Zona de transição (ZT) com cumulatos ultramáficos contendo cúmulos olivina, clinopiroxênio, magnetita e ilmenita, cumulatos máficos e magnetita-peridotitos. Apresenta grande gama de texturas nos gabros de granulação fina a média, a qual o autor defende ser resultante da mistura de magmas distintos;

c) Zona superior (ZS) subdividida em subzona 1 piroxenítica a anortosítica, ritmicamente bandada apresentando magnetita com acamadamento ígneo e, subzona 2 gabróica/leucogabróica a anortosítica, com sucessivos níveis bandados.

Os maiores teores de vanádio estão localizados na zona de transição, explorada desde 2014 no alvo Gulçari A. Desde 2006, a Largo Resources Ltd localizou mais quatro depósitos satélites, intitulados: Gulçari A Norte, Alvo B Sul, Novo Amparo Norte e São José W. Este último abrange as zonas superior 1 e 2 (BRITO, 2000), com teores de vanádio inferiores aos da zona de transição, mas ainda viável economicamente (LARGO RESOURCES LTD, 2017). Segundo relatório de pesquisa positivo entregue ao DNPM e disponibilizado pela companhia Largo Resources Ltd, o alvo São José trata-se do quarto maior depósito de magnetita vanadífera descoberto, até o momento, no *Sill* do Rio Jacaré.

Em levantamentos geofísicos de magnetometria, foram identificadas duas anomalias magnéticas fortes, localizadas sob depósitos detrito-lateríticos. Os trabalhos



aéreos, além de localizar os depósitos no SRJ, permitiram discriminar o mesmo e suas encaixantes. Já os dados obtidos do levantamento magnetométrico terrestre permitiram individualizar zonas, subzonas e camadas do SRJ.

O depósito de São José se situa na zona superior do SRJ e é caracterizado por dois corpos mineralizados: o primeiro tem 524 metros de comprimento e 11 metros de espessura e o segundo tem 404 metros de comprimento e 5 metros de espessura. O teor médio do depósito é 0,89% de  $V_2O_5$  (LARGO RESOURCES LTD, 2013).

Especificamente no alvo São José, ainda não há estudos acadêmicos desenvolvidos. Contudo, destacam-se nos outros 3 (três) depósitos satélites os seguintes estudos que citam/propõem alguma compartimentação estratigráfica:

Carvalho (2018) caracterizou o alvo Novo Amparo Norte, desenvolvendo um mapa geológico da área, interpretando os picos magnéticos e definiu sua estratigrafia reafirmando os estudos do SRJ de Brito (2000). Ainda no alvo Novo Amparo Norte, destacam-se os estudos de Vasconcellos (2015) acerca das mineralizações de apatita analisando furos de sondagem, ratificando os estudos de Brito (2000), marcando o aparecimento de apatita como mineral de cumulus na zona superior (subzona 2), caracterizando um acamadamento modal deste mineral. Almeida (2018) desenvolveu estudos de caracterização petrográfica e geoquímica da mineralização de Elementos do Grupo da Platina no Depósito de Vanádio de Novo Amparo Norte que resultaram na individualização de um pacote de magnetita metagabro de espessura de 8 metros enriquecido em Ni-Cu e EGP, chamado de LM3. A mineralização está associada a sulfetos magmáticos com texturas reliquiares de cumulus e estratificação ígnea modal e críptica de titanomagnetita vanadífera.

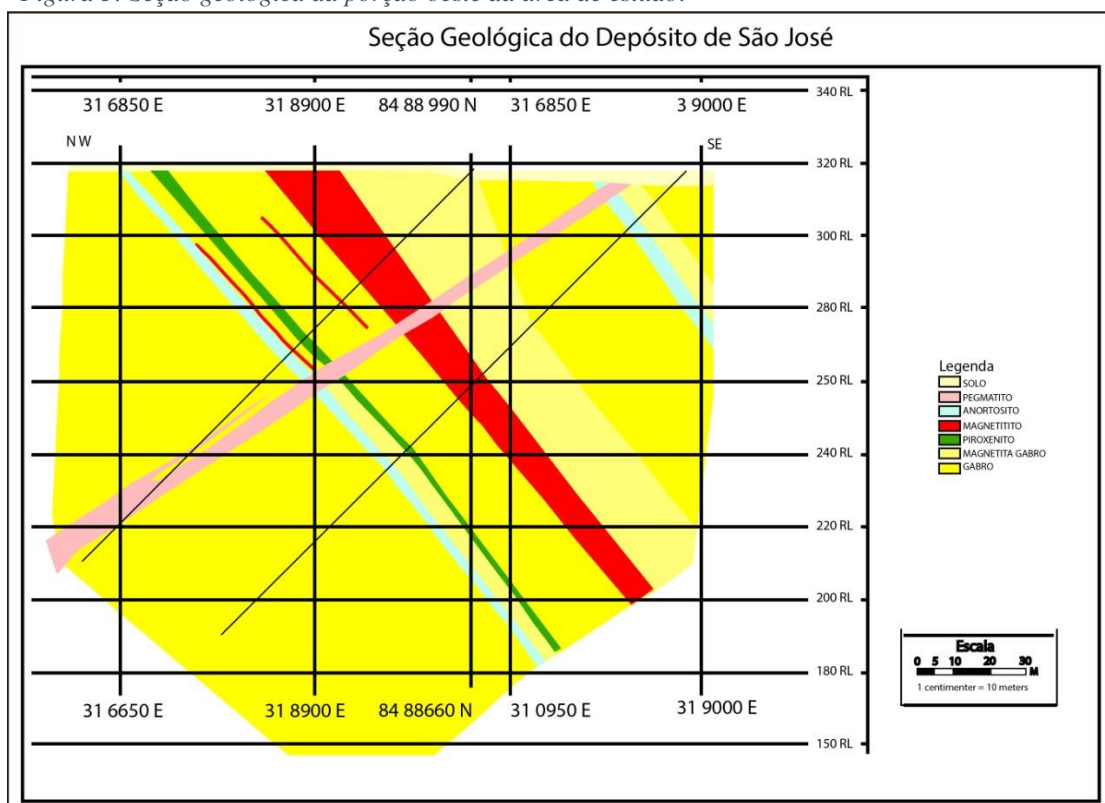
Brito *et al.* (2016) propõem uma atualização na estratigrafia do *Sill* do Rio Jacaré, desenvolvida através da agregação de todos esses trabalhos científicos. Essa estratigrafia, resumida na Tabela 1, foi aplicada ao mapeamento da área de estudo. A última coluna da tabela relaciona essa atualização à estratigrafia proposta por Brito (2000).

Tabela 1: Correlação entre a estratigrafia de Brito (2000) e a atualização de Brito et al. (2016).

Resumo da Atualização da Nova Estratigrafia do SRJ (BRITO et al., 2016)				Estratigrafia proposta por BRITO (2000)	Proposta de atualização 2018
ZONA SUPERIOR	SUPERIOR II	IIC	Contituída por um pacote de 150 metros de espessura de metanortosito grosso com metaleucogabro subordinado.	Zona Superior, subzona II	M6 a M8
		IIB	Exibe na sua base uma camada de magnetito de 5 metros de espessura aparente, com teores de V2O5 inferiores a 0,10%, que grada a rochas metagabroicas que exibem ilmenita como única fase óxido de cúmulo, associada com apatita cumulática. Esses enriquecimentos em fósforo e titânio são explicados pelo estágio avançado de diferenciação magmática.		M5
		IIA	Constituído por camadas de titano-magnetita vanádifera e ilmenita com acamadamento modal marcado por concentrações de magnetita superiores a 50%, na base, seguidos de magnetita metagabros com presença de ilmenita subordinada, com teor de óxidos de 40 a 5%, subjacentes a metagabros com magnetita e ilmenita com teores de óxidos inferiores a 5% e tem o seu topo composto por uma camada de anortosito com cerca de 10 metros de espessura. As mineralizações de vanádio de teor intermediário estão associadas a base Zona Superior II.	Zona Superior, subzona I	M3 e M4
	Superior I	Mineralização de vanádio de alto teor está associada a base dessa subzona. Hospeda o depósito de vanádio do Alvo A da Fazenda Gulçari, explorado na Mina Menchen pela mineradora Vanádio de Maracás, subsidiária da Largo Resources Ltd.	Zona de transição	M1 e M2	
ZONA INFERIOR	Metagabros maciços de granulometria média e natureza estéril em vanádio por não conter Ti-magnetita modal. Continuou com a mesma nomenclatura da estratigrafia desenvolvida por BRITO (2000).		Zona Inferior		

Neste sentido, o estudo da compartimentação estratigráfica do alvo São José contribui para ligar os estudos dos alvos do norte do SRJ com os alvos Gulçari A e do sul do SRJ. O alvo São José foi pesquisado em duas etapas distintas, a primeira de 1983 a 1987 pela CBPM e a segunda a partir de 2006 pela Largo Resources, com total perfurado de 4.713 metros. Para o cálculo de recursos do alvo São José foram consideradas apenas as mineralizações da anomalia oeste, ou seja, ainda há um vasto campo de estudos para aumento de recursos considerando as mineralizações da porção leste do alvo. A figura 3 mostra uma seção geológica da porção oeste do alvo que exhibe a principal camada mineralizada utilizada no cálculo de recursos.

Figura 3: Seção geológica da porção oeste da área de estudo.



Fonte: Largo Resources (2017).

Neste trabalho serão apresentados os resultados de modelagem estratigráfica utilizando dados modais de variação química dos elementos, geofísica e petrografia para gerar uma cartografia geológica, a qual esteja espacializada num mapa de escala 1:10000, numa área de 7 km<sup>2</sup>, onde ocorre as principais concentrações econômicas de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e outras mineralizações associadas.



**Caracterização geológica-geofísica do *Sill* do Rio Jacaré no alvo São José/  
Maracás-BA**

Geological-geophysical characterization of the *Sill* do Rio Jacaré in the target São  
José / Maracás-BA

**Resumo**

Este trabalho consiste na integração de dados geológicos e geofísicos da região da fazenda São José, Maracás – BA, numa área que mede 7 km<sup>2</sup>, com o objetivo de realizar uma cartografia especializada e fazer uma compartimentação estratigráfica do alvo. A metodologia empregada compreendeu atividades como interpretação de fotografia aérea, mapeamento geológico numa escala de 1:10.000, estudos petrográficos das litologias do SRJ, modelagem geofísica qualitativa através da interpretação de dados de magnetometria terrestre, descrição geológica dos furos de sondagem e interpretação estratigráfica do alvo. A análise integrada dos dados resultou na individualização de três domínios litoestratigráficos: metavulcânicas com metassedimentos subordinados da Formação Mirante; rochas meta-máfica ultramáficas do *Sill* do Rio Jacaré; e gnaisses do embasamento. No domínio do SRJ foram identificadas as subunidades: Zona superior I, zona superior IIA, zona superior IIB e zona superior IIC. No embasamento foram reconhecidas duas unidades: gnaisses Pé de Serra e gnaisses do Complexo Jequié. Os estudos geológico-geofísicos contribuíram para a delimitação mais precisa das unidades litoestratigráficas. Nesse sentido foi possível compartimentar a área em 4 domínios geofísicos. A análise integrada dos dados indicou a continuação de corpos mineralizados do SRJ para norte e sul. Como produto deste trabalho foi cartografado o “Mapa Geológico – Geofísico do depósito de Ti-magnetita vanadífera do alvo São José” e uma estratigrafia típica da área de estudo.

**Abstract**

This work consists of the integration of geological and geophysical data of the São José farm region, Maracás - BA, in an area measuring 7 km<sup>2</sup>, with the purpose of performing specialized cartography and stratigraphic compartmentalization of the target. The methodology employed included activities such as aerial photography interpretation, 1: 10,000 geological mapping, petrographic studies of SRJ lithologies, qualitative geophysical modeling through the interpretation of terrestrial magnetometry data, geological description of drillholes and stratigraphic interpretation of the target. The integrated data analysis resulted in the individualization of three

lithostratigraphic domains: metavolcanic with subordinate metasediments of the Mirante Formation; ultramafic meta-mafic rocks of the Jacare River Sill; and basement gneisses. In the SRJ domain, the subunits were identified: Upper Zone I, Upper Zone IIA, Upper Zone IIB and Upper Zone IIC. In the basement two units were recognized: gneisses Pé de Serra and gneisses of Jequié Complex. Geological-geophysical studies have contributed to the more precise delimitation of lithostratigraphic units. In this sense it was possible to compartmentalize the area into 4 geophysical domains. Integrated data analysis indicated the continuation of mineralized bodies from the SRJ north and south. As a product of this work was mapped the "Geological - Geophysical Map of the vanadiferous Ti-magnetite deposit of the São José target" and a stratigraphy typical of the study area.

## 1. INTRODUÇÃO

Os complexos máfico-ultramáfico são os maiores depósitos de Fe-Ti-V no mundo. Dentre os depósitos de Fe-Ti-V ortomagmáticos, são reconhecidos dois tipos de acordo com o óxido predominante: Subtipo 1, de ilmenita, associados a complexos anortosíticos, e subtipo 2, de Ti-magnetita, associados a complexos máficos – ultramáficos e *sills* gabróticos anortosíticos (Gross, 1996).

Segundo Gross (1996), os maiores depósitos de vanádio são associados à intrusões gabróticas anortosíticas, representados pelas mineralizações de Fe-Ti-V do complexo de Bushveld, na sua Zona Superior (TEGNER et al., 2006), na África do Sul. Destacam-se outros depósitos mundiais, como a Província de Jinchuan (Naldrett, 1982), Carlin (Cline *et. al.*, 2005) e Windimurra (Brett J. e Ivanic T.J, 2015). No Brasil, destaca-se o *Sill* do Rio Jacaré (SRJ), a única jazida economicamente viável de vanádio, sendo a única exploração desse metal das Américas (Brito e Nonato, 2014).

Avena Neto (1980) caracterizou a potencialidade do SRJ para mineralizações de platinóides, Vasconcelos (2015) descreveu a mineralização de apatita no alvo Novo Amparo Norte e Fróes (2015) desenvolveu seus estudos no alvo Gulçari A Norte e caracterizou as mineralizações de titânio nesse depósito. A compartimentação estratigráfica do SRJ foi estudada por Brito (2000) e Brito *et. al.* (2018).

Estudos de correlação geológico-geofísico no SRJ foram desenvolvidos por Carvalho (2018), no alvo Novo Amparo Norte e Vieira (2019), na fazenda Utiara. O Sill do Rio Jacaré, no alvo São José (SJO), representa uma importante conexão pois localiza-se entre três depósitos bem estudados e, como o depósito foi estudados em duas fases distintas, carece de uma integração.

A partir desse trabalho, pretende-se mostrar que dados de exploração mineral, estudos de petrologia e geologia econômica, associados com a geofísica de magnetometria aérea e terrestre, é possível produzir uma cartografia especializada.

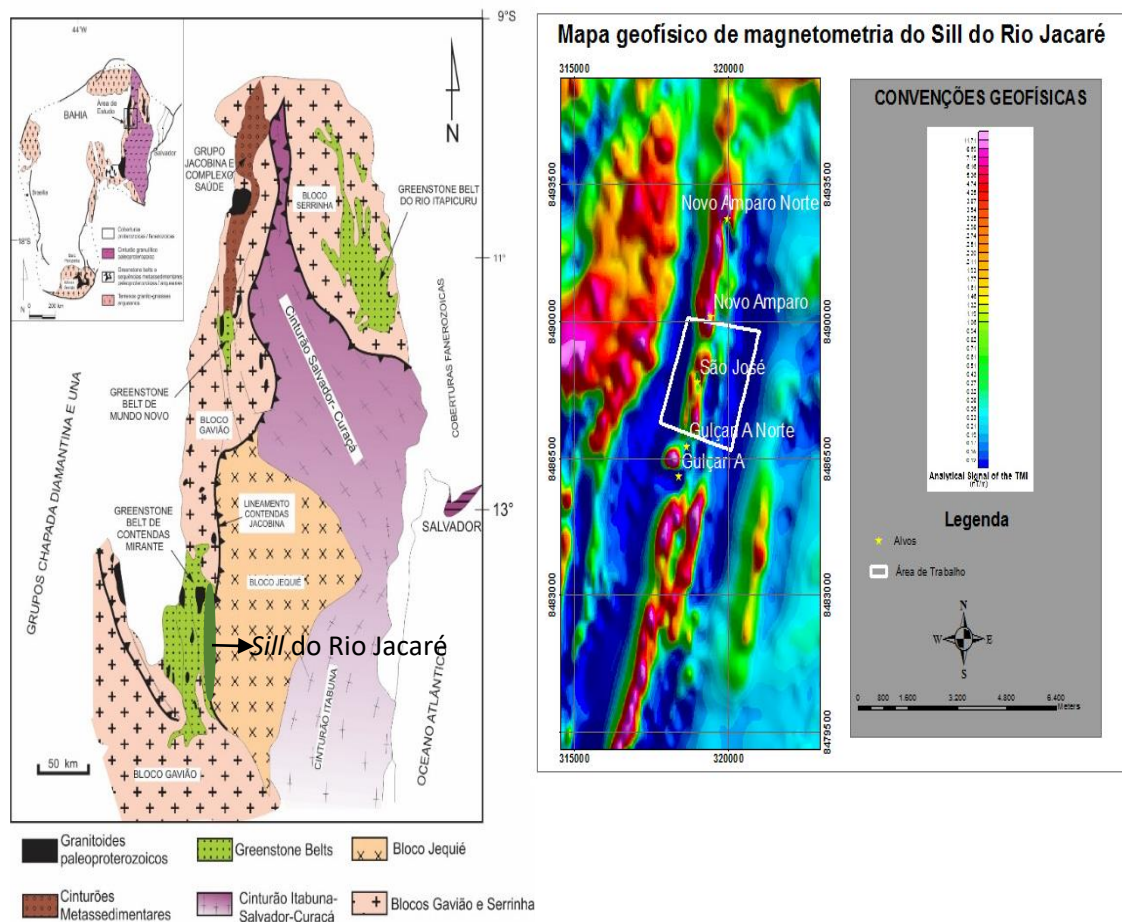
## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área de estudo está inserida no Cráton São Francisco (CSF) (Almeida, 1977), estruturada geotectonicamente entre dois blocos de idade Arqueana e Paleoproterozóica inferior, Complexo Ganulítico Jequié e a Sequência Vulcano-Sedimentar Contendas-Mirante, respectivamente (Barbosa e Sabaté, 2002; Barbosa e Sabaté, 2004) e no setor sul do Lineamento Contendas-Jacobina. Marinho et al. (1994) define esse cinturão como um sinclínrio de eixo norte-sul constituído por metassedimentos, rochas vulcânicas e plutônicas de afinidades e proveniência desses dois blocos.

Marinho et al. (1994) divide o conjunto de rochas que compreende o grupo Contendas-Mirante em 3 unidades: (i) inferior, com rochas de ambiente *Greenstone Belt* das Formações Barreiro D'anta e Jurema-Travessão; (ii) média, sequência metavulcanossedimentar constituída pelas Formações Mirante e Rio Gavião; e a (iii) superior, sedimentos psamíticos da Formação Areião. O Grupo Contendas-Mirante é intrudido pelo Gnaisse Pé de Serra de idade 2,65 Ga (Barbosa et. al, 2012) e pela intrusão máfica-ultramáfica do *Sill* do Rio Jacaré (SRJ) de idade 2,64 Ga (Brito, 2000). A área de estudo está localizada na região norte do SRJ (Figura 2.b), e corresponde a um polígono de 7km<sup>2</sup> na parte meridiana do Alvo São José, onde o SRJ exhibe sub afloramentos sob cobertura do ciclo Paraguaçu.

Estudos aerogeofísicos de magnetometria no Projeto “Levantamento Aerogeofísico Ruy Barbosa – Vitória da Conquista” (CBPM, 2006) confirmam a situação geotectônica do SRJ através da identificação de uma anomalia positiva em forma de uma faixa norte – sul, encaixada entre dois domínios magnéticos distintos, correspondentes ao bloco Jequié a leste e a Sequência Vulcanossedimentar Contendas – Mirante a oeste. O produto do levantamento aerogeofísico de magnetometria de campo total realizado, mostra que a área de trabalho engloba parte dessa faixa anômala, que ultrapassa o limite da região estudada e indica novas áreas com altas concentrações de minerais magnéticos a norte e a sul do objeto de trabalho (Figura 4).

Figura 4: a) Mapa esquemático com as unidades geotectônicas da região onde está situado o Lineamento Contendas-Jacobina. (Adaptado de Sabaté et al. 1990 e Teixeira et al. 2000 apud Marinho e Leite, 2012). b) Mapa geofísico de magnetometria de campo total, aeromagnetamento Vitória da Conquista – Ruy Barbosa (CBPM, 2006).



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A execução dessa pesquisa se desenvolveu nas seguintes etapas:

- Elaboração e interpretação de uma base dados geológicos e geofísicos, mapas regionais de escala 1:1000000 e mapas geofísicos de aeromagnetometria na escala 1:100000 (CBPM, 2006) e magnetometria terrestre na escala 1:5000 (cedidos pela Largo Resources LTD).
- Campanhas de campo realizada em 8 (oito) dias, numa área de 7 (sete) km<sup>2</sup> totalizando 650 pontos descritos. As relações geológicas do SRJ com as encaixantes foram descritas, definiu-se macroscopicamente os litotipos e as anomalias magnéticas foram cartografadas para correlacioná-las com litotipos na área.
- Descrição de 4 (quatro) furos de sondagem (FSJ 27, FSJ 33, FSJ 12 e FSJ 03) para caracterização dos pacotes estratigráficos e elaboração da estratigrafia do Sill do Rio Jacaré no alvo São José.
- Interpretação de medidas de susceptibilidade magnética (magnuss) nos furos de sondagem, utilizando o susceptibilímetro portátil da marca KT -10 Plus, para



caracterizar magneticamente os litotipos da área e relacionar os resultados com suas respostas geofísicas de magnetometria.

- e) Interpretação de dados geoquímicos,  $V_2O_5$  *head grade* ( $V_2O_5\_XH$ ),  $V_2O_5$  no concentrado magnético ( $V_2O_5\_XC$ ), fósforo ( $P\_XH$ ) e cobre dos furos de sondagem para caracterização de micro e/ou macroacamadamento rítmico, estratificação de fase, modal e rítmica.
- f) Descrição de 16 (dezesesseis) lâminas petrográficas dos furos FSJ 27 e FSJ 33 observando feições ígneas, texturas, microestruturas e moda.

Os dados geológicos e geofísicos foram reunidos na plataforma SIG (software ArcGis 10.6), para subseqüentes interpretações e as figuras dos furos de sondagem foram feitas no Software Leapfro Geo 5.0. A área foi separada em domínios geofísicos, e foram extraídos lineamentos e descontinuidades magnéticas da área. Esses domínios foram correlacionados com descrições de campo, corroboradas pelas medidas de susceptibilidade magnética. *A posteriori*, foi realizada a comparação dos resultados das análises químicas dos furos de sondagem da área com valores citados por Brito *et al.* (2016) para as subzonas do SRJ. As lâminas petrográficas das rochas do SRJ foram confeccionadas na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e descritas no laboratório de microscopia do Instituto de Geociências – UFBA. A última fase foi a compilação de todos os dados, que resultou na seção geológica do SRJ no alvo SJO, na coluna estratigráfica do alvo e no mapa geológico-geofísico do depósito de Ti-magnetita vanadífera do alvo São José.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados desse estudo estão estruturados em: caracterização geofísica de magnetometria de campo total da área de estudo, descrição macroscópica das unidades litológicas encontradas em campo, descrição de furos de sondagem, caracterização petrográfica dos litotipos do *Sill* do Rio Jacaré e elaboração de uma estratigrafia local do alvo.

##### 4.1 Geofísica Local

###### 4.2.1 Domínios geofísicos de magnetometria terrestre

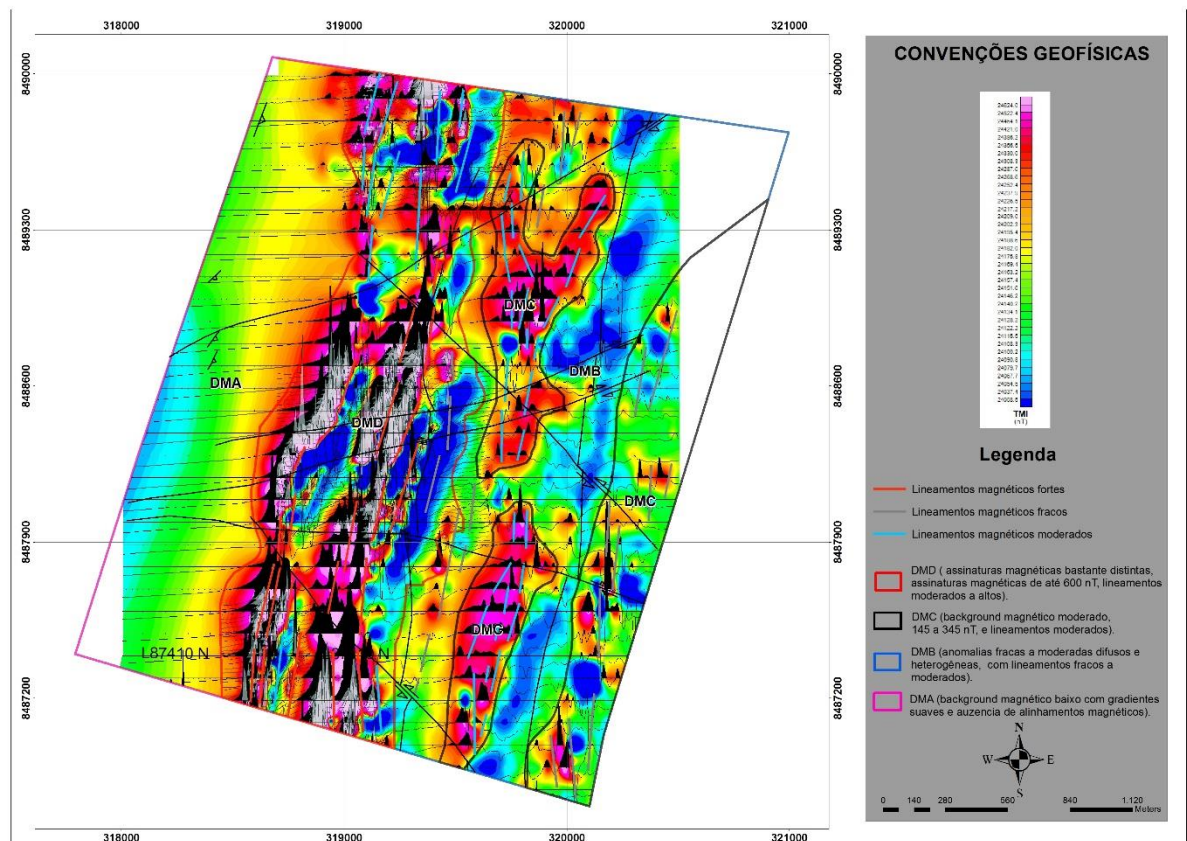
Os dados foram interpretados de maneira qualitativa, individualizando os domínios da área segundo os comportamentos magnéticos distintos (Gonçalves, 2009). Cada zona foi avaliada de acordo com sua geometria e intensidade de valores, tanto absolutos quanto relativos (Queiroz, 2016). Para isso, utilizou-se o mapa magnético de campo total de detalhe na escala 1:5000, observando as assinaturas magnéticas de

diferentes potenciais e contornos. Nesse mapa, ainda foram interpretados os lineamentos magnéticos, subdivididos de acordo com suas intensidades em: forte (cor vermelha), moderado (cor azul) e fraco (tons de cinza) (Figura 5).

Para a caracterização geofísica da área, foram delimitadas 4 (quatro) zonas magnéticas:

Domínio Magnético A (DMA): Caracteriza-se por um *background* magnético baixo, com gradientes suaves, e ausência de lineamentos magnéticos. O campo

Figura 5: Mapa geofísico de magnetometria de campo total da área de estudo com os domínios magnéticos interpretados..



magnético oscila em torno de um determinado valor, a depender da diferença entre a susceptibilidade magnética desse domínio com as de seus entornos. Essa unidade situa-se na porção oeste, orientado segundo N-S e está associada as rochas Vulcano-sedimentar do Complexo-Mirante.

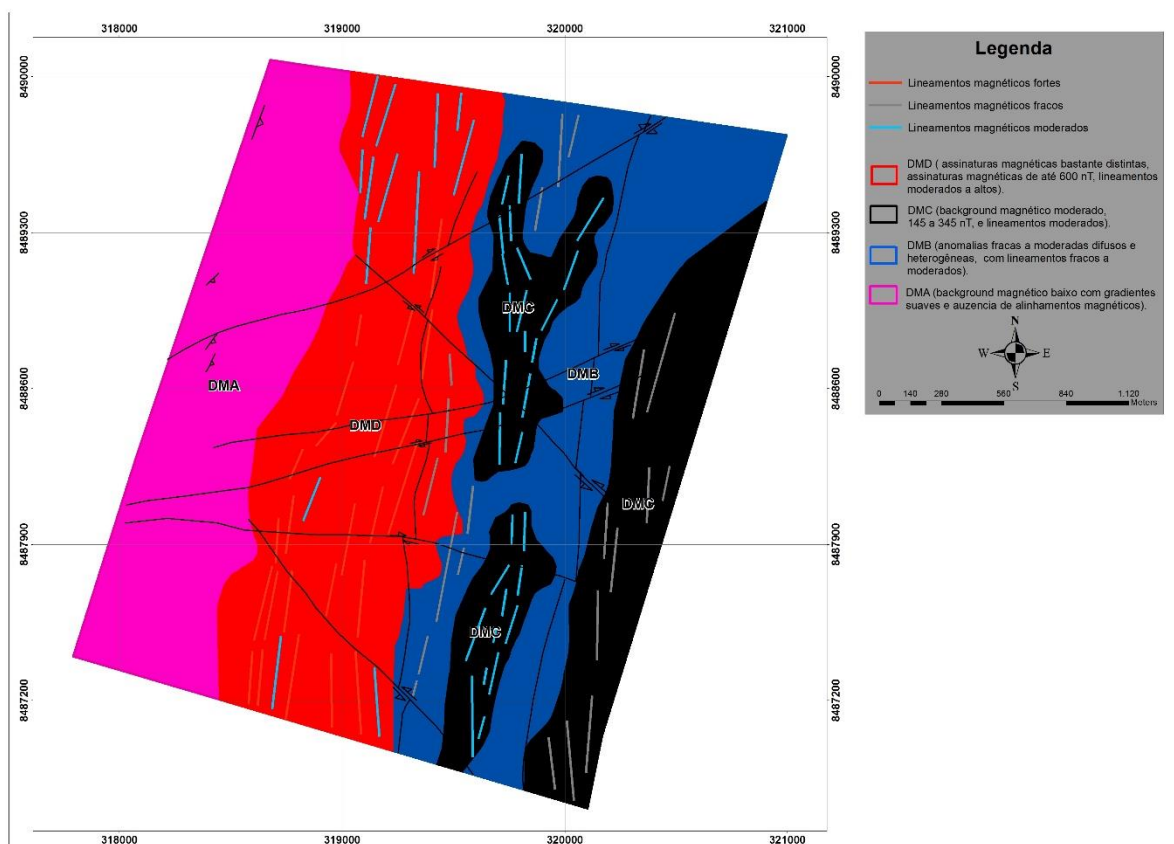
Domínio Magnético B (DMB): Caracterizado por regiões de relevo magnético com anomalias fracas, difusas e heterogêneas. Essas anomalias exibem linhas de dipolos magnéticos fracos, com comprimentos de onda variáveis e amplitudes de 30 nT a 300 nT. Os lineamentos magnéticos são fracos, e possuem orientação NNE e SSW. Situa-se na porção leste da região de estudo e corresponde a rochas do Complexo Jequié e das fácies pouco magnética do gnaiss Pé de Serra.

Domínio Magnético C (DMC): Caracteriza-se por um *background* magnético moderado a alto, com amplitudes em torno de 500 nT em que foram delimitadas duas zonas. Estas, localizadas na porção central da área de estudo com lineamentos de intensidade moderado a forte, orientados majoritariamente segundo N340 – N015 e correspondem as fácies mais magnéticas do gnaiss Pé de Serra. A terceira zona se localiza no extremo leste da área de estudo e se caracteriza por um *background* moderado, com amplitudes de até 460 nT, lineamentos moderados, orientados segundo N005-N020. Estão associadas às rochas do Complexo Jequié.

Domínio Magnético D (DMD): Esse domínio está associado as rochas do *Sill* do Rio Jacaré e é representado por assinaturas magnéticas bastante distintas, condizendo com a região mais importante do ponto de vista metalogenético, visto que apresenta dois *trends* de anomalias magnéticas bem definidos, contínuos, com linearidades predominantemente moderadas a fortes, dispostos alternadamente com faixas não magnéticas. Esse domínio apresenta duas grandes zonas do SRJ enriquecidas em metamagnetitos. Possuem locais com ondulações de altíssimas frequências, caracterizando fontes magnéticas rasas. Nessas áreas, as amplitudes são consideráveis, chegando em alguns pontos aos 600 nT, formando dipolos que chamam atenção em meio ao relevo magnético.

A partir das considerações acima, foi elaborado o mapa geofísico interpretado (Figura 6) a seguir:

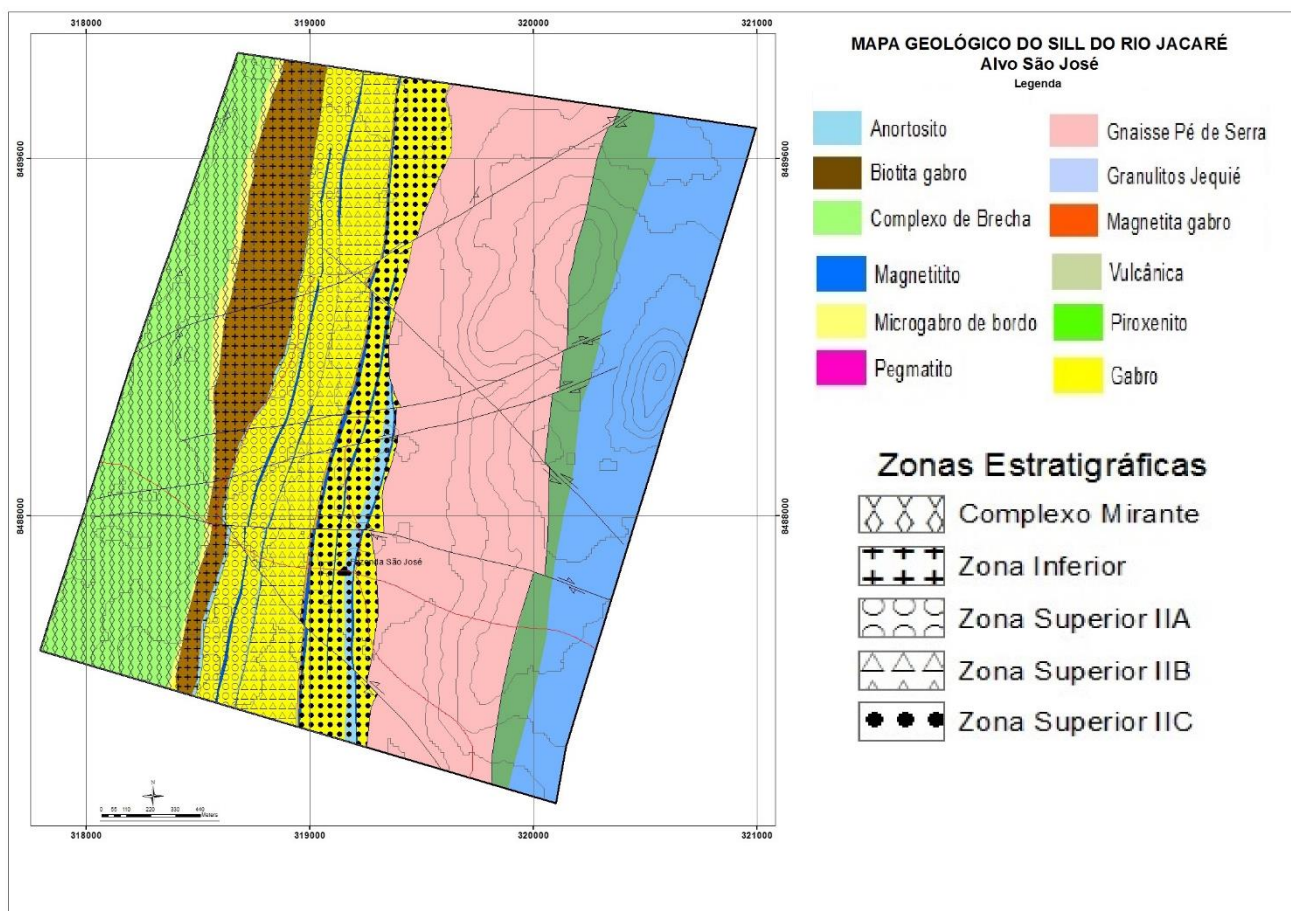
Figura 6: Mapa geofísico interpretado da área de estudo.



## 4.2 Geologia Local

Para confecção do mapa geológico especializado da área de estudo na escala 1:10.000 do SRJ no alvo São José (Figura 7), foram cartografados e descritos 650 pontos e caracterizadas 8 (oito) zonas litoestratigráficas. Foram analisadas, descritas e identificadas segundo os critérios de estratificação de fase, críptica e rítmica. As zonas estratigráficas foram subdivididas segundo a divisão estratigráfica do SRJ mais atual (Brito *et al.*, 2016), seguida nesse trabalho. Devido à escassez de afloramentos, para a delimitação das zonas estratigráficas foram utilizados, além dos dados de campo e mapeamento dos principais marcos estratigráficos, a geofísica de magnetometria.

Figura 7: Mapa geológico do Sill do Rio Jacaré no alvo São José - Maracás/BA.



#### 4.2.1 Sequência Vulcano-sedimentar do Complexo Mirante

Essa unidade se situa no extremo oeste da área de estudo, numa área de aproximadamente 1 km<sup>2</sup>, de forma contínua na direção norte – sul. Os afloramentos típicos são em blocos subaflorantes ou rés do chão. Predominam as rochas metabasálticas amigdaloidais e metandesitos gnaissificados intercalados com rochas metassedimentares em contato com o complexo máfico-ultramáfico. Essa unidade representa um peneplano e, por vezes, um relevo levemente ondulado, com cotas em torno de 320m, e se relaciona a um solo areno-argiloso, amarelo-amarronzado.

Apresentam-se de forma maciça ou amigdaloidal (Fotografia 1), em uma matriz fina. As amígdalas variam de 0,3 a 0,8 cm, estiradas segundo a foliação. Essas rochas são caracterizadas por um mosaico quartzoso poligonizado, com menor quantidade de plagioclásio (Marinho et al., 1994). Os metandesitos possuem granulação fina, variam de cinza médio a cinza escuro e são frequentemente amigdaloidais.

Fotografia 1: Rocha vulcânica andesítica com presença de amígdalas da sequência do Contendas-Mirante.



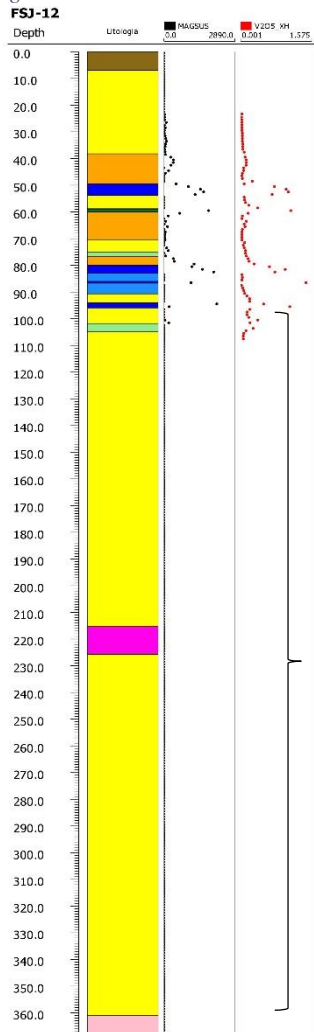
#### 4.2.2 Zona Superior I

Localiza-se como uma faixa norte-sul com espessura entre 200 a 400 metros. A zona está relacionada a um relevo ondulado, com solo argilo-arenoso. Segundo Brito (2000), essa zona é composta por magnetita-metapiroxenitos e metamagnetitos, que gradam para ciclos de Titano-biotita metagabros, metaleucogabros, e metanortositos com macro-acamadamento composicional. O alvo São José apenas exhibe o topo dessa zona que é caracterizado por uma espessa camada de titano-biotita metagabros, metamelanogabros e metanortosito maciços de granulometria média e natureza estéril em vanádio por não conter Ti-magnetita modal.

O titano-biotita metagabro (Microfotografia 2A) é uma rocha inequigranular média, com grãos poligonais variando de 0,2 a 0,7 mm, com exceção da titano-biotita que se apresenta na forma tabular e tamanho variando de 0,5 a 2 mm. É composta por hornblenda (25%), clinopiroxênio (25%), titano-biotita (15%), titanita (6%), quartzo (4%), e opacos (traço). As microestruturas primárias observadas foram as poiquiloblástica (inclusões de quartzo no anfibólio e biotita), nematoblástica e lepdoblástica, formando uma xistosidade e estruturas de cumulus. Além disso, os cristais são, em geral, subidioblástico e o plagioclásio se encontra saussuritizado.

O metanortosito (Microfotografia 2B) é uma rocha inequigranular média, com grãos poligonais variando de 0,2 a 0,4 mm. É composto de plagioclásio (90%), clinopiroxênio (4%), hornblenda (4%), titano-biotita (1%) e titanita (1%). As microestruturas primárias observadas são poiquiloblástica (inclusões de titanita no plagioclásio) e oikocristais de clinopiroxênio no intercumulos de plagioclásio. Além disso, os cristais são em geral idioblásticos a subidioblástico e os cristais de plagioclásio se encontram saussuritizados e, os clinopiroxênio, por vezes, alterado para hornblenda. A tabela 2 mostra a composição modal das lâminas dos litotipos descritos.

Figura 8: Descrição geológica do furo FSJ 12 com o respectivo valor de susceptibilidade magnética e teor de V2O5 head grade.



Microfotografia 2: Prancha com entre fotos dos litotipos da Zona Superior I de seções polidas delgadas. A) Microfotografia do titano biotita-metagabro do topo da zona superior I em luz plana e polarizada com microestruturas poiquiloblástica e de cumulus. Os cristais exibem uma orientação preferencial. b) Microfotografia metanortosito do do fim da zona superior I com microestruturas poiquiloblástica e de oikocristais de Cpx. Os cristais não exibem orientação preferencial.

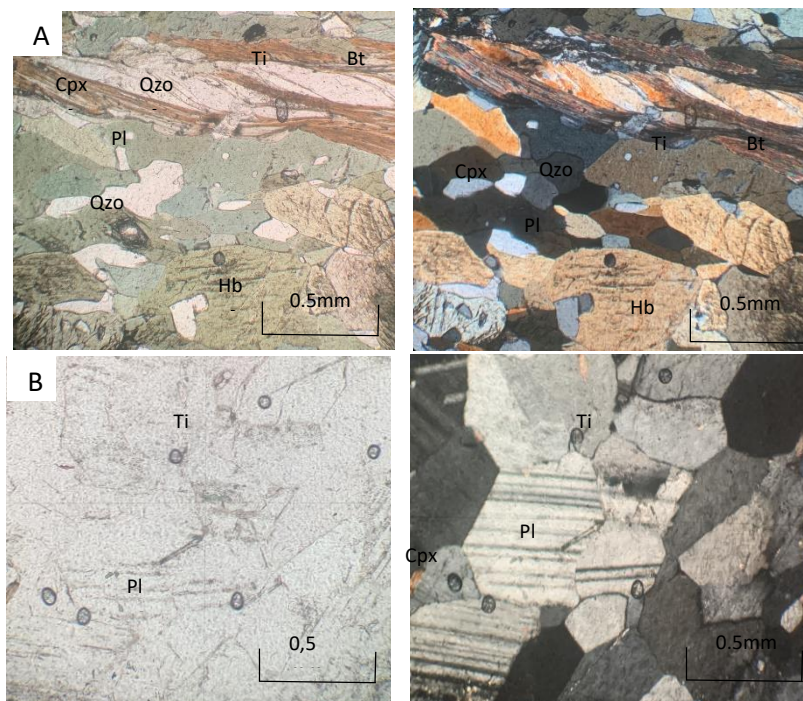


Tabela 2: Composição modal em % de seções polidas delgadas dos litotipos da Zona Superior I.

Lâmina	Nome petrográfico	Anf	Cpx	Pl	Bt	Ti	Qzo	Opc
MLJ-01	Titano biotita hornblenda metagabronorito	25	25	25	15	6	4	<1
MLJ-02	Metanortosito	4	4	90	1	1	-	-

#### Legenda



#### 4.2.3 Zona Superior IIA

Esta zona se localiza na porção centro-oeste da região mapeada. É marcada por um relevo levemente ondulado e solo areno-argiloso. Vasconcellos (2015), no alvo Novo Amparo Norte, caracteriza essa zona da base para o topo, por magnetita-metagabros, metagabros, metamagnetitos, que diferenciam para plagioclásio-metamagnetitito, magnetita-metagabro, metagabros, até culminar em rochas metanortosíticas com espessura aproximada de 10 metros. Esse metanortosito também possui oikocristais de ortopiroxênio envolvendo plagioclásio de cumulus e é um marco estratigráfico estabelecendo o fim da subzona.

Essa zona é caracterizada por três pacotes mineralizados em titano-magnetita vanadífera e subdivididos em dois ciclos. O ciclo M3 (basal) é descrito como uma fina

camada de no máximo um metro de magnetita-metagabro com teores de  $V_2O_5$  *head grade* variando de 0,5% a 0,75%, porém com os maiores teores de  $V_2O_5$  na magnetita (até 5%). Há uma diminuição de magnetita em direção ao topo, mostrando a sequência de cristalização do magma empobrecendo em magnetita modal e enriquecendo em plagioclásio marcando a sequência estratigráfica: Magnetita-metagabro > metaleucogabro > meta-anortosito (Microfotografia 3).

O magnetita-metagabro (Microfotografia 3A) é uma rocha inequigranular média a grossa, com cristais variando de 0,2 mm a 1 mm. É composta de clinopiroxênio (35%), plagioclásio (30%), magnetita (15%), hornblenda (10%) e biotita (10%). As microestruturas observadas são lepidoblástica, nematoblástica, poiquiloblástica (inclusão de magnetita no Cpx) e xistosidade descontínua. Além disso, os cristais são subidioblásticos a xenoblástico e o plagioclásio encontra-se saussuritizado.

O metagabro (Microfotografia 3B) é uma rocha inequigranular média a grossa, com cristais variando de 0,2 mm a 2 mm. É composta de hornblenda (45%), plagioclásio (30%), clinopiroxênio (18%), magnetita (5%), titanita (1%) e granada (1%). As microestruturas primárias presentes são poiquiloblástica (inclusão de plagioclásio na hornblenda) e granular decussada. Além disso, os cristais são subidioblásticos a xenoblástico e o plagioclásio encontra-se saussuritizado.

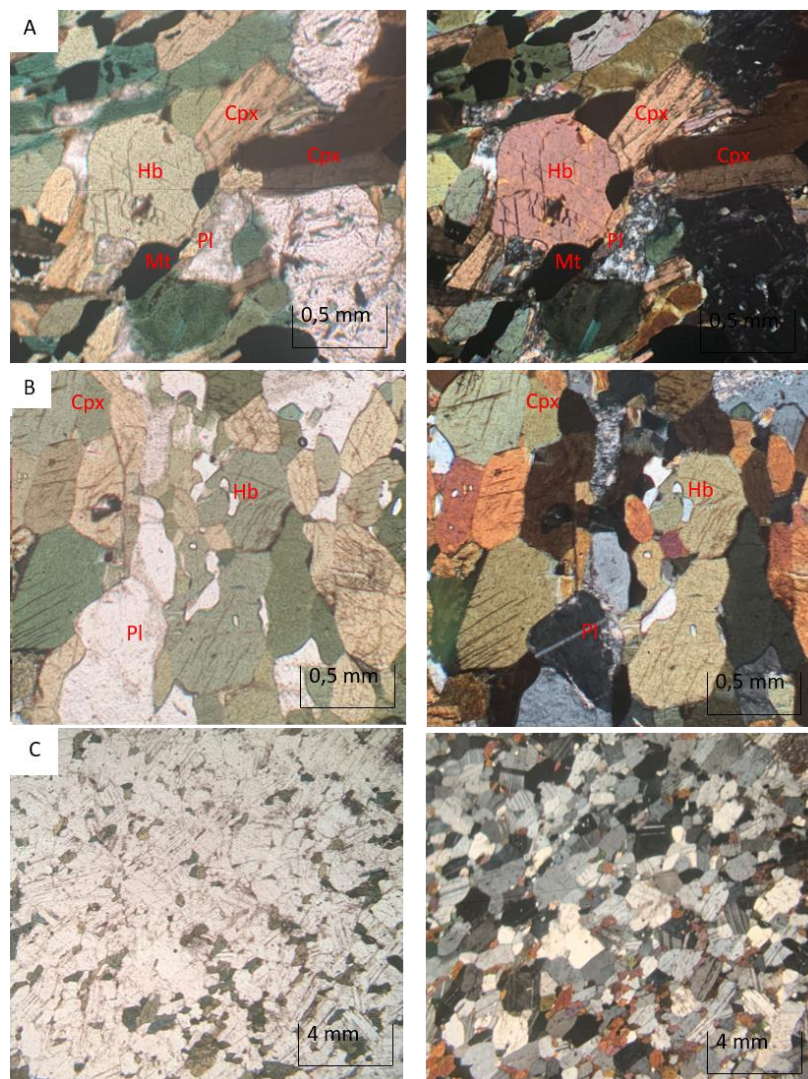
O metanortosito (Microfotografia 3C) é uma rocha inequigranular média a grossa, os cristais de plagioclásio variam de 0,4 mm a 1 mm e, por vezes, apresentam-se saussuritizados. Os cristais de clinopiroxênio estão alterados para hornblenda e se hospedam no intercumulus dos cristais de plagioclásio e variam de 0,1 mm a 0,3 mm. As microestruturas primárias observadas são poiquiloblástica (inclusões de titanita no plagioclásio), decussada e oiko (cristais de clinopiroxênio no intercumulus dos cristais de plagioclásio). Além disso, os cristais são idioblásticos a subidioblásticos. A tabela 3 mostra a composição modal das lâminas dos litotipos descritos.

Tabela 3: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M3 na Zona Superior IIA.

Lâmina	Nome petrográfico	Pl	Cpx	Hb	Mt	Bt	Grn	Ti
MLJ-03	Magnetita-metagabro com Grn e Bt	30	35	10	15	5	5	-
MLJ-04	Hornblenda Metagabronorito com magnetita	30	18	45	5	-	1	1
MLJ-05	Metanortosito	90	4	6	-	-	-	<1



Microfotografia 3: Prancha com fotos dos litotipos do ciclo de M3 da Zona Superior IIA de seções polidas delgadas. A) Microfotografia do magnetita-metagabro da base da zona superior IIA em luz plana e polarizada com microestruturas poiquiloblástica e lepidosblástica. b) Microfotografia do Hornblenda Metagabronorito com magnetita do do topo da zona superior IIA com microestruturas poiquiloblástica e decussada. c) Microfotografia do metanortosito do fim da zona superior IIA com microestruturas poiquiloblástica e de oikocristais de Cpx. Os cristais não exibem orientação preferencial.



O ciclo de M4 é descrito como uma camada de magnetitito com espessura aproximada de dez metros na base com teores de  $V_2O_5$  *head grade* variando de 1,0% a 1,5%, porém com teores de  $V_2O_5$  na magnetita (até 4%). Há uma diminuição de magnetita em direção ao topo, mostrando a sequência de cristalização do magma empobrecendo em magnetita modal e enriquecendo em plagioclásio marcando a sequência estratigráfica: Metamagnetitito > Plagioclásio-metamagnetitito > Magnetita-metagabro > Metagabro > Metanortosito (Microfotografia 4).

O metamagnetitito (Microfotografia 4A) é uma rocha inequigranular média a grossa, com cristais variando de 0,3 mm a 2,0 mm. É composta de magnetita (69%), plagioclásio (10%), granada (5%), hornblenda (5%), ilmenita (4%), calcopirita (3%), pirita (2%) e clinopiroxênio (2%). As principais microestruturas primárias observadas são poiquiloblástica, cumulus de magnetita e nematoblástica. Além disso, os cristais de plagioclásio estão saussuritizados.

O magnetita-metagabro (Microfotografia 4B) é uma rocha inequigranular média, com cristais variando de 0,2 mm a 0,5 mm. É composta de plagioclásio (35%), magnetita (25%), hornblenda (12%), clinopiroxênio (10%), granada (14%), ilmenita (4%) e titanita (4%). As microestruturas primárias observadas são nematoblástica, poiquiloblástica (inclusão de titanita na hornblenda e plagioclásio). Além disso, os cristais estão orientados e são subidioblásticos a xenoblásticos.

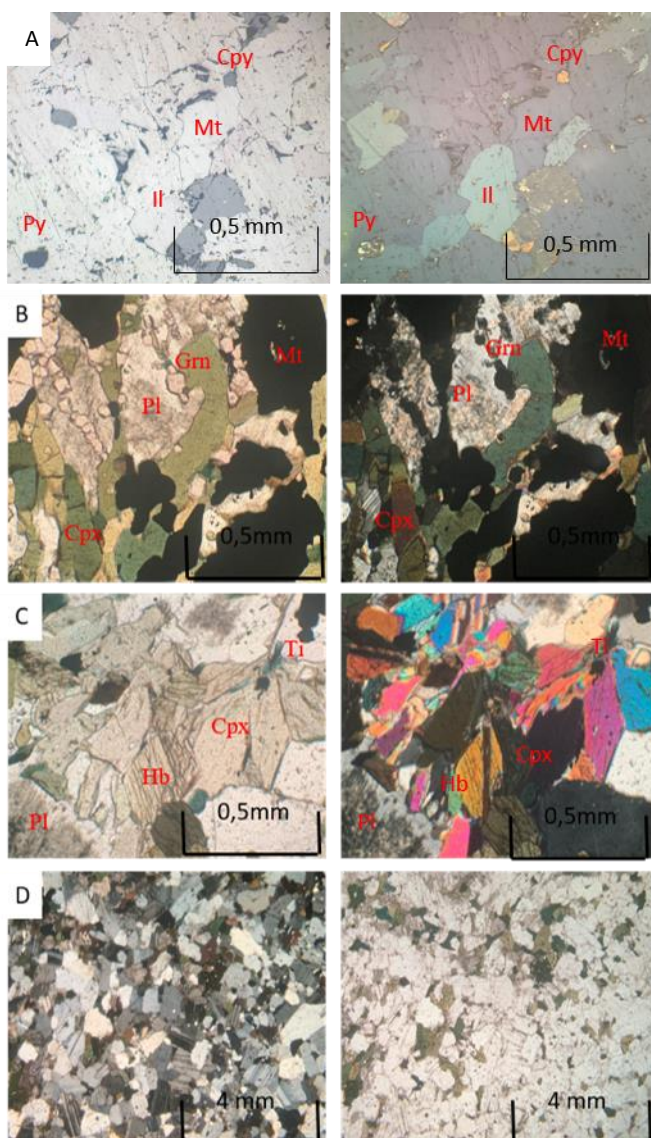
O metagabro (Microfotografia 4C) é uma rocha inequigranular média a grossa, com cristais variando de 0,4 mm a 1,5 mm. É composta de plagioclásio (40%), hornblenda (27%), clinopiroxênio (15%) e magnetita (8%). As microestruturas observadas são poiquiloblástica (inclusões de granada no plagioclásio) e granular decussada e porfiroblástica (porfiroblastos de granada). Os cristais são subidioblásticos a xenoblásticos.

O metanortosito (Microfotografia 4D) é uma rocha inequigranular fina, os cristais de plagioclásio variam de 1,0 mm a 2,0 mm e, por vezes, encontram-se saussuritizados. O clinopiroxênio se encontra no intercumulus do plagioclásio e variam de 0,1 mm a 0,3 mm. As microestruturas primárias observadas são poiquiloblástica (inclusões de titanita no plagioclásio), granular decussada e oiko (clinopiroxênio no intercumulus do plagioclásio). Além disso, os cristais de são idioblásticos a subidioblásticos. A tabela 3 mostra a composição modal das lâminas dos litotipos descritos.

*Tabela 4: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M4 na Zona Superior IIA.*

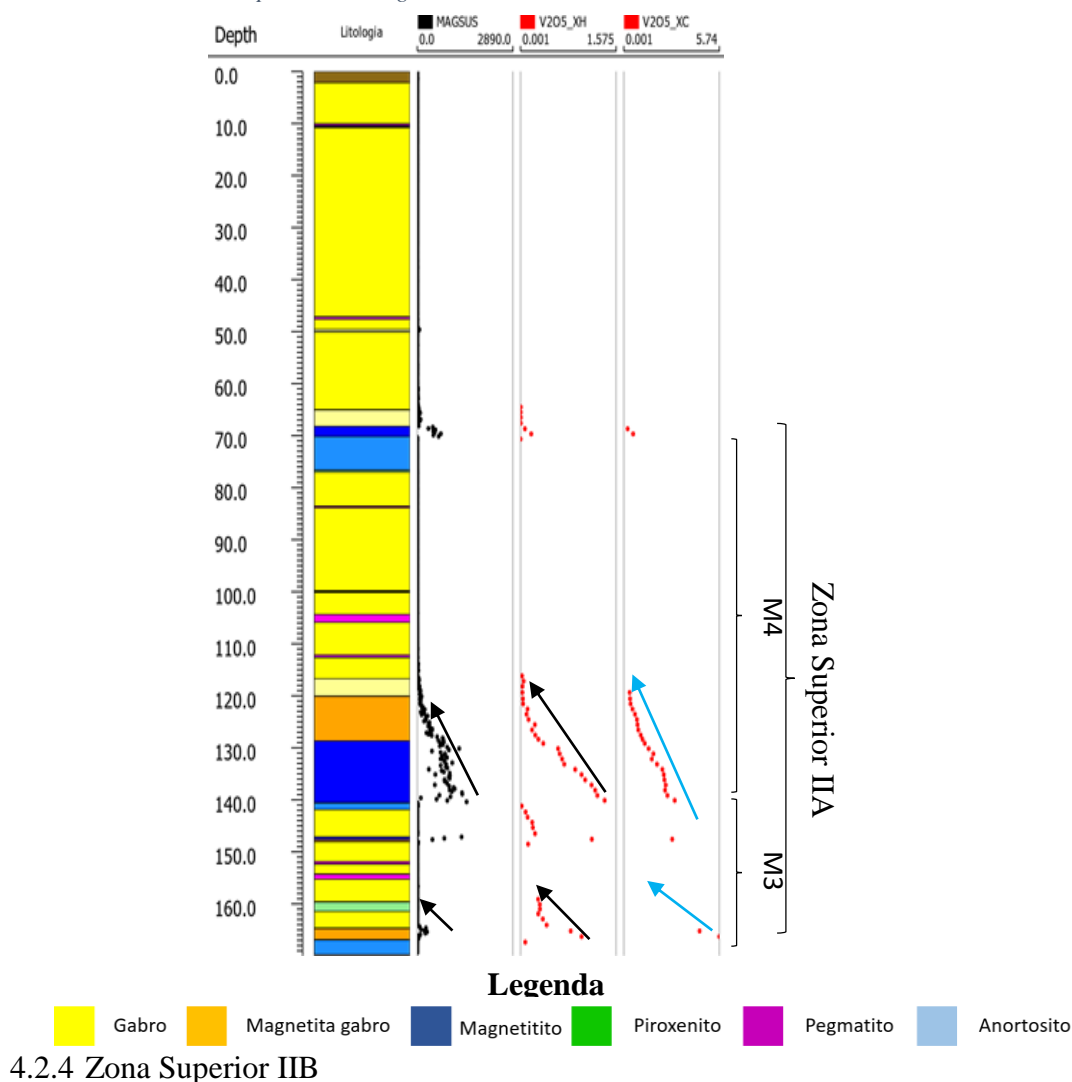
Lâmina	Nome petrográfico	Mt	Il	Pl	Cpx	Hb	Grn	Cpy	Py	Ti
MLJ-06	<b>Metamagnetitito</b>	69	4	10	2	5	5	3	2	-
MLJ-07	<b>Hornblenda Metagabronorito com magnetita</b>	25		35	10	12	14	-	-	4
MLJ-08	<b>Hornblenda Metagabronorito com magnetita</b>	8		40	15	27	10	-	-	-
MLJ-09	<b>Metanortosito</b>	-		92	3	5	-	-	-	< 1

Microfotografia 4: Prancha com entre fotos dos litotipos do ciclo de M4 da Zona Superior IIA de seções polidas delgadas. a) Microfotografia do metamagnetito com microestruturas de cumulus. b) Microfotografia do magnetita-metacobalto com microestruturas nematoblástica. c) Microfotografia do metagabro com microestruturas granular decussada. d) Microfotografia do metanortosito com microestruturas oikocristais.



A figura 9 mostra a descrição geológica do furo FSJ 33 com os respectivos valores de susceptibilidade magnética (magnuss),  $V_2O_5$  head grade ( $V_2O_5\_XH$ ) e  $V_2O_5$  na magnetita ( $V_2O_5\_XC$ ). Esses resultados mostram uma estratificação de fase, com o aparecimento de magnetita modal, estratificação modal, com o teor de magnetita modal diminuindo para o topo e estratificação críptica com os teores de  $V_2O_5$  na magnetita diminuindo para o topo (marcado na figura pelas setas). Utilizando esses critérios, foram separados na Zona Superior IIA os dois ciclos caracterizados anteriormente.

Figura 9: Descrição geológica do furo FSJ 33 e separação dos ciclos M3 e M4 da Zona Superior IIA utilizando como parâmetro: Estratificação de fase, estratificação críptica e estratificação modal a partir dos dados de química e susceptibilidade magnética.



#### 4.2.4 Zona Superior IIB

Esta zona se localiza na porção centro-leste da região mapeada. É marcada por um relevo levemente ondulado e solo argiloso. Vasconcellos (2015) caracteriza essa zona da base para o topo, por metamagnetititos, magnetita-metagabros e metagabros com redução de magnetita e aumento de plagioclásio para o topo. Essa zona é caracterizada pelo aparecimento de apatita modal, baixos teores de  $V_2O_5$  no metamagnetitito e no magnetita-metagabro (0,10%) e ilmenita como mineral opaco predominante.

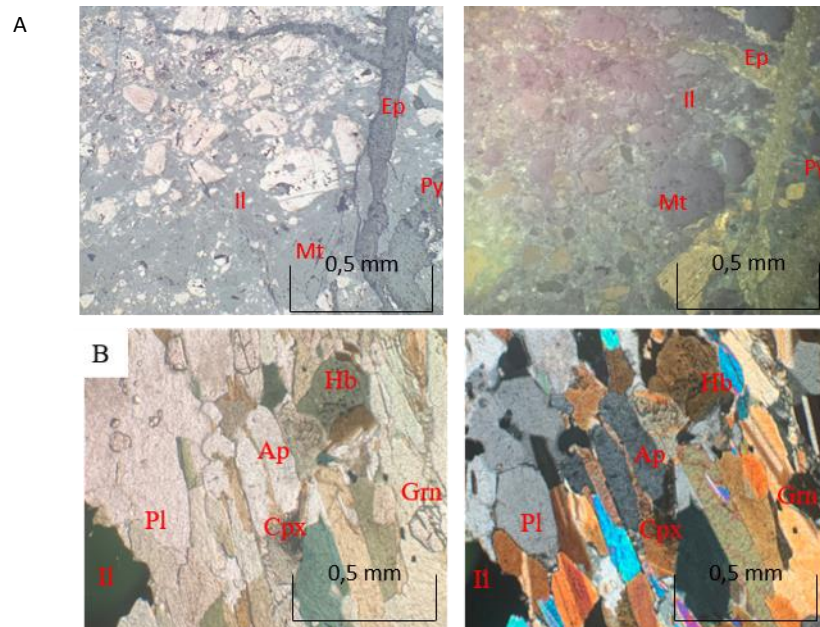
O metamagnetitito (Microfotografia 5A) é uma rocha inequigranular média a grossa, com cristais variando de 0,3 mm a 1,0 mm. É composta de magnetita (35%), ilmenita (27%), hornblenda (10%), granada (10%), plagioclásio (5%), epidoto (5%) calcopirita (2%), pirita (3%) e clinopiroxênio (3%). As principais microestruturas primárias observadas são poiquiloblástica, cumulus e nematoblástica. Além disso, a rocha se encontra epidotizada e os cristais de plagioclásio estão saussuritizados.

O apatita metagabro (Microfotografia 5B) com magnetita é uma rocha inequigranular, fina a média, com cristais variando de 0,1mm a 0,3mm. As principais microestruturas primárias observadas são lepidoblástica, nematoblástica, poiquiloblástica (inclusão de titanita e biotita no plagioclásio e na hornblenda). Além disso, os cristais estão orientados e são subidioblásticos a xenoblásticos.

Tabela 5: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos da zona superior IIB.

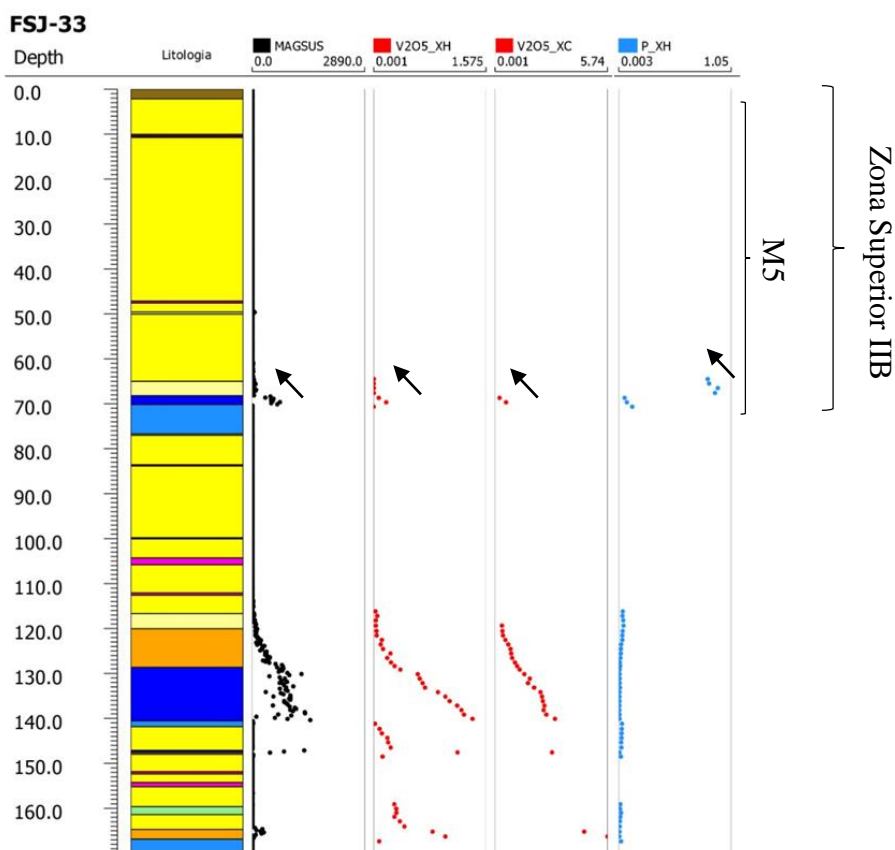
Lâmina	MINERAL	Pl	Hb	Grn	Ap	Cpx	Bt	Il	Mt	Ti	Ep	Py	Cpy
MLJ-10	Metamagnetitito	5	10	10	-	3		27	35	-	5	3	2
MLJ-11	Apatita Hornblenda Gabro	25	25	15	10	8	5	4	3	5	-	-	-

Microfotografia 5: Prancha com microfotografias de seções polidas delgadas dos litotipos da zona superior IIB. a) Metamagnetitito com microestruturas de cumulus e epidotização. b) Apatita magnetita-metagabro com microestruturas lepidoblástica, nematoblástica e poiquiloblástica.



A figura 10 mostra a descrição geológica do furo FSJ 33 com os respectivos valores de susceptibilidade magnética,  $V_2O_5$  head grade, fósforo (P\_XH) head grade,  $V_2O_5$  na magnetita. Esses resultados mostram uma estratificação de fase, com o aparecimento de magnetita e apatita modal, estratificação modal, com o teor de susceptibilidade magnética ( $\kappa$ ) e porcentagem de fósforo (P\_XH) diminuindo para o topo e estratificação críptica com os teores de  $V_2O_5$  na magnetita ( $V_2O_5_{XC}$ ) diminuindo para o topo (marcado na figura pelas setas).

Figura 10: Descrição geológica do furo FSJ 33 e separação do ciclo M5 da Zona Superior IIB utilizando como parâmetro: Estratificação de fase, estratificação críptica e estratificação modal a partir dos dados de química e susceptibilidade magnética.



#### 4.2.5 Zona Superior IIC



Brito (2000) classifica essa zona como um pacote de 150 metros de espessura de metanortosito grosso com metaleucogabro subordinado e essas rochas guardam as características mesoscópicas comuns às rochas similares das outras subunidades da Zona Superior. Contudo, como mostrado no mapa geológico de São José (ANEXO A), no alvo é observado que o pacote de anortosito apenas é presente a sul da área. No centro-norte da área estudada, o gnaiss Pé de Serra cavalga sobre o *Sill* do Rio Jacaré, obliterando tal camada.

Além disso, como mostrado na descrição geológica do furo FSJ27, a zona superior IIC apresenta duas camadas mineralizadas em vanádio em dois ciclos superiores estratigraficamente ao “M5”, sendo denominada seguindo os mesmos critérios estratigráficos supracitados de “M6” e “M7”. Além disso, a zona superior IIC apresenta dois pacotes com valores anômalos de cobre associados a magnetita-metagabros e metamagnetititos dos dois ciclos.

O ciclo “M6” é caracterizado da base para o topo, por metagabro, magnetita-metagabros, metamagnetititos e metanortosito, sendo o metamagnetitito a única

camada mineralizada em vanádio do ciclo exibindo teores variando de 0,5% a 0,7% de  $V_2O_5$  *head grade* e de 1,3% no concentrado magnético.

O magnetita-metagabro (Microfotografia 6A) é uma rocha inequigranular, média a grossa, com cristais variando de 0,5 mm a 2,5 mm. Sua mineralogia é composta de plagioclásio (45%), hornblenda (25%), magnetita (10%), granada (10%), biotita (5%), calcopirita (3%) e pirita (2%). As principais microestruturas são lepidoblástica, nematoblástica e xistosidade e os cristais são subidioblásticos.

O metamagnetitito (Microfotografia 6B) é uma rocha inequigranular média, com cristais variando de 0,2 mm a 0,7 mm. É composta de magnetita (63%), ilmenita (20%), clinopiroxênio (4%), calcopirita (5%), pirita (7%). As principais microestruturas primárias observadas são de cumulus e granular decussada. Além disso, a rocha apresenta sulfetos magmáticos com texturas reliquias de cumulus e os cristais são idioblásticos a subidioblásticos.

O metanortosito (Microfotografia 6C) é uma rocha inequigranular, os cristais de plagioclásio se encontram saussuritizados e variam de 1 mm a 3 mm. Os outros minerais constituintes se hospedam nos intercumulus de plagioclásio. As microestruturas primárias observadas são granular decussada, poiquiloblástica e oiko (cristais de clinopiroxênio no intercumulus de plagioclásio).

*Microfotografia 6: Prancha com microfotografias de seções polidas delgadas dos litotipos de M6 da zona superior IIC. a) Magnetita-metagabro com microestruturas nematoblástica.. b) Metamagnetitito com microestruturas de cumulus e granular decussada. c) Metanortosito com microestruturas de oiocristais.*

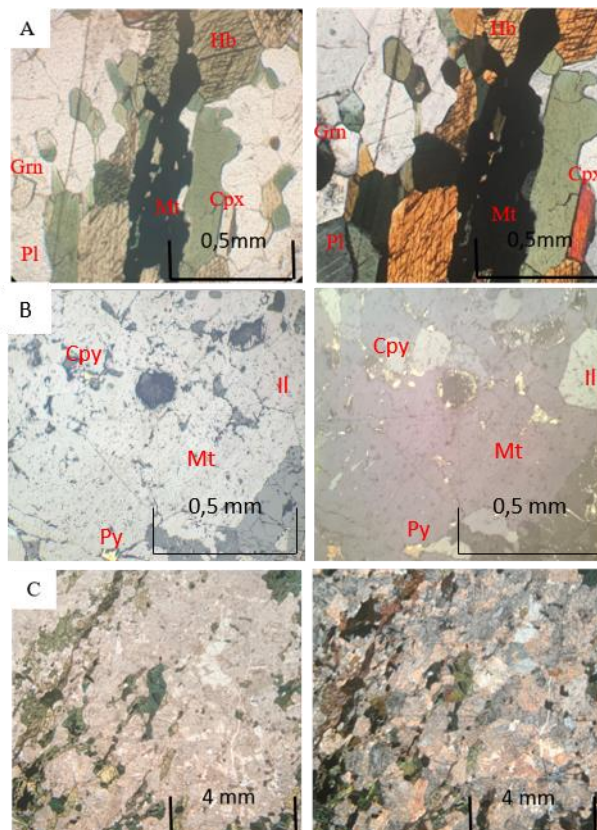


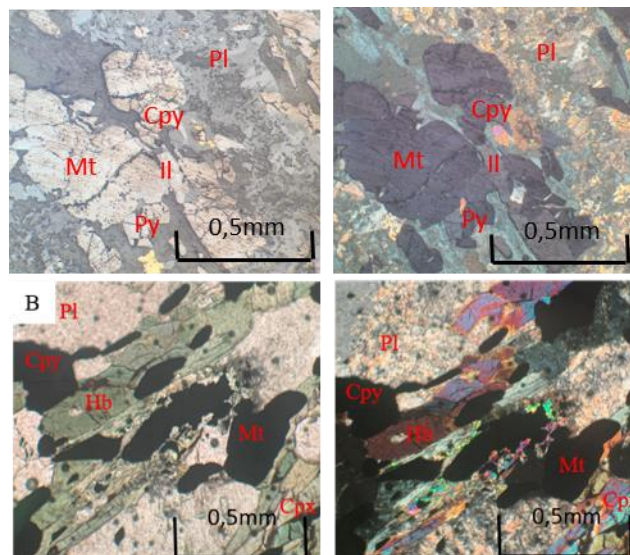
Tabela 6: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M6 da zona superior IIC.

Lâmina	MINERAL	Pl	Grn	Bt	Hb	Cpx	Mt	Cpy	Py	Il
MLJ-12	Magnetita-metagabro	45	10	5	25	-	10	3	2	-
MLJ-13	Metamagnetito	-	-	-	-	4	63	5	8	20
MLJ-14	Metanortosito	90	-	-	4	3	2	-	-	-

O ciclo “M7” é caracterizado da base para o topo, por metagabro, magnetita-metagabros e metamagnetitos que diferenciam para metagabros. Assim como o ciclo de M6, a única camada mineralizada em vanádio do ciclo é o metamagnetito exibindo teores variando de 0,75% de  $V_2O_5$  *head grade* e de 2,3% no concentrado magnético.

O metamagnetito (Microfotografia 7A) é uma rocha inequigranular média a grossa, com cristais variando de 0,2 mm a 1 mm. É composta de magnetita (40%), plagioclásio (25%), ilmenita (12%), hornblenda (6%), granada (5%), clinopiroxênio (4%), calcopirita (2%) e pirita (6%). As principais microestruturas primárias observadas são de cumulus e granular decussada. Além disso, a rocha apresenta sulfetos magmáticos com texturas reliquias de cumulus e os cristais são idioblásticos a subidioblásticos. Devido a sua mineralogia, a rocha pode ser caracterizada como plagioclásio magnetito.

O magnetita-metagabro (Microfotografia 7B) é uma rocha inequigranular, fina a média, com cristais variando de 0,2 mm a 0,5 mm. Sua mineralogia é composta de plagioclásio (35%), hornblenda (20%), magnetita (25%), granada (3%), calcopirita (4%) e pirita (2%). As principais microestruturas são nematoblástica, poiquiloblástica e xistosidade descontínua. Além disso, a rocha apresenta sulfetos magmáticos com texturas reliquias de cumulus e os cristais são idioblásticos a subidioblásticos.



Microfotografia 7: Prancha com microfotografias de seções polidas delgadas dos litotipos de M7 da zona superior IIC. a) Metamagnetito com microestruturas granular decussada, poiquiloblástica e de cumulus. b) Magnetita-metagabro com microestruturas nematoblástica e poiquiloblástica.

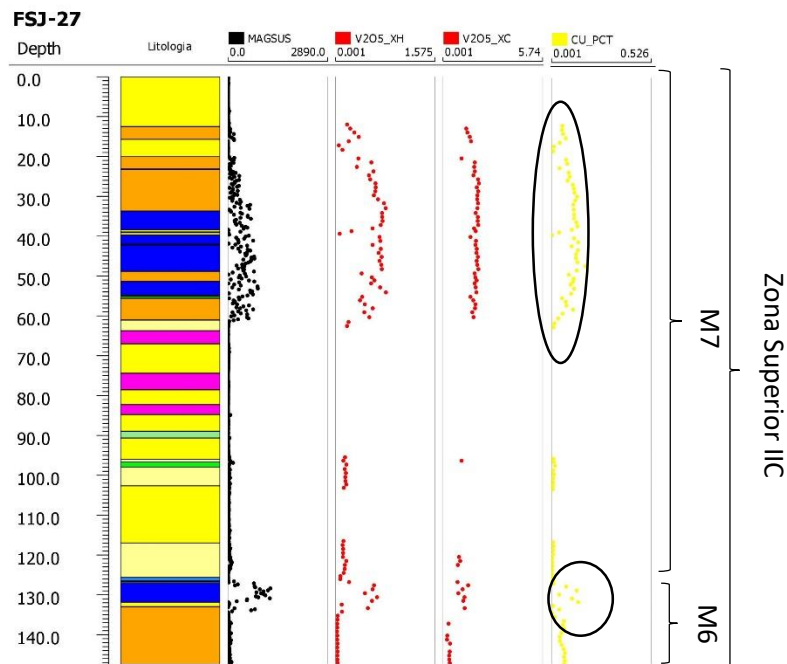


Tabela 7: Composição modal em % das seções polidas delgadas dos litotipos do ciclo de M7 da zona superior IIC.

Lâmina	MINERAL	PI	Hb	Mt	Cpx	Grn	Cpy	Py	Il
MLJ-15	Metamagnetitito	25	6	40	4	5	2	6	12
MLJ-16	Magnetita hornblenda gabronorito	35	20	25	10	3	4	2	-

A figura 13 mostra a descrição geológica do furo de sondagem FSJ27 com os respectivos valores de susceptibilidade magnética,  $V_2O_5$  head grade,  $V_2O_5$  no concentrado magnético. Esses resultados mostram uma estratificação de fase, com o aparecimento de magnetita modal, estratificação modal, com o teor de susceptibilidade magnética ( $\kappa$ ) diminuindo para o topo e estratificação críptica com os teores de  $V_2O_5$  na magnetita ( $V_2O_5\_XC$ ) diminuindo para o topo (marcado na figura pelas setas), além disso, é notável os valores anômalos de cobre destacados pelos círculos.

Figura 11: Descrição geológica do furo FSJ 27 e separação dos ciclo M6 e M7 da Zona Superior IIC utilizando como parâmetro: Estratificação de fase, estratificação críptica e estratificação modal a partir dos dados de química e susceptibilidade magnética.



#### 4.2.6 Gnaiss Pé de Serra e Complexo Granulítico Jequié

Essas unidades são as encaixantes a leste de SRJ. O gnaiss Pé de Serra ocorre na parte leste da área, de forma contínua com declive, mergulho preferencial para leste e cavalga sobre o SRJ obliterando o topo da zona superior IIC. Os tipos de afloramentos associados são, preferencialmente, em lajedos com cotas de 350 a 400 m (Fotografia 8).

O Complexo granulítico Jequié ocorre no extremo leste da área mapeada, sustenta um relevo plano e os afloramentos ocorrem, em geral, na forma de lajedos. Esses litotipos variam de cor cinza a rosa clara e, variam em granulometria de médio a grosso, dependendo da intensidade da deformação.

*Fotografia 8: Afloramento de gnaiss Pé de Serra. Visada para norte (coordenadas: 8494169 mN / 319497 mE).*

*Fotografia 9: Afloramento do Complexo Jequié. Visada em planta (coordenadas: 8494169 mN / 319486 mE).*



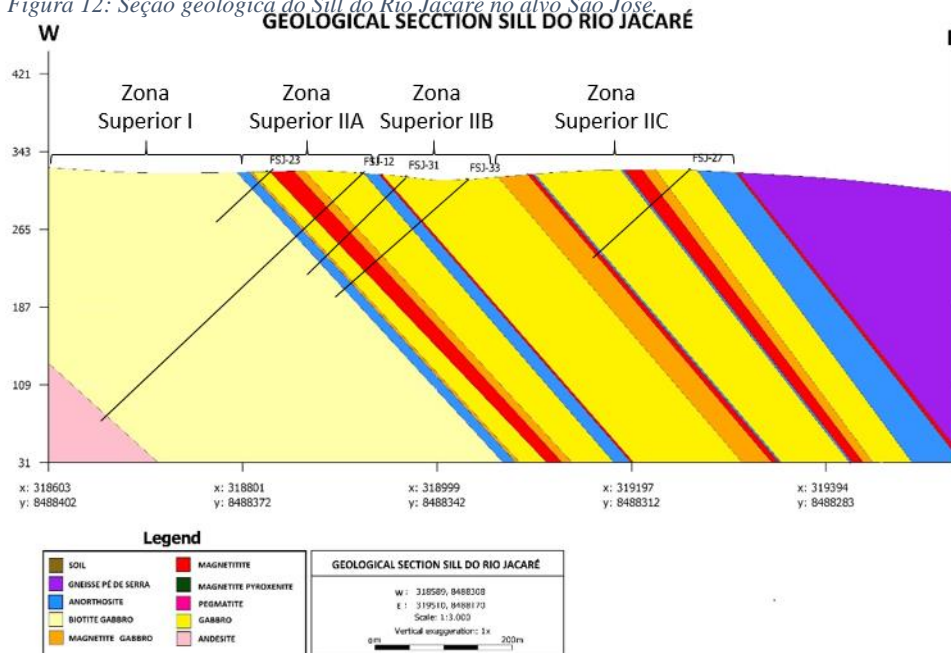
## 5. ASPECTOS ESTRUTURAIS

Na área estudada as principais feições estruturais estão orientadas em torno da direção NNE, paralelamente à direção do Cinturão Contendas Jacobina. Segundo Brito (2000) é possível individualizar três grandes domínios estruturais com suas características estruturais e prototectônicas: Sub-área oriental do Bloco de Jequié que exibe duas foliações principais, sendo uma sub-horizontal e uma penetrativa; sub-área central, caracterizada pelo Granito Pé de Serra que se limita a oeste e a leste pelas falhas de Pé de Serra e do Rio Jacaré, com uma trama tectônica apresentando a foliação principal, possuindo caráter penetrativo e direção preferencial N50E e mergulho entre 70 e 80 preferencialmente para SE e a sub-área ocidental que é representada pelas unidades Sill do Rio Jacaré e as rochas vulcano-sedimentares do Complexo Mirante, estas separadas pela Falha Ilha Grande-São José que caracteriza-se por um domínio estrutural que inclui o acamamento ígneo S0, formado pela orientação preferencial de piroxênios e plagioclásio possuindo direção preferencial NE e mergulhos variando entre 60 e 70 para leste e a foliação S1 como elementos mais marcantes observados nos litotipos da área

## 6. INTEGRAÇÃO DE DADOS

A compilação dos dados coligados neste trabalho foi consolidada na seção geológica (Figura 12) e numa cartografia especializada no Mapa geológico – geofísico do depósito de Ti-magnetita vanadífera de São José, em escala de 1:10.000 (ANEXO A).

Figura 12: Seção geológica do Sill do Rio Jacaré no alvo São José.



## 7. CONCLUSÃO

O trabalho proporcionou resultados em três âmbitos distintos: no viés técnico-científico, metalogenético e socioeconômico. O mapeamento na escala de 1:10.000 pioneiro, utilizando da aplicação da compartimentação estratigráfica mais atual do SRJ (Brito et al., 2016), contribuiu para o conhecimento geológico de detalhe do SRJ no alvo São José. Foi identificada e caracterizada geologicamente e geofisicamente pelo método da magnetometria, sendo separada em 4 domínios geofísicos. No total, 8 unidades estratigráficas foram identificadas: zona superior I, zona superior IIA, zona superior IIB, zona superior IIC, gnaisses Pé de Serra, rochas da Formação Mirante, e litotipos do Complexo Jequié. A caracterização petrográfica mostrou, no geral, três grupos de litotipos: metamagnetitos, hornblenda metagabronoritos ( $\pm$  magnetita) e metanortositos (sendo esses importantes marcos estratigráficos do SRJ).

Quanto ao quesito exploração mineral, o estudo reconheceu a continuidade dos corpos já identificado pela LARGO RESOURCES (2017) mineralizados para norte e para sul do alvo. Estes, possuem teores intermediários de  $V_2O_5$  (entre 0,5% a 1,5%), além disso, outras zonas mineralizadas a leste da área de estudo exibem uma alta potencialidade para aumento de recursos do alvo.

A caracterização do alvo São José mostrou também potencial para as mineralizações de apatita na zona superior IIB, já estudada por Vasconcelos (2015) no

alvo Novo Amparo Norte, porém sem nenhuma caracterização em São José e valores anômalos de cobre na zona superior IIC que não tem estudos realizados atualmente.

Com o mapeamento, foram caracterizadas áreas potenciais e estéreis para V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Esse trabalho pode auxiliar na instalação de uma possível mina futura da Largo Resources Ltd, a ser desenvolvida no alvo São José. Com isso, um melhor aproveitamento da jazida pode ser efetuado, diminuindo os custos, gerando mais empregos, e colaborando com o crescimento sustentável socioeconômico da região.

## 8. REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M. (1977). **O Cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, 7(4), 349-364.
- BARBOSA, J. S. F. e SABATÉ, P. Geological features and the Paleoproterozoic collision of four Archean crustal segments of the São Francisco Cráton, Bahia, Brazil. A synthesis. Anais Academia Brasileira de Ciências, 74(2), 343-359. (2002)
- BRITO, R. S. C. Geologia e Petrologia do *Sill* Máfico-Ultramáfico do Rio Jacaré – Bahia e Estudo das Mineralizações de Fe-Ti-V e Platinóides Associados. 325 f. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. Brasília. (2000).
- Brito, R. S. C. de; Nonato, I. F. B. P. (2014). **O Distrito Vanadífero de Maracás-Bahia: Modelos Descritivos, Genéticos e Econômicos das Mineralizações**. 47º Congresso Brasileiro de Geologia. 25/09. 219p. Salvador-BA.
- Brito, R. S. C. de. de; Nonato, I.F.B.P de; Vasconcellos, T.S.; Fróes, M.V.L.1; Markl. H.P.; Alvarez, M.; Fuezi, V.M.S. dos (2016). Controle Estratigráfico das Mineralizações de V, Ti e P do *Sill* do Rio Jacaré – Maracás – Bahia. 48º Congresso Brasileiro de Geologia. Resumo 9286. Porto Alegre - RS.
- Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM (2006). Levantamentos Aerogeofísicos da Área Ruy Barbosa/Vitória da Conquista, Bahia. Cessão de licença para utilização: Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia (IGEO/UFBA).
- GONÇALVES, B. F. Processamento e Interpretação de Dados Aerogeofísicos no Norte da Faixa Araçuaí e Análise de Transformações Magnéticas no Domínio do Espaço. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, SalvadorBA. 149p. (2009)
- GROSS, G. A. **Mafic intrusion-hosted titanium-iron; Mineral Deposit Types**, (ed.) O.R. Eckstrand, W.D. Sinclair, and R.I. Thorpe; Geological Survey of Canada, Geology of Canada, no. 8, p. 573-582 (also Geological Society of America, The Geology of North America, v. P-1) (1996).

Largo Resources Ltd (2017). AN UPDATED MINE PLAN, MINERAL RESERVE AND PRELIMINARY ECONOMIC ASSESSMENT OF THE INFERRED RESOURCES. Technical report (NI 43-101).

MARINHO, M. M.; SABATÉ, P.; BARBOSA, J. S. F. The Contendas-Mirante Volcanosedimentary Belt. In: PEDREIRA, A. J. Petrologic and Geochronologic evolution of the São Francisco Craton, Brazil. Salvador: CBPM, International Geological Correlation Programme – ICGP Project, 280, p 57-75. (1992).

MARINHO, M. M.; GALVÃO, C. F.; NONATO, I. F.; LUZ, D. S.; BRITO, R. S. C. Geologia e potencialidade nordeste da Faixa Contendas-Mirante e do *Sill* do Rio Jacaré, Bahia. Série Arquivos Abertos. Salvador. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM, Volume 6, 17p. (1994).

MASCARENHAS, J. F. **Estruturas do tipo “greenstone belt” no leste do Estado da Bahia.** In Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto. Anais. Belo Horizonte, SBG. 4: 25-49. (1976)

QUEIROZ, T. D. A. Mapeamento Geológico, Petrografia, Aspectos Litogeoquímicos e Geofísicos da Região de Maracás (Folha Sd.24-V-D-I), Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA. (2016).

VASCONCELLOS, T. S. Caracterização Petrográfica e Geoquímica das Mineralizações de Fósforo em Apatita do Alvo Novo Amparo Norte no *Sill* do Rio Jacaré – Maracás/BA. Trabalho Final de Graduação. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. (2015).

## **REFERÊNCIAS**

Almeida, F. F. M. (1977). **O Cráton do São Francisco.** Revista Brasileira de Geociências, 7(4), 349-364.

Avena Neto, R. (1987) Platinóides no corpo máfico-ultramáfico da Fazenda Gulçari Alvo A – Maracás-Bahia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, 152p.

Brito, R.S.C. (1984). Geologia do *Sill* Estratificado do Rio Jacaré. In: Congresso Brasileiro de Geologia Rio de Janeiro. 1984.

Brito, R. S. C. (2000). **Geologia e Petrologia do *Sill* Máfico-Ultramáfico do Rio Jacaré – Bahia e Estudo das Mineralizações de Fe-Ti-V e Platinóides Associados.** 325 f. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. Brasília.

- Brito, R. S. C. de; Nonato, I. F. B. P. (2014). **O Distrito Vanadífero de Maracás-Bahia: Modelos Descritivos, Genéticos e Econômicos das Mineralizações**. 47º Congresso Brasileiro de Geologia. 25/09. 219p. Salvador-BA.
- Brito, R. S. C de. de; Nonato, I.F.B.P de; Vasconcellos, T.S.; Fróes, M.V.L.1; Markl. H.P.; Alvarez, M.; Fuezi, V.M.S. dos (2016). **Controle Estratigráfico das Mineralizações de V, Ti e P do Sill do Rio Jacaré – Maracás – Bahia**. 48º Congresso Brasileiro de Geologia. Resumo 9286. Porto Alegre - RS.
- Carvalho, A. A. J. (2018). Integração de dados geológicos e geofísicos do depósito de Ti-Magnetita Vanadífera de Novo Amapo Norte, *Sill* do Rio Jacaré, Maracás – BA. Dissertação (Dissertação em geologia). Salvador: Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Bahia.
- CAWTHORN, R. G. & ASHWAL, L. D. **Origin of Anorthosite and Magnetite Layers in the Bushveld Complex, Constrained by Major Element Compositions of Plagioclase**. *Journal of Petrology* 50, 1607-1637. (2009).
- Fróes, M. V. L. (2015). **Caracterização Petrográfica e Geoquímica das Mineralizações de Titânio no Alvo Gulçari A Norte no Sill do Rio Jacaré – Maracás – Bahia**. Trabalho Final de Graduação. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA.
- GALVÃO, C. F. **Projeto Rio Jacaré**, Salvador, CBPM. v.1, 96p. Convênio CPRM-CBPM. (Relatório Final) (1981).
- GROSS, G. A. **Mafic intrusion-hosted titanium-iron; Mineral Deposit Types**, (ed.) O.R. Eckstrand, W.D. Sinclair, and R.I. Thorpe; Geological Survey of Canada, *Geology of Canada*, no. 8, p. 573-582 (also *Geological Society of America, The Geology of North America*, v. P-1) (1996).
- HESS, H. H.; **Stillwater Igneous Complex, Montana: A Quantitative Mineralogical Study**. *Geol. Soc. America Mem.* 80, 225 p. (1960).
- IRVINE, T. N.; **Crystallization Sequences in the Muskox Intrusion and Other Layered Intrusions - II**. Origin of Chromitite Layers and Similar Deposits of Other Magmatic Ores. *Geochim et Cosmochim. Acta*, v. 39, p. 991-1020. (1975).
- IRVINE, T. N. **Origin of chromitite layers in the Muskox intrusion and other stratiform intrusions: A new interpretation**. *Geology*, v. 5, p. 273-277 (1977).
- JACKSON, E. D.; **Primary Textures and Mineral Associations in the Ultramafic Zone of the Stillwater Complex, Montana**. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 358, 106 p. (1961).

Marinho, M. M.; Soares J. V.; Silva E. A. F. da; Costa, P. H. (1979). **Projeto ContendasMirante: Relatório Final**. Convênio SME - CBPM. Salvador-BA

MASCARENHAS, J. F. **Estruturas do tipo “greenstone belt” no leste do Estado da Bahia**. In Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto. Anais. Belo Horizonte, SBG. 4: 25-49. (1976)

PEDREIRA, A. J.; OLIVEIRA, J. E. de; SILVA, B. C. E.; PEDROSA, C. **Projeto Bahia: relatório final, geologia da Chapada Diamantina, textos e mapas**. Salvador: CPRM. Convênio DNPM-CPRM. (1975)

REYNOLDS, I. M. **The nature and origin of titaniferous magnetite-rich layers in the Upper Zone of the Bushveld complex**. Econ. Geol., 80: 1089-1108. (1985)

TEGNER, C.; CAWTHORN, R. G.; JOHAN F. K. **Cyclicity in the Main and Upper Zones of the Bushveld Complex, South Africa: Crystallization from a Zoned Magma Sheet**. Journal of Petrology, Oxford, V. 47, n° 11, p. 2257–2279. (2006).

VASCONCELLOS, T. S. **Caracterização Petrográfica e Geoquímica das Mineralizações de Fósforo em Apatita do Alvo Novo Amparo Norte no Sill do Rio Jacaré – Maracás/BA**. Trabalho Final de Graduação. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. (2015).

WAGER, L. R. e BROWN, G. M. **Layered igneous rocks**. Edinburgh and London (Oliver and Boyd). 588 p. (1968).

WILLEMSE, J. **The vanadiferous magnetic iron ore of the Bushveld igneous complex**. Econ. Geol., Monograph 4 (Magmatic ore deposits), 187-208. (1969)

---

**ANEXOS**

**ANEXO A: MAPA GEOLÓGICO – GEOFÍSICO DO DEPÓSITO DE  
TIMAGNETITA VANADÍFERA DE SÃO JOSÉ.**



**ANEXO B: COMPARTIMENTAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DO ALVO SÃO JOSÉ.**

## **ANEXO C: REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA GEOCIÊNCIAS – USP**

**Resumo e Abstract** - em um único parágrafo, devem ser concisos, com no máximo 270 palavras. Textos mais longos devem vir acompanhados de justificativa circunstanciada. Palavras-chave e keywords - máximo de seis, separadas por ponto e vírgula, com a primeira letra em maiúscula. Ex.: Bacia do Araripe; Quaternário; Fácies; Depósitos magmáticos. Os descritores em inglês devem acompanhar os termos em português.

**Texto principal** - poderá ser redigido em português ou inglês. Elaborar em Word, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço simples. O tamanho máximo aceito para publicação é de 25 páginas, incluindo texto, resumo, abstract, tabelas, figuras e referências bibliográficas. Trabalhos mais longos podem ser aceitos desde que argumentos científicos que os justifiquem sejam apresentados e aceitos.

a) Na fase de submissão, inserir numeração de páginas, bem como as figuras, tabelas e legendas.

b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras e tabelas devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras e tabelas.

Títulos e subtítulos - utilizar a formatação abaixo:

NÍVEL 1 - NEGRITO, CAIXA ALTA.

Nível 2 - Negrito, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais.

Nível 3 - Itálico, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).

Nível 4 - Caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).

Tabelas e quadros - considerar quadro como tabela. Elaborar em Word, no modo tabela, com formato aberto, fonte Arial, tamanho 8. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda. Tabelas muito extensas deverão ser divididas.

a) Na fase de submissão, inserir as tabelas no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial.

b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as tabelas devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das tabelas.

Ilustrações - mapas, fotos, figuras, gráficos, pranchas, fotomicrografias etc., considerar como figuras. Utilizar fonte Arial, tamanho 9. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda. Deverão estar em formato JPEG, TIFF ou EPS, com resolução mínima de 300 dpi.

a) Na fase de submissão, inserir as figuras no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial.

b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras.

**Citações no texto - exemplos de citação direta / citação indireta:**

a) Um autor

Santos (1980) / (Santos, 1980)

b) Dois autores

Norton e Long (1995) / (Norton e Long, 1980)

c) Mais de dois

autores Moorbath et al. (1992) / (Moorbath et al., 1992)

d) Congressos, conferências, seminários etc.

No Congresso Brasileiro de Geologia (1984) / (Congresso Brasileiro de Geologia, 1984)

e) Vários trabalhos de diferentes autores

Smith (1985), Rose e Turner (1986) e Johnson et al. (1990) / (Smith, 1985; Rose e Turner, 1986; Johnson et al., 1990)

f) Citação de vários trabalhos de um mesmo autor

Smith (1979a, 1979b, 1981) / (Smith, 1979a, 1979b, 1981)

Referências - listar no final do texto, em ordem alfabética de autores e, dentro dessa sequência, em ordem cronológica. A exatidão das referências bibliográficas é de inteira responsabilidade dos autores.

Exemplos de referências:

a) Livro com um autor

Middlemost, E. A. K. (1997). *Magma, rocks and planetary development: A Survey of Magma/Igneous Rock Systems*. Harlow: Longman.

b) Livro com dois autores

Anderson, M. P., Woessner, W. W. (1992). *Applied groundwater modeling. Simulation of low and advective transport*. San Diego: Academic Press.

c) Livro com três ou mais autores

Harland, W. B., Armstrong, R. L., Cox, A. L. V., Craig, L. E., Smith, A., Smith, D. (1989). *A geologic time scale (2a ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press.

d) Capítulo de livro

Almeida, F. F. M., Amaral, G., Cordani, U. G., Kawashita, K. (1973). The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazonas River. In: A. E. Nairn, F. G. Stille (Eds.), *The ocean basin and margins (v. 1, 411-446)*. New York:

Plenum. (Exemplo de Publicação seriada) L. Harris, N. , Pearce, J. , Tindle, A. (1986). Geochemical collision-zone magmatism. In: Coward M. P., Ries A. C.(ed.) Collision tectonics. London: Geological Society. 67-81. (Geological Society Special Publication, 19).

e) Artigo de periódico

Caffe, P. J., Soler, M. M., Coira, B. L., Cordani, U. G., Onoe, A. T. (2008). The granada ignimbrite: a compound pyroclastic unit and its relationship with upper miocene caldera volcanism in the northern Puna. *Journal of South American Earth Science*, 25(4), 464-484.

f) Trabalho apresentado em evento

Danni, J. C. M., Ribeiro, C. C. (1978). Caracterização estratigráfica da sequência vulcanosedimentar de Pilar de Goiás e de Guarinos, Goiás. XXX Congresso Brasileiro de Geologia, v. 2, 582-596. Recife: SBG.

f) Mapa

Inda, H. A. W., Barbosa, J. F. (1978). Mapa Geológico do Estado da Bahia. Escala 1:1.000.000. Salvador: Secretaria de Minas e Energia do Estado da Bahia/CBPM.

g) Teses e dissertações

Petta, A. R. (1995). Estudo geoquímico e relações petrogenéticas do batólito múltiplo composto São Vicente/Caicó (RN-Brasil). Tese (Doutorado). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas ? UNESP.

h) Documentos em meio eletrônico

Livro

Sharkov, E. (2012). *Tectonics: Recent Advances*. Croatia: InTech, .

Artigo de periódico

Soares, E. A., Tatumi, S. H. (2010). OSL age determinations of pleistocene fluvial deposits in Central Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(3), 691-699. Acesso em 14 de fevereiro de 2011, .

Trabalho apresentado em evento

Souza-Lima, W., Farias, R. M. (2007). A flora quaternária dos travertinos de Itabaiana, Sergipe. PALEO 2007 (p. 7). Itabaiana: SBP. Acesso em 18 de dezembro de 2008, .

i) Com numeração DOI

Livro

Zavattini, J. A. (2009). As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática. DOI: 10.7476/9788579830020.

Artigo de periódico

Evandro L. Kleina, E. L., Rodrigues, J. B., Lopesa, E. C. S., Gilvana L. Soledade, G. L. (2012). Diversity of Rhyacian granitoids in the basement of the Neoproterozoic-Early Cambrian Gurupi Belt, northern Brazil: Geochemistry, U?Pb zircon geochronology, and Nd isotope constraints on the Paleoproterozoic magmatic and crustal evolution. Precambrian Research, 220-221, 192-216, DOI: 10.1016/j.precamres.2012.08.007.