



UNIVERSIDADE DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, GEOCIÊNCIAS E SAÚDE COLETIVA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

JOÃO PAULO RODRIGUES NUNES

**INTEGRAÇÃO DE DADOS AEROGEOFÍSICOS E GEOLÓGICOS APLICADOS
NA PROSPECÇÃO DE POTÁSSIO NAS ADJACÊNCIAS DE SACRAMENTO -MG**

MONTE CARMELO – MG

2025

JOÃO PAULO RODRIGUES NUNES

**INTEGRAÇÃO DE DADOS AEROGEOFÍSICOS E GEOLÓGICOS APLICADOS
NA PROSPECÇÃO DE POTÁSSIO NAS ADJACÊNCIAS DE SACRAMENTO -MG**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao
Curso de Geologia do Instituto de Geografia da
Universidade Federal de Uberlândia, como parte
dos requisitos necessários à obtenção do título de
Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Mota da Silva

Monte Carmelo - MG

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

N972 Nunes, João Paulo Rodrigues, 1994-
2025 Integração de dados aerogeofísicos e geológicos aplicados na
prospecção de potássio nas adjacências de Sacramento - MG
[recurso eletrônico] / João Paulo Rodrigues Nunes. - 2025.

Orientador: Fabiano Mota da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Geologia.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Geologia. I. Silva, Fabiano Mota da, 1985-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Geologia. III.
Título.

CDU: 551

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

JOÃO PAULO RODRIGUES NUNES

**INTEGRAÇÃO DE DADOS AEROGEOFÍSICOS E GEOLÓGICOS APLICADOS
NA PROSPECÇÃO DE POTÁSSIO NAS ADJACÊNCIAS DE SACRAMENTO -MG**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao
Curso de Geologia do Instituto de Geografia da
Universidade Federal de Uberlândia, como parte
dos requisitos necessários à obtenção do título de
Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Mota da Silva

Monte Carmelo - MG, 2025.

Prof. Dr. Fabiano Mota da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Christiano Magini
Universidade Federal do Ceará

Geólogo Henrique Moreira
Coordenador de Geologia e Geotenia – CMOC

Dedico este trabalho à minha querida amiga,
Janaina Oliveira Guedes (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho marca o encerramento de uma importante etapa da minha vida. Por isso, é com imensa gratidão que registro meus sinceros agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este momento fosse possível.

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força e sabedoria ao longo desta jornada. À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade e estrutura essenciais para a realização deste curso.

Aos meus pais, Elson e Adalgisa, por todo o apoio, sacrifícios e amor incondicional. Às minhas irmãs, Adeliane e Lívia, pela cumplicidade. À minha sobrinha, Anne Gabrielly, e aos meus filhos, Luan Victor e Bernardo, cujos sorrisos e abraços me motivaram a não desistir nos momentos mais difíceis. Minha família é a base de tudo que conquistei até aqui.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Fabiano Mota, por toda a paciência, dedicação e, principalmente, pelas oportunidades que não apenas enriqueceram meu lado profissional, mas também agregaram valores de crescimento pessoal.

Dedico este momento de realização à memória de minha querida amiga Janaína cuja amizade, apoio e presença foram de fundamental importância ao longo desta trajetória acadêmica. Sua memória permanece viva e constitui fonte de inspiração para cada conquista aqui alcançada.

Aos meus amigos, Bruno, Gabriela, Heitor, Iago, Lucas, Marcello, Marcelo e Wilson, que estiveram ao meu lado nos momentos de descontração, pelas trocas de ideias e pelo apoio mútuo durante todos os momentos desta jornada acadêmica.

Um agradecimento especial a Alice, Alexander, Camila, Lucas Soares e Isabela, que estiveram presentes desde o início e ofereceram conselhos e ombro amigo em todos os momentos.

Por fim, à cidade de Monte Carmelo – MG, que me acolheu, e a todos que contribuíram para este momento.

RESUMO

Este trabalho investiga locais para a prospecção de potássio na região de Sacramento, Minas Gerais, visando reduzir a dependência brasileira de importações desse recurso, crucial para fertilizantes agrícolas. A pesquisa iniciou com uma revisão da literatura e o estabelecimento de objetivos claros, seguido pela descrição da metodologia, onde destaca o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para processamento e integração dos dados geofísicos e geológicos. Foi utilizado métodos aerogeofísicos e geológicos para integrar os dados gamaespectrométricos (canal do potássio) com mapeamento de campo, com objetivo de identificar áreas promissoras à prospecção de potássio. Os dados foram processados no *software Oasis Montaj*, que permitiram identificar alvos potenciais, dos quais se destacam zonas com altas concentrações de potássio denominadas de verdetes. Os resultados revelam que a área de estudo apresenta anomalias geofísicas que se correlacionam com concentrações significativas de potássio, indicando possíveis potencialidades para exploração. Foram delimitados sete alvos promissores, com destaque para o Alvo G, onde a mineralização ocorre de forma rasa e com teores significativos de K_2O (entre 5% e 18%). A confirmação em campo, incluindo mapeamento geológico e sondagens, validou a eficácia do método, com 17 dos 20 furos realizados apresentando resultados positivos. Conclui-se que a integração de dados geofísicos e geológicos otimiza a prospecção mineral, reduz custos e aponta a área como viável para exploração econômica de potássio.

Palavras-chave: Gamaespectrometria; Potássio; Mapeamento Geológico.

ABSTRACT

This study investigates potential sites for potassium prospecting in the Sacramento region of Minas Gerais, aiming to reduce Brazil's dependence on imports of this resource, which is crucial for agricultural fertilizers. The research began with a literature review and the establishment of clear objectives, followed by a description of the methodology, which highlights the use of Geographic Information Systems (GIS) for processing and integrating geophysical and geological data. Aerogeophysical and geological methods were employed to integrate gamma-spectrometric data (potassium channel) with field mapping, with the goal of identifying promising areas for potassium prospecting. The data were processed using Oasis Montaj software, which helped identify potential targets, particularly zones with high potassium concentrations known as *verdetes*. The results reveal that the study area exhibits geophysical anomalies that correlate with significant potassium concentrations, indicating possible exploration potential. Seven promising targets were delineated, with emphasis on Target G, where mineralization occurs at shallow depths with significant K₂O grades (between 5% and 18%). Field confirmation, including geological mapping and drilling, validated the method's effectiveness, with 17 out of 20 drill holes yielding positive results. It is concluded that the integration of geophysical and geological data optimizes mineral prospecting, reduces costs, and indicates the area is viable for the economic exploitation of potassium.

Keywords: Gamma-ray spectrometry; Potassium; Geological Mapping.

Lista de Figuras

Figura 1: Gráfico de reservas e produção mundial de potássio.....	13
Figura 2: Localização geográfica da área de estudo.....	18
Figura 3: Fluxograma do Processamento de Dados.....	21
Figura 4: Setores e domínios do Sistema Orogênico Tocantins.....	22
Figura 5: Mapa estrutural simplificado da Faixa Brasília	23
Figura 6: Carta estratigráfica da Bacia do Paraná	25
Figura 7: Solo com tonalidade avermelhada, originado a partir do basalto	28
Figura 8: Amostra de rocha vulcânica típica ocorrente na área pesquisada. Nota-se as amígdalas com o que sobrou de uma massa esverdeada, possivelmente composta por celadonita	28
Figura 9: Amostra com vesículas preenchidas com celadonita	29
Figura 10: Distribuição granulométrica de frações silticas, com composições silto-argilosas.....	30
Figura 11: A mineralização apresenta tonalidade mais clara no topo e mais escura na base ...	31
Figura 12: Mapa de anomalia de Porcentagem de Potássio	32
Figura 13: Alvos identificados para mapeamento e exploração de Potássio	34
Figura 14: Mapa geológico do Alvo G.	36
Figura 15: Fotointerpretação do canal do potássio aerogeofísico. A cor salmão marca toda a anomalia positiva em potássio e as linhas em preto os perfis para malhas de sondagens.....	37
Figura 16: Localização dos furos prioritários	38
Figura 17: Localização dos furos secundários	38
Figura 18: Distribuição dos furos de acordo com as variações topográficas do terreno.....	39
Figura 19: Modelo geológico 3D mostrando a distribuição litológica da área de estudo	39

Lista de Tabelas

Tabela 1: A tabela apresenta os valores dos canais e seus picos de energia (em MeV), associados a elementos radiométricos e à radiação cósmica	19
---	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	17
4	METODOLOGIA.....	18
4.1	Método Aerogamaespectrométrico.....	18
4.2	Processamento de dados.....	20
5	ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	22
5.1	Geologia Regional.....	22
5.1.1	Faixa de Dobramentos Brasília.....	22
5.1.2	Bacia Sedimentar do Paraná.....	24
5.2	Geologia Local.....	27
5.2.1	Formação Serra Geral e Formação Botucatu.....	27
5.2.2	Siltito Celadonítico (Mineralização de Potássio).....	30
6	RESULTADO E DISCUSSÕES.....	31
6.1	Plano de furos de sondagem.....	36
6.1.1	Furos Prioritários.....	37
6.1.2	Furos Secundários.....	38
6.2	Resultados dos furos de sondagens.....	39
7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
7.1	Considerações Finais.....	41
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	42
	ANEXO – ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O potássio é o sétimo elemento químico mais abundante na crosta continental terrestre e o 19º do universo (Brownlow, 1996). Ele pertence ao grupo dos metais alcalinos, presente em minerais silicáticos que compõem rochas, como feldspato, feldspatóides, micas e argilas. Desempenha um papel fundamental tanto nos processos biológicos, na indústria e na agricultura.

O potássio é um dos macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas e desempenha um papel fundamental na produtividade agrícola. Sua presença no solo e sua correta aplicação são determinantes para a qualidade e o rendimento das culturas, influenciando diretamente processos fisiológicos como a fotossíntese, a regulação hídrica e a resistência a pragas e doenças.

No contexto do agronegócio, o uso adequado de fertilizantes potássicos é crucial para garantir a sustentabilidade da produção, especialmente em solos deficientes nesse nutriente. Além disso, com o crescimento da demanda global por alimentos, a gestão eficiente do potássio se torna ainda mais relevante para otimizar a produção e minimizar impactos ambientais.

No cenário mundial, 95% da produção de potássio é utilizada na fabricação de fertilizantes, sendo 90% desse volume é submetido a processos de transformação em cloreto de potássio, enquanto o restante é destinado à utilização na indústria química, conforme relatado por Oliveira (2017).

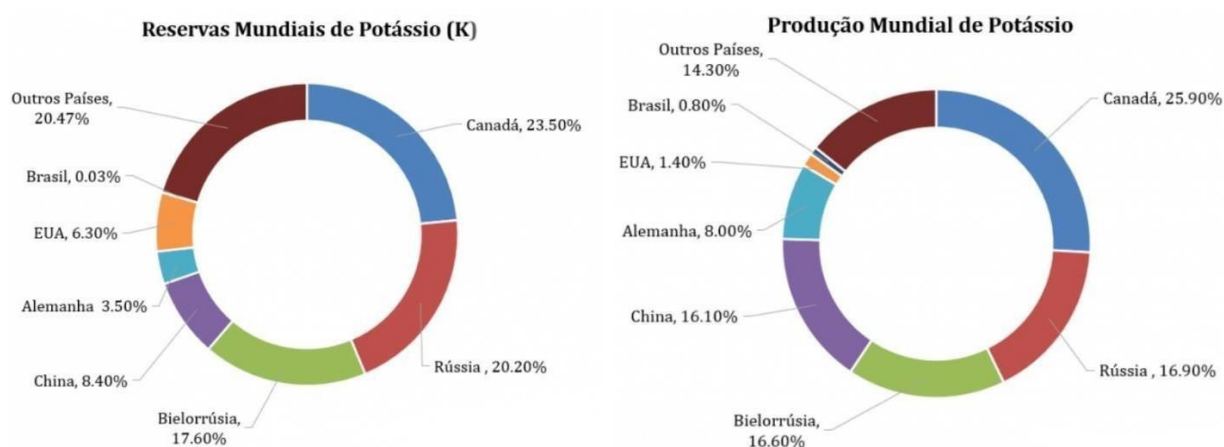
De acordo com Oliveira (2017), os países com as maiores reservas de potássio foram o Canadá 23,5%, a Rússia 20,2% e a Bielorrússia 17,6%. Além de liderarem o ranking mundial de reservas, esses países também se destacaram como os principais produtores globais de potássio fertilizante, sendo responsáveis, em conjunto, por aproximadamente 59,4% da produção total no ano analisado.

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo e, conseqüentemente, possui uma grande demanda por fertilizantes na produção agrícola. No entanto, a produção interna não é suficiente para suprir essa necessidade, tornando o país dependente da importação de outros países.

De acordo com os dados do IBRAM (2023), em relação as importações brasileiras, o potássio representou a maior proporção dessas importações, com cerca de 44% no ano de 2023. Neste contexto, isso pode estar relacionado com a produção interna restrita em comparação com a demanda interna pelo produto.

A produção nacional, no ano de 2016, foi de aproximadamente 0,80% da produção mundial, ocupando a 10º posição no ranking global. Quanto às reservas, o país ficou na 11ª posição correspondendo a apenas 0,03% do total mundial, conforme ilustra a figura 1.

Figura 1: Gráfico de reservas e produção mundial de potássio.



Fonte: Agência Nacional de Mineração (ANM) (2016).

As reservas brasileiras de potássio estão localizadas nos estados de Sergipe e Amazonas, especificamente nas regiões de Taquari/Vassouras e Santa Rosa de Lima, em Sergipe. No entanto, a única reserva em operação é a de Taquari/Vassouras, situada no município do Catete, em Sergipe, responsável pela produção de fertilizantes potássicos (Oliveira, 2015).

A produção no complexo Mina/Usina Taquari/Vassouras está em operação desde 1985 e, atualmente, é realizada pela Mosaic Fertilizantes. Em 2023, a produção interna brasileira atingiu cerca 200kt de K_2O e há projetos para aumentar ainda mais esses valores (IBRAM, 2023).

No estado do Amazonas, foi descoberto um grande potencial para sais de potássio a partir de pesquisas realizadas na área há décadas. Contudo, a produção ainda não foi iniciada devido a questões ambientais (Motta, 2020).

De acordo com o Ministério da Economia, o Brasil importa 96,5% do cloreto de potássio usado na fertilização do solo. Além disso, o país é o maior importador mundial desse insumo, tendo adquirido 10,45 milhões de toneladas em 2019 e aproximadamente 11,5 milhões de toneladas em 2020.

A guerra no leste europeu vem afetando o mercado brasileiro devido à dependência de potássio. Só em 2023, o Brasil importou 40% do potássio da Rússia e da Bielorrússia (Embrapa,

2024). Os cortes e os aumentos nos preços impactaram diretamente o agronegócio. Como consequência, para estabilizar o mercado interno, há uma busca crescente por minerais com esse elemento no país.

Segundo Kulaif e Góes (2016), a exploração de potássio pode ser realizada de três tipos de depósitos: depósitos de evaporitos, salmouras naturais e rochas sedimentares, ígneas ou metamórficas de composição silicática, entre as quais se destacam os depósitos de “verdetes”.

No Brasil, as ocorrências conhecidas estão limitadas a depósitos de evaporitos e rochas sedimentares, ígneas ou metamórficas de composição silicática. Não há disponibilidade econômica em salmouras (Nascimento *et al.*, 2008 apud Kulaif *et al.*, 2016).

No Brasil, depósitos de evaporitos, como os domos de sal, que contêm potássio, foram identificados em locais específicos. Na Bahia, essas ocorrências estão localizadas em Abrolhos e em Mucuri. Já no Espírito Santo, foram mapeadas em Barra Nova e na foz do Rio Doce. Essas ocorrências podem ser economicamente favoráveis para pesquisa, devido à localização em relação às lâminas de águas rasas e à pouca profundidade do topo (Cavalcanti, 2011).

Em relação às rochas silicatadas com elevado teor de potássio encontradas no território brasileiro, o verdete se destaca entre as demais devido à presença de depósitos significativos na região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais (Silva, 2017). Além de ter sido um foco significativo de pesquisas no passado, o tema continua a receber atenção recentemente, com o objetivo de promover o desenvolvimento de fertilizantes potássicos.

Na década de 1960, estudos geológicos começaram a ser realizados em Minas Gerais em função da identificação de ocorrências de rochas verdetes (Pereira *et al.*, 2019). Conforme destacado por Piza *et al.*, (2011), essas rochas metassedimentares do tipo verdete se distribuem por uma ampla área do estado de Minas Gerais.

Os depósitos de verdetes estão localizados no contexto da Bacia do São Francisco, especificamente nas rochas pertencentes ao Grupo Bambuí, Formação Paraopeba, na região de Cedro de Abaeté, em Minas Gerais. Segundo Vallareli *et al.*, (1993), essas reservas foram estimadas em aproximadamente 1,5 bilhão de toneladas, contendo cerca de 11% de K₂O.

No estudo realizado por Silva *et al.* (2012), as rochas dessa região destacaram-se pela elevada concentração de K₂O, que varia entre 6% e 14%, além de apresentarem uma coloração esverdeada. A glauconita e a celadonita, principais minerais de potássio presente nessas rochas, possui tonalidades que variam de verde-oliva a verde-escura (Mcrae, 1972, e Dooley, 2006 apud Moreira, 2015). Esse mineral é encontrado principalmente na rocha geradora conhecida como 'verdete' (Piza, 2009).

O verdete se diferencia de outras rochas por ser uma potencial fonte de potássio, com teores expressivos de K_2O , variando de 6% a 15% (Pereira *et al.*, 2019). A coloração esverdeada característica dessa rocha é atribuída à glauconita ou à celadonita, seu principal componente mineralógico (Piza *et al.*, 2011).

Na década de 1970, sob a responsabilidade da CPRM, o mapeamento geológico em escala de 1:50.000, conforme descrito no Relatório do Projeto Cedro do Abaeté, identificou litologias como os verdetes (argilitos e siltitos) de coloração verde-escuro a azulada. Essas rochas apresentaram concentrações elevadas de potássio, sendo consideradas potencialmente adequadas para a produção de fertilizantes devido aos altos teores de K_2O (Chaves *et al.*, 1971).

As recentes descobertas de depósitos de potássio podem ser atribuídas aos avanços obtidos no campo das geotecnologias, definidas por Rosa (2005) como o conjunto de ferramentas destinadas à coleta, ao processamento, à análise e à disponibilização de informações vinculadas a dados geográficos.

Entre as principais ferramentas que compõem esse campo destacam-se o Sensoriamento Remoto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o Posicionamento Global por Satélite (GPS) e a Geofísica Aplicada.

Tais ferramentas vêm desempenhando um papel cada vez mais relevante no contexto da prospecção mineral, ao possibilitarem a identificação e delimitação de áreas com potencial mineralógico de maneira mais ágil, precisa e economicamente viável.

O sensoriamento remoto (SR) no Brasil passou por um notável avanço nas últimas décadas, impulsionado pelo uso da internet e ferramentas acessíveis como o Google *Earth*, que democratizaram o acesso às imagens orbitais. Desde as primeiras fotografias aéreas verticais no século 20, o SR tornou-se essencial na exploração mineral, com técnicas avançadas e uma ampla oferta de dados gerados por satélites e aeronaves, favorecendo descobertas precisas e a eficiência na prospecção de recursos minerais (Crósta *et al.*, 2016).

Segundo Câmara (2001), um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é definido como um conjunto de tecnologias computacionais que possibilitam o geoprocessamento, permitindo a manipulação e a integração de dados provenientes de múltiplas fontes. Essa integração viabiliza a criação de bancos de dados digitais, estruturados com informações georreferenciadas para diversas aplicações.

O sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS) foi desenvolvido e é gerido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, estando disponível

gratuitamente para utilização por qualquer indivíduo (Corrêa, 2009). Na mineração utilizado para marcação de pontos e planejamento de exploração.

A identificação de depósitos de minerais-minério por meio de metodologias geofísicas, segundo Luiz (2012), baseia-se, essencialmente, na existência de um contraste entre alguma propriedade física dos depósitos e as características do ambiente ao redor. As propriedades físicas do depósito, por sua vez, estão intimamente ligadas às propriedades intrínsecas dos minerais que o compõem, bem como ao volume em que estão presentes.

O estudo deste trabalho fundamentou-se no emprego de geotecnologias, incluindo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR), que proporcionaram a coleta e análise de dados georreferenciados de forma eficiente e acessível. Tais ferramentas foram selecionadas devido à ampla disponibilidade, ao custo reduzido e à capacidade de integrar múltiplas fontes de informações espaciais, como mapas geológicos e geofísicos.

A análise também considerou relatórios técnicos da Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), os quais forneceram subsídios valiosos para a identificação de áreas com potencial mineralógico

A integração de dados para a pesquisa mineral representa uma abordagem essencial e estratégica, facilitada pelas geotecnologias. Este processo envolve o uso de diferentes fontes de informação georreferenciada, como mapas geológicos, mapas geofísicos e relatórios técnicos de órgãos como a CODEMIG. A combinação desses dados permite uma análise mais detalhada e precisa das áreas de interesse mineral.

Os mapas geológicos fornecem informações sobre a composição e estrutura das rochas, enquanto os mapas geofísicos identificam propriedades físicas específicas, como magnetismo e radioatividade, que ajudam a detectar anomalias associadas a depósitos minerais. Relatórios técnicos complementam esses dados com análises históricas e modelos econômicos de exploração.

A integração ocorre por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que facilitam o processamento, sobreposição e análise dessas diferentes camadas de dados, resultando em uma visão eficiente para a exploração mineral. De acordo com Hogson (1990) o uso dessas ferramentas não apenas aumenta a eficiência e reduz custos, mas também servem como critérios para seleção de área de exploração ("critérios de seleção de área").

A finalidade desse trabalho foca na união de informações obtidas por meio da gamaespectrometria com mapas geológicos e geofísicos detalhados. Essa integração possibilita identificar com mais precisão as áreas de maior interesse mineral. Com isso, é possível

selecionar os locais para furos de sondagem de forma mais eficiente, economizando recursos e reduzindo os riscos envolvidos no processo de prospecção.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste projeto é utilizar o método aerogamaespectrométrico para o mapeamento e seleção precisa de locais para a realização de furos de sondagem. A proposta envolve a integração de dados gamaespectrométricos com levantamentos anteriores, como estudos petrográficos e medições de resistividade elétrica, além de novas informações obtidas, com o intuito de otimizar a identificação de zonas anômalas. Dessa forma, busca-se reduzir custos exploratórios, aumentar a eficiência das sondagens e promover práticas sustentáveis na prospecção mineral.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos que esse projeto abrange incluem:

- Realizar reconhecimento geológico na escala 1:25000;
- Utilizar dados aerogamaespectrométricos para delimitar os alvos de potássio;
- Realizar integração de dados de geológicos e geofísicos da área pesquisada;
- Realizar locações de furos de sondagem sobre alvos delimitados;
- Quantificar os furos positivos para o mineral de potássio.

3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Sacramento, município localizado no estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro, destaca-se por suas paisagens naturais, incluindo cachoeiras e áreas de mata preservada.

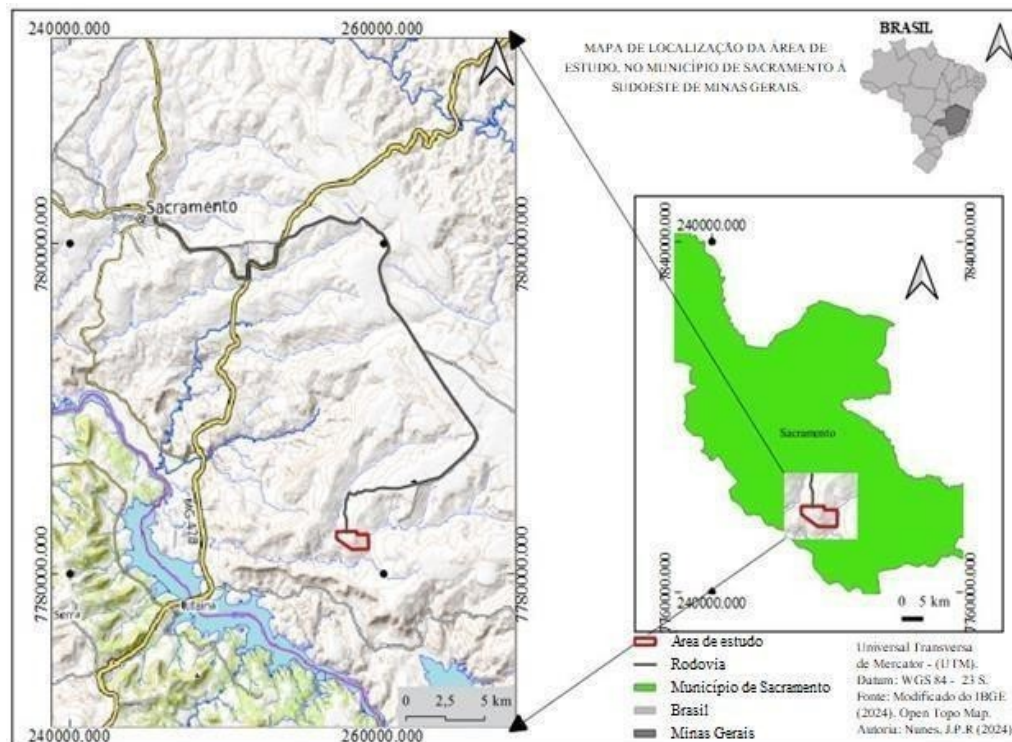
A cidade possui relevância histórica, com fazendas antigas e tradições culturais que enriquecem sua identidade local. Sua economia é majoritariamente baseada na agropecuária, especialmente na produção de café, e no turismo, com eventos culturais que atraem visitantes.

Além disso, as características geológicas da região fazem de Sacramento um ponto de interesse para pesquisadores e exploradores, consolidando sua importância nos estudos e prospecções minerais.

A área de estudo, conforme representada na figura 2, está localizada aproximadamente 45 km a leste da cidade de Sacramento, em Minas Gerais, e é delimitada por um polígono que demarca a região analisada. O acesso à área é realizado inicialmente pela rodovia estadual MG-428, seguindo no sentido leste até o entroncamento com a rodovia federal BR-464.

A partir desse ponto, percorre-se um trecho não pavimentado de 29 km em direção ao sudeste, rumo ao povoado de Jaguarinho. A Fazenda Água Santa, situada nessa região, foi estabelecida como a sede da área de pesquisa.

Figura 2: Localização geográfica da área de estudo.



Fonte: O autor (2024).

4 METODOLOGIA

4.1 Método Aerogamaespectrométrico

Os levantamentos geofísicos têm sido amplamente aplicados em atividades de prospecção mineral, destacando seu potencial para a identificação de depósitos minerais.

Segundo Serafim (2017), a gamaespectrometria se destaca entre os métodos geofísicos como uma técnica capaz de medir emissões de radiação provenientes de radionuclídeos presentes nas rochas.

Os dados obtidos por meio dessa metodologia podem ser integrados às sequências mineralógicas observadas na superfície terrestre, contribuindo para a identificação de alvos minerais abaixo da superfície.

Além disso, conforme ressaltado por Ribeiro *et al.* (2013), a radiação gama apresenta elevada capacidade de penetração em fontes naturais e artificiais. Os radioisótopos associados emitem raios gama com energias específicas, permitindo a distinção de cada elemento ou isótopo e ampliando a precisão na caracterização das áreas de interesse.

A análise de dados gamaespectrométricos permite a caracterização de unidades litológicas, a detecção de intrusões ígneas e a identificação de alterações hidrotermais, bem como de processos erosivos (Ribeiro *et al.*, 2013). Por meio da interpretação de informações obtidas através de técnicas radiométricas, como a aerogamaespectrometria, é viável a utilização de diferentes tipos de mapas integrados às informações geológicas da área em estudo.

Entre os mapas produzidos a partir de dados gamaespectrométricos, destaca-se a distribuição espacial das contagens de elementos radiométricos, como potássio (K), tório (Th) e urânio (U), além da contagem total (CT), que corresponde à soma de todas as contagens dentro do intervalo de energias de 0,41 a 2,81 MeV, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1: A tabela apresenta os valores dos canais e seus picos de energia (em MeV), associados a elementos radiométricos e à radiação cósmica.

Canal	Faixa de Energia (Mev)	Pico (Mev)
K ⁴⁰	1.37 – 1.57	1.46
U ²³⁸	1.66 – 1.86	1.76
Th ²³²	2.41 – 2.81	2.61
CT	0.41 – 2.81	-
Cósmico	3.0 – 8.0	-

Fonte: Ribeiro *et al.*, (2013)

Em áreas com alterações hidrotermais e intemperismo acentuados, onde ocorre forte lixiviação de potássio, pode-se aplicar o mapa de parâmetro F para identificar esses padrões. Esse tipo de mapa é capaz de evidenciar o aumento do potássio e do urânio em relação ao tório, proporcionando uma análise mais detalhada de regiões com potenciais anomalias.

Adicionalmente, as variações nas concentrações de radioisótopos em rochas graníticas de uma mesma região podem ser significativas. Entretanto, zonas de alteração hidrotermal podem ser delimitadas por meio de mapas ricos em potássio ou sílica, baseados nos valores de parâmetros como U/Th, U/K e Th/K (Ribeiro *et al.*, 2013).

Outra ferramenta importante nesse contexto é o mapa ternário, que consiste em uma representação visual destinada a facilitar a interpretação de dados radiométricos e a identificação de padrões anômalos. Esse mapa associa cores específicas a cada radioelemento, utilizando sistemas como RGB (vermelho, verde, azul) ou CMY (ciano, magenta, amarelo). Nesse modelo, os tons representados no mapa indicam as concentrações relativas de elementos, como potássio, permitindo uma análise visual eficaz de áreas geológicas de interesse.

Neste contexto, foram realizados levantamentos aerogeofísicos nas proximidades do município de Sacramento, em Minas Gerais, empregando o método de aerogamaespectrometria com o objetivo de identificar alvos potenciais para prospecção mineral.

Durante a geração dos mapas aerogeofísicos, foi utilizado o canal de potássio (K) para detectar zonas anômalas associadas a este elemento. Os dados obtidos por meio da gamaespectrometria estão disponíveis para análise e para integração com informações provenientes de levantamentos anteriores, como estudos petrográficos e de resistividade elétrica, além de serem utilizados em conjunto com novos dados, visando à projeção e planejamento de furos de sondagem.

4.2 Processamento de dados

Em função da necessidade de explorar o minério de Potássio foram adquiridos os dados aerogeofísicos pertencentes ao município de Sacramento, cujo principal objetivo, é a caracterização de alvos potenciais para exploração de Potássio.

O processamento dos dados foi realizado por meio do software *Oasis Montaj*, amplamente reconhecido e utilizado na modelagem de dados geofísicos, tais como gravimetria, magnetometria e gamaespectrometria. No presente estudo, optou-se por sua aplicação devido à sua robustez e versatilidade no tratamento de dados gamaespectrométricos.

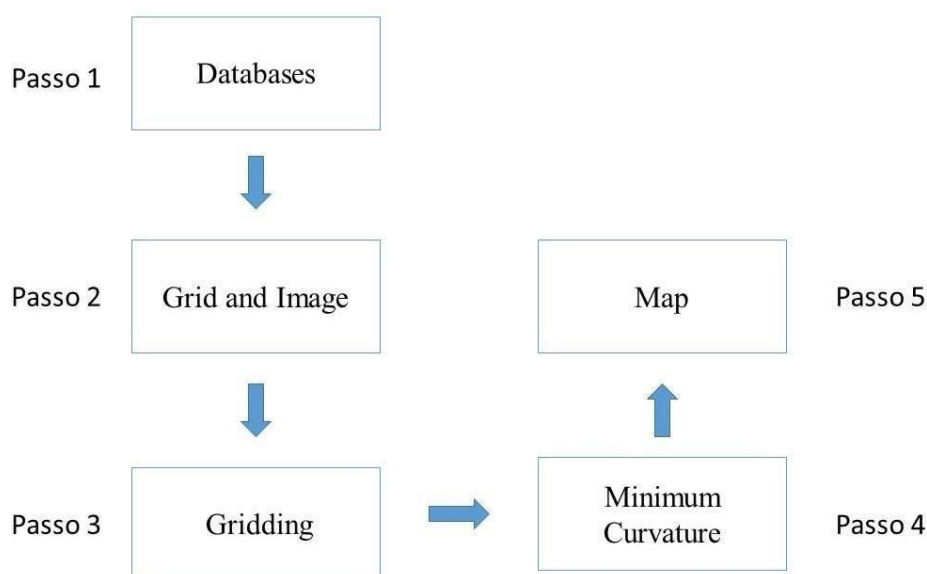
Os dados utilizados foram obtidos a partir do banco de dados da Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), os quais são de domínio público e estão disponíveis gratuitamente na plataforma digital da referida instituição. Para as análises

realizadas foi considerado exclusivamente o canal correspondente ao elemento potássio em porcentagem, por se tratar do objetivo principal desta investigação.

As anomalias identificadas por amplitudes elevadas indicam áreas com elevadas concentrações de potássio, as quais são representadas por tons quentes (cores avermelhadas) nos mapas gerados.

A seguir na figura 3 apresenta os principais procedimentos adotados durante o processamento dos dados.

Figura 3: Fluxograma do Processamento de Dados.



Fonte: O autor (2025).

Inicialmente foi inserido a tabela de dados já disponibilizada pela CODEMIG que contém os dados do levantamento aerogeofísicos, os dados já estão filtrados prontos para ser usado no processamento.

No *software* seleciona-se o menu *grid and image* a seguir *gridding* e por fim o *minimum curvature* onde iremos configurar os parâmetros para geração do grid e exporto o produto final com a extensão *geotiff*.

No capítulo 6 serão apresentados os principais resultados obtidos a partir do processamento dos dados gamaespectrométricos bem como a delimitação de possíveis alvos favoráveis a exploração de potássio.

5 ASPECTOS GEOLÓGICOS

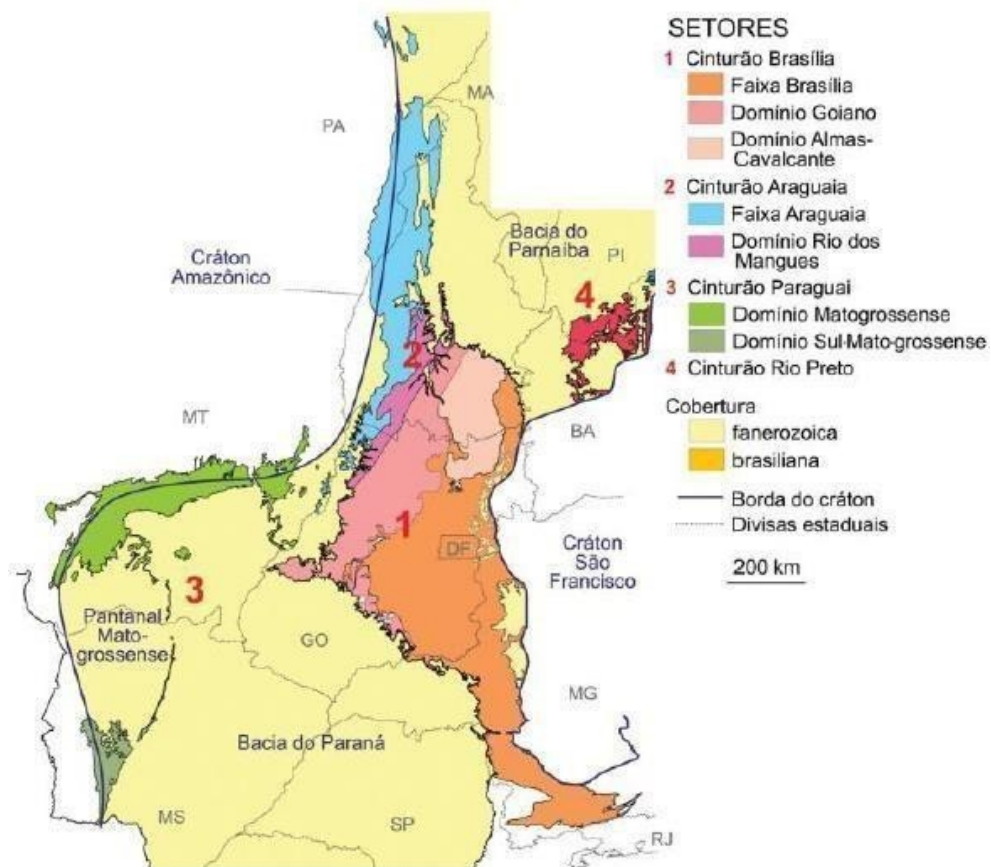
5.1 Geologia Regional

A área onde foi realizado o trabalho está no limite de dois domínios geológicos: Faixa de Dobramentos Brasília, de idade neoproterozoica, e Bacia Sedimentar do Paraná, de idade Fanerozóico.

5.1.1 Faixa de Dobramentos Brasília

A Faixa Brasília é uma faixa de dobramentos pertencente a Província Tocantins, um sistema orogênico neoproterozoico desenvolvido devido a colisão dos crátons Amazônico, Paranapanema e São Francisco durante o Ciclo Brasileiro (Valeriano *et al.*, 2008). O sistema Tocantins é compartimentado em três setores: Cinturão Araguaia, Cinturão Paraguai e Cinturão Brasília (Hasui, 2012) (Figura 4).

Figura 4: Setores e domínios do Sistema Orogrênico Tocantins.



Fonte: Hasui (2012)

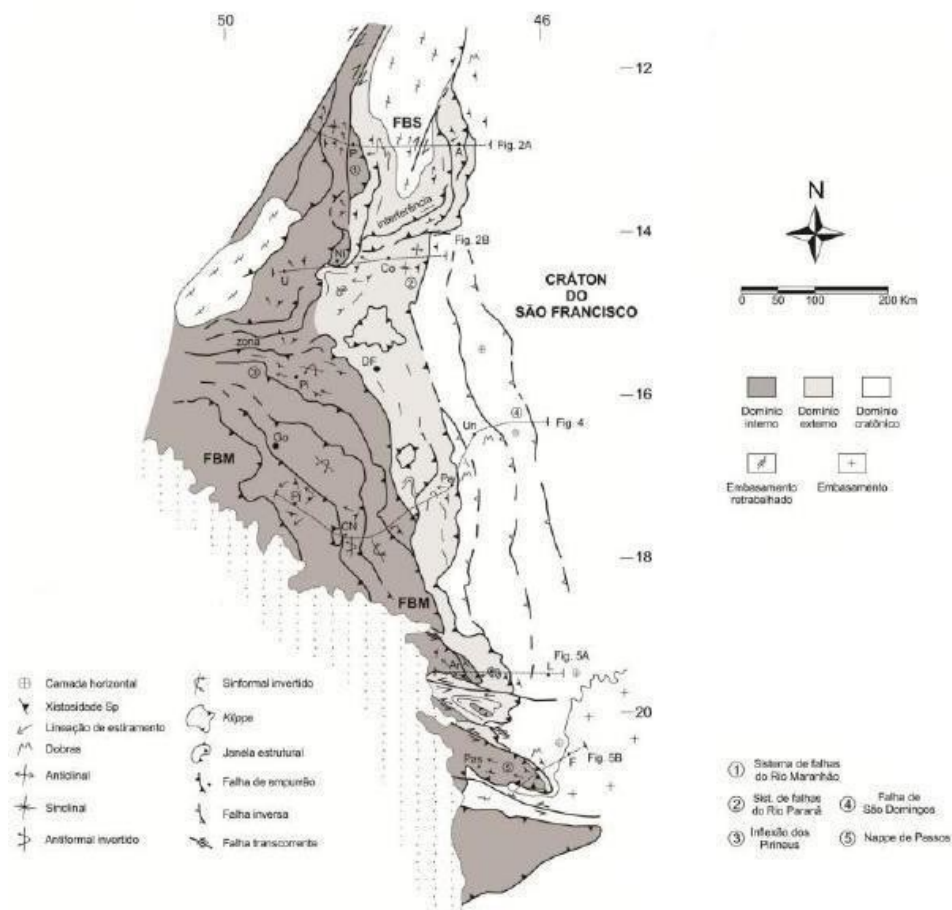
A Faixa Brasília (figura 5) ocupa a porção oriental da Província Tocantins, na borda oeste do Cráton do São Francisco (Fuck, 1994), com aproximadamente 1.200 km de comprimento por 300 km de largura (Uhlein *et al.*, 2012).

A faixa possui o segmento norte e o segmento sul, separadas pelo lineamento dos Pirineus (inflexão dos Pirineus), com sentido E-W. Esses dois segmentos apresentam uma evolução geotectônica similar, mas características estruturais distintas (Dardenne, 2000).

O segmento norte é mais novo (deformação e metamorfismo ocorrido entre 560-540 Ma), resultado da colisão dos Crátons Amazônico e do São Francisco. Esse segmento é praticamente livre de metamorfismo, ou metamorfsado em baixo grau, com a relação estratigráfica entre os grupos Araí, Paranoá e Bambuí bem preservadas (Pimentel, 2001).

O segmento sul é mais antigo (650-580 Ma), fruto da colisão do Cráton Paranapanema com o Cráton do São Francisco (Uhlein *et al.*, 2012) com deformação mais intensa, e um metamorfismo de maior grau em relação ao segmento norte (Pimentel, 2001). O segmento norte foi dobrado sobre o segmento sul no final do Ciclo Brasileiro (Fuck, 1994).

Figura 5: Mapa estrutural simplificado da Faixa Brasília.



Fonte: Uhlein *et al.* (2012)

A Faixa Brasília possui o grau metamórfico decrescente de oeste para leste (CPRM, 2017) e foi subdividida em três compartimentos: zona cratônica, zona externa e zona interna (Ulhein *et al.*, 2012).

A zona cratônica é representada por exposições restritas do embasamento e extensas coberturas fanerozoicas e pré-cambrianas, representadas pelo Grupo Bambuí e Paranoá. O limite do Cráton do São Francisco com a Faixa Brasília é delimitado por falhas de empurrão que sobrepõem as unidades da zona externa, e, em parte, o embasamento (Fuck, 1994).

A zona externa é composta pelas unidades grupo Paranoá, formado por uma sequência psamítica-pelítica que transiciona para uma sequência pelítica-carbonática para oeste (Ulhein *et al.*, 2012) ; Grupo Canastra, representa uma associação de metassedimentos psamíticos e pelíticos frequentemente contendo carbonatos, e consistindo essencialmente de filitos e quartzitos metamorfisados em facie xisto verde (Dardenne, 2000); Grupo Araí, formado por quartzitos e metavulcânicas na base e por uma sequência pelito-carbonática no topo; Grupo Ibiá, composto por metadiamicritos e xistos; Grupo Vazante, sequência ardilosa e argilo-dolomítica com estromatólitos de barreira recifal (Ulhein *et al.*, 2012; Fuck, 1994).

A zona interna corresponde as unidades alóctones do Grupo Araxá, constituída por gnaisses, micaxistos, quartzitos e xistos verdes; Grupo Serra da Mesa, constituída por xistos com granada, estauroлита, cianita e intercalações de quartzitos e mármore (Ulhein *et al.*, 2012).

Além das zonas cratônicas, externa e interna, Fuck (1994) também reconhece o compartimento do arco magmático de Goiás, que são os terrenos ortognáissicos e as sequências vulcano-sedimentares neoproterozoicas, expostas entre Sanclerlândia e Bom Jardim de Goiás, que apresentam características geoquímicas e isotópicas similares ao de arcos de ilhas modernos em ambiente de margem ativa, consistindo, portanto, segmentos de uma crosta continental juvenil (Dardenne, 2000). Outro compartimento reconhecido por Fuck (1994) é o microcontinente do centro de Goiás, que engloba os terrenos granito-*greenstone* de Goiás, Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás e Hidrolina, formados durante o Arqueano.

5.1.2 *Bacia Sedimentar do Paraná*

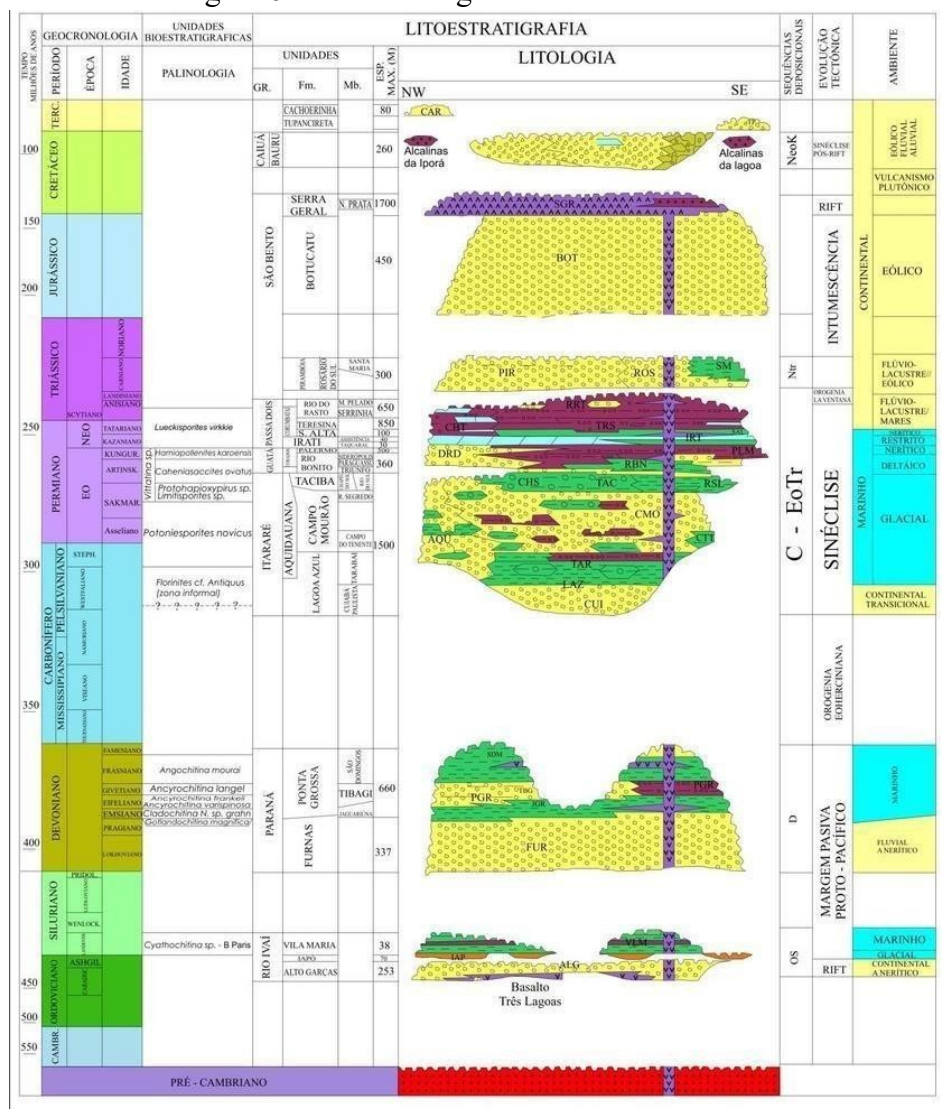
A Bacia do Paraná é uma bacia sedimentar intracratônica com forma aproximadamente elíptica, situada na porção sudoeste da América do Sul, com o maior eixo sentido NE-SW, possuindo 1.750 km de comprimento e 900 km de largura, e uma superfície total de cerca

1.700.000 km², sendo 1.100.000 km² localizado dentro do território brasileiro (Pereira *et al.*, 2012).

A bacia ocupa parte dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de regiões da Argentina, Paraguai e Uruguai, com idade de deposição do Ordoviciano ao Cretáceo. (HOLZ *et al.*, 2010).

Na Bacia do Paraná (figura 6) foram reconhecidas seis supersequências, com diferença de intervalos temporais de dezenas de milhões de anos entre elas. Essas supersequências são denominadas Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana II, Gondwana III e Bauru, sendo as três primeiras supersequências representando ciclos transgressivos-regressivos do nível do mar durante o Paleozoico e as três últimas representando a continentalização da bacia no Mesozoico (MILANI *et al.*, 2007).

Figura 6: Carta estratigráfica da Bacia do Paraná.



A supersequência Rio Ivaí de idade Ordoviciano–Siluriano, é a supersequência mais basal e antiga da Bacia do Paraná, composta pela Formação Alto Garças, com arenitos quartzosos finos a grossos; Formação Iapó, constituída de diamictitos relacionados a glaciação Ordoviciano e a Formação Vila Maria, com litologia pelítica (Milani *et al.*, 2007). A sedimentação da Supersequência é de natureza predominantemente marinha, registrando ciclos transgressivos-regressivos.

A supersequência Paraná, supersequência de idade Devoniana e registra um segundo ciclo transgressivo-regressivo da Bacia do Paraná, com ocorrência no Sul do País. É composta pela formação Furnas, apresentando arenitos quartzosos brancos e caulíníticos, médios a grossos; e a formação Ponta Grossa, com predomínio de pelitos (Milani *et al.*, 2007).

Supersequência Gondwana I foi depositada durante o Carbonífero ao Cretáceo, possui o maior volume sedimentar da Bacia do Paraná, com espessura máxima atingindo 2.500 m, e composta, suscetivamente, pelo Grupo Itararé, Formação Aquidauana, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois, Formação Piramboia e Formação Sanga do Cabral (Milani *et al.*, 2007).

A porção inferior da Supersequência Gondwana I, representada pelo Grupo Itararé, é composta por fácies típicas de ambiente glacial, como diamictitos maciços ou foleados, referentes a glaciação ocorrida durante o Carbonífero Superior ao Permiano Médio.

Após o fim da glaciação, houve o surgimento da flora *Glossopteris* e formação de depósitos de carvão na Formação Rio Bonito, além dessa, foram depositadas no período as formações Dourados e Tatuí.

Posteriormente, houve uma transgressão marinha, com deposição de folhelhos e carbonatos em um ambiente de plataforma marinha rasa, onde foram depositadas as formações Palermo, Tatuí e Iratí. Após essa fase, houve uma continentalização da Bacia da Paraná, encerrando sua fase marinha, onde foram depositadas as formações Teresina, Corumbataí, Rio do Rasto, Sanga do Cabral e Piramboia.

A supersequência Gondwana II ocorre de maneira restrita na Bacia do Paraná, ocorrendo no Brasil apenas no Rio Grande do Sul. É composta pela Formação Santa Maria, apresentando arenitos e pelitos de cor avermelhada depositados em ambientes fluviais e lacustres; e Formação Caturrita, ambas do Triássico (Milani *et al.*, 2007).

A supersequência Gondwana III é uma sequência Jurássica–Cretácica, representada pelos sedimentos eólicos do grande paleodeserto que hoje é a Formação Botucatu e as rochas magmáticas da Formação Serra Geral. A Formação Botucatu é constituída por arenitos finos a médios, de alta esfericidade e arredondamento, com estratificações cruzadas de médio a grande

porte, e a Formação Serra Geral é composta, predominantemente, de basaltos e basaltos-andesíticos toleíticos. Essas duas formações muitas vezes ocorrem de forma alternadas.

Supersequência Bauru é a cobertura pós-basáltica depositadas em condições semiáridas e desérticas, do Cretáceo Superior, e compreende as Formações Rio Paraná, Goio Erê, Santo Inácio, Uberaba, Vale do Rio do Peixe, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Marília e Serra da Galga.

5.2 Geologia Local

Na área de estudo foi possível identificar litologias distintas, os basaltos da Formação Serra geral, os arenitos eólicos da Formação Botucatu e a mineralização (verdetes).

5.2.1 Formação Serra Geral e Formação Botucatu

A Formação Serra Geral apresenta uma distribuição cronoestratigráfica atribuída ao período Cretáceo, com idade estimada entre 137 e 127 milhões de anos (Pereira *et al.*, 2012), coincidindo com os estágios iniciais da fragmentação do paleocontinente Gondwana.

Esta unidade é sobreposta aos depósitos de arenitos eólicos da Formação Botucatu, os quais teriam desempenhado um papel relevante na geração de possíveis peperitos identificados na região, resultantes de interações entre processos vulcanicossedimentares.

Os fluxos de lavas basálticas, originados a partir de fissuras profundas na crosta terrestre, possibilitaram a formação de um espesso pacote de rochas basálticas, cuja espessura pode atingir até 2.000 metros, além da intrusão de estruturas magmáticas como diques e soleiras compostas por diabásio.

Segundo Souza (2018), peperitos são gerados pela interação de lava com sedimentos inconsolidados ou levemente consolidados, caracterizados por presença de clastos e estruturas ameboides de basalto vesicular, em meio a uma matriz de argila silto-arenosa.

Foram identificados basaltos ao longo das drenagens, sob a ação de processos intempéricos, esses basaltos produzem solos com colorações que variam entre tons avermelhados, alaranjados e, ocasionalmente, arroxeados (figura 7). Em zonas vesiculares, onde há indícios de possível interação entre litologias sedimentares e ígneas, observa-se que o saprólito apresenta coloração predominantemente cinza-esverdeada.

Figura 7: Solo com tonalidade avermelhada, originado a partir do basalto.



Fonte: O autor (2025)

Durante as atividades de campo, foram observados clastos subarredondados inseridos em matriz vulcânica, vesículas preenchidas por sedimentos e a presença de amígdalas (figura 8). Esses elementos constituem importantes evidências de interações vulcanossedimentares.

Figura 8: Amostra de rocha vulcânica típica ocorrente na área pesquisada. Nota-se as amígdalas com o que sobrou de uma massa esverdeada, possivelmente composta por celadonita.



Fonte: O autor (2025)

Contudo, a caracterização petrográfica dessas ocorrências mostra-se limitada, em razão do elevado grau de alteração e da natureza friável do material, o que dificulta a identificação mineralógica, mesmo com o auxílio de lupa de mão.

Inicialmente, não foi possível definir com precisão a relação de contato entre os dois litotipos predominantes na área de estudo. A ausência de afloramentos contínuos e a intensa alteração das rochas dificultam a identificação direta desse limite. Ainda assim, é possível reconhecer distinções significativas entre os litotipos com base em suas características morfológicas e texturais.

Essas diferenças manifestam-se, sobretudo, na geometria dos derrames com ocorrência local de morfologias típicas de *pillow lavas*, na configuração das vesículas e amígdalas, bem como em aspectos petrográficos, como a forma dos cristais, os produtos de alteração e o preenchimento mineralógico.

Destaca-se, nesse contexto, uma maior diversidade mineralógica no domínio interpretado como constituído por peperitos, sugerindo intensa interação entre processos vulcanicossedimentares.

Foram observados agregados esverdeados em forma de vesículas, compostos por argilominerais com características compatíveis com a celadonita, um filossilicato potássico pertencente ao mesmo grupo mineralógico da glauconita (figura 9).

Figura 9: Amostra com vesículas preenchidas com celadonita.



Fonte. O autor (2025)

Adicionalmente, identificaram-se agregados com hábito fibrorradial que, em uma análise preliminar, assemelham-se a minerais do grupo da clorita, os quais são frequentemente encontrados em rochas basálticas e em peperitos. Esses minerais são, em grande parte, responsáveis pela coloração esverdeada característica observada nas amostras analisadas.

5.2.2 Siltito Celadonítico (Mineralização de Potássio)

A mineralização na área de estudo exibe uma geometria alongada e irregular, com orientação preferencial NW-SE. Sua ocorrência está confinada à porção central da área investigado.

Espacialmente, o corpo mineralizado mostra uma nítida associação com feições topográficas de baixo relevo, sugerindo um controle estrutural ou litológico relacionado a zonas de fraqueza ou a contatos geológicos causados por processos erosivos.

O siltito apresenta uma distribuição granulométrica de frações silticas, com composições silto-argilosas, apresentando coloração verde característica do mineral de potássio denominado verdete (Figura 10).

Figura 10: Distribuição granulométrica de frações silticas, com composições silto-argilosas.



Fonte: O autor (2025)

Observa-se um gradiente de tonalidade, com valores mais claros no topo da unidade e progressivamente mais escuros em direção a base, principalmente na interface com lâminas de argila e em algumas vezes, associados com os grãos metálicos de óxido de ferro (figura 11).

Figura 11: A mineralização apresenta tonalidade mais clara no topo e mais escura na base.



Fonte: O autor (2025)

Portanto, pode observar uma correlação inversa entre a dimensão granulométrica e a intensidade da pigmentação verde, quanto menor o tamanho de partícula, mais intensa se torna a coloração.

6 RESULTADO E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados obtidos do processamento aerogamaespectrométricos integradas com as informações coletadas durante o mapeamento geológico os quais possam indicar alvos favoráveis na exploração do minério de Potássio.

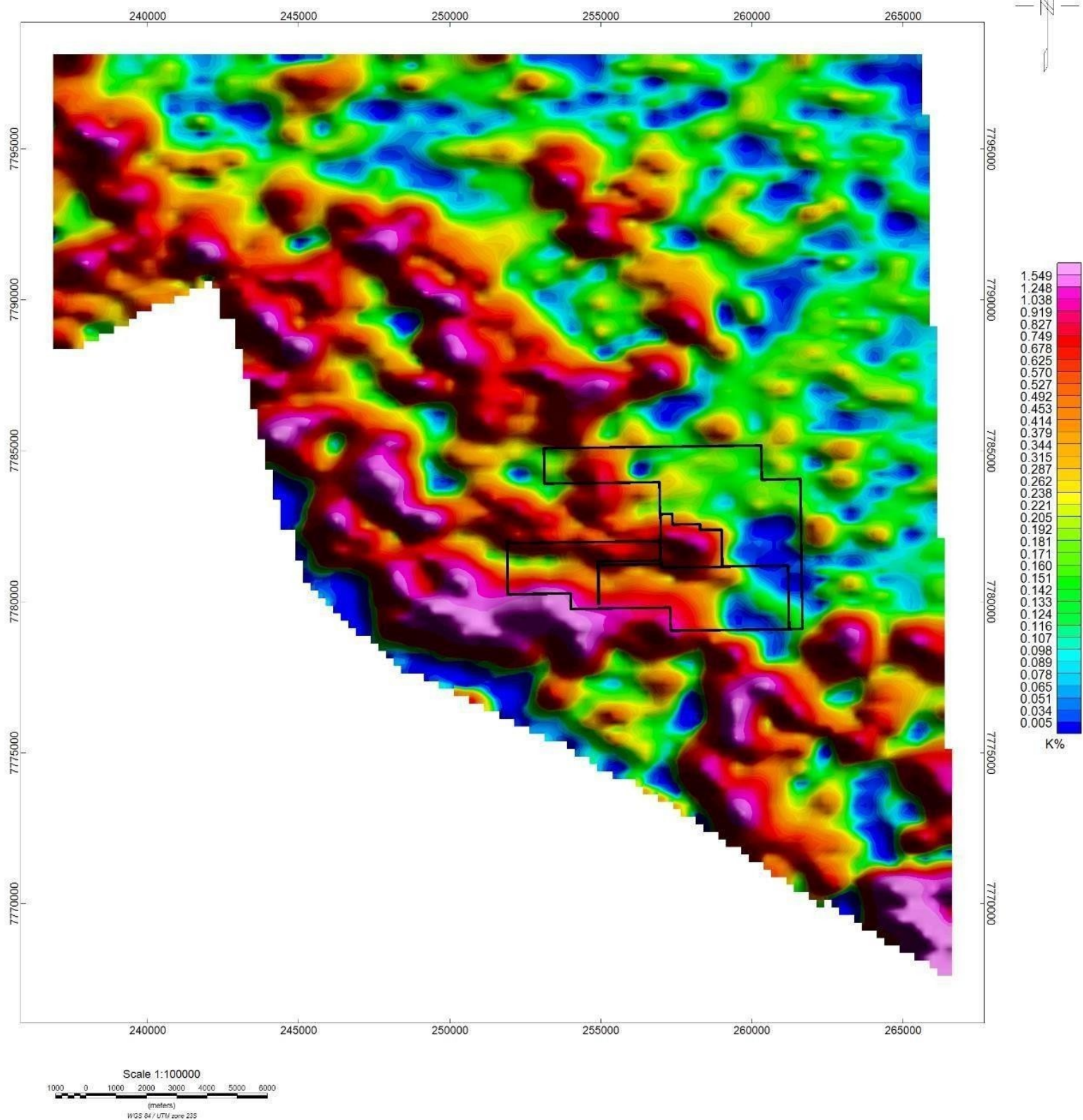
Esclarece que os mapas apresentados aqui, não indicarão zonas onde as mineralizações irão ocorrer, mas sim prováveis zonas contendo alto teor e/ou baixo na porcentagem do Potássio.

Com isso, algumas anomalias (cores quentes em vermelho), podem não representar a mineralização (verdete), mas uma alta concentração de minerais potássicos presente nas rochas.

Entretanto, diante da ocorrência mineralizada existente na área de pesquisa, espera-se que boa parte das anomalias sejam um forte indicativo para um determinado alvo a ser explorado, e conseqüentemente, um possível local contendo o mineral a ser prospectado.

A diante serão mostrados em forma de mapas (figura 12 e 13), alvos com altos valores em teor de porcentagem cujo principal interesse é de selecionar alvos para serem mapeados.

Figura 12: Mapa de anomalia de Porcentagem de Potássio.
POTÁSSIO



Fonte: O autor (2025)

A figura 12 mostra o mapa gamaespectrométrico no canal do potássio, sendo as cores em vermelho representados por altos valores do elemento potássio, os tons em verdes intermediários e os azuis representados por baixos valores do elemento potássio.

De um modo geral nota-se que na folha aerogeofísica os contrastes de valores estão fortemente alinhados para noroeste sendo uma parte contendo os baixos valores concentrados na porção nordeste da aérea de pesquisa.

Este alinhamento noroeste está associado no mesmo sentido Serra da Canastra contendo valores da ordem dos 0,3 a 1,55% de concentração de elemento (tons laranjas a rosa claro), podendo pertencer a único tipo ou diversas litologias.

Os valores intermediários correspondente 0,1 a 0,3% de concentração de potássio (tons verdes a amarelo) possuem a mesma orientação noroeste, no entanto, estas concentrações se posicionam entre os altos valores no qual podem estar relacionados com os planos de fraqueza das rochas.

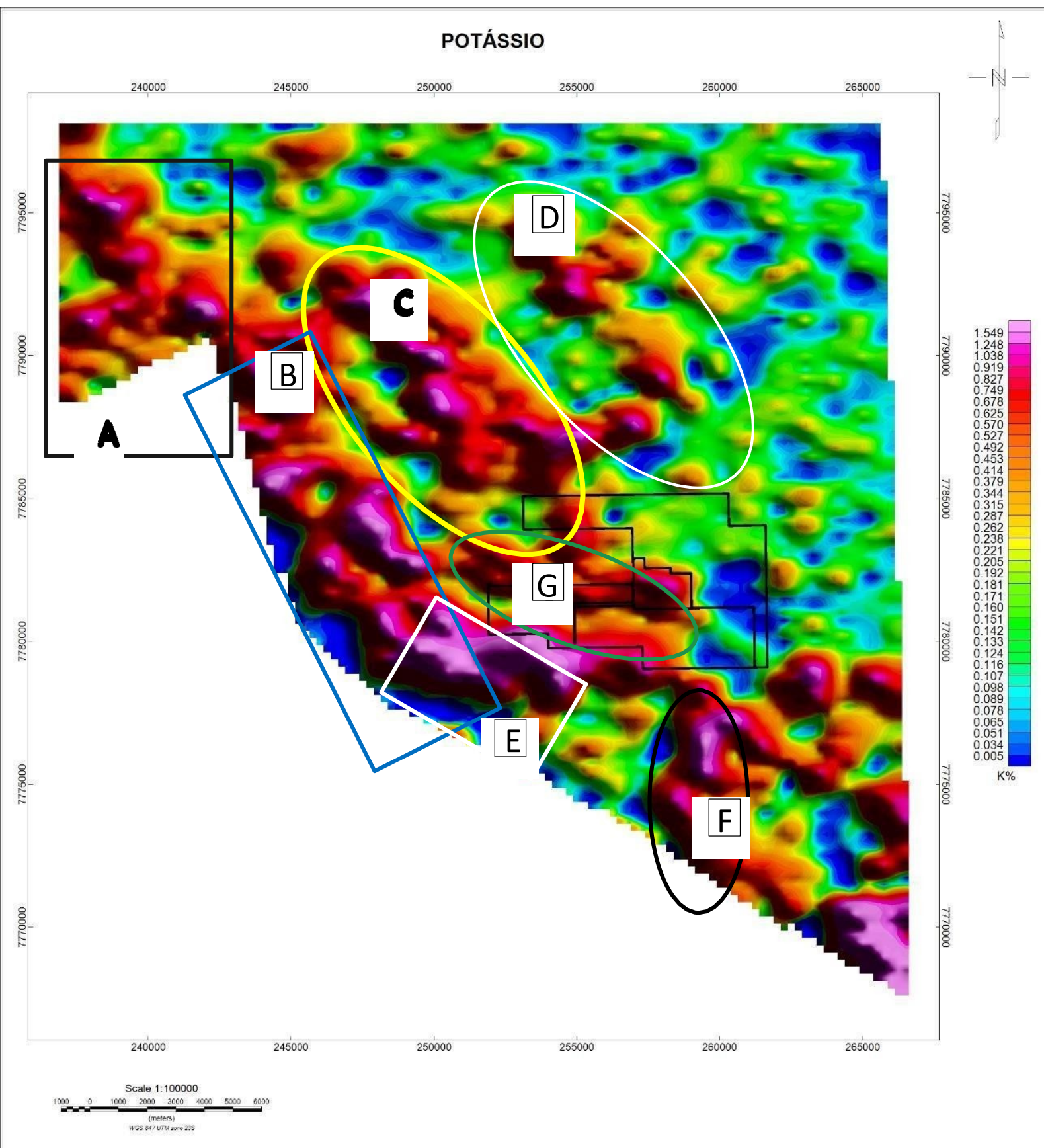
Ainda sobre os valores intermediários é possível observar que a uma forte concentração na porção nordeste da folha aerogeofísica no qual pode-se está relacionado com coberturas ou sedimentos.

Os baixos valores de potássio possuem variações de 0,005 a 0,1% de concentração de potássio contendo contrastes de azul a verde localizado em um maior volume na porção nordeste da folha aerogeofísica.

Nota-se através da observação de campo os baixos valores de potássio estão associados a fundo de drenagens ou corpos d'água, de um modo geral estes contrastes apresentam uma direção para nordeste.

A seguir na figura 13 será mostrado o mapa gamaespectrométrico contendo os principais alvos selecionados o qual podem representar mineralizações, em todos os alvos foram realizados mapeamento geológico para confirmação das anomalias.

Figura 13: Alvos identificados para mapeamento e exploração de Potássio



Fonte: O autor (2025).

A partir do mapa presente na figura 13 foi possível separar 7 alvos distintos para serem mapeadas e consequentemente, a realização da exploração mineral na área requerida pelo empreendimento.

Alvo – A: Localiza-se na porção NW da folha aerogeofísica (Retângulo Azul), apresenta alta amplitude no canal do Potássio (cores vermelhas a roxa), e possui a mesma direção da mineralização do alvo principal de estudo.

Alvo – B: Localiza-se na porção SW da folha aerogeofísica (Retângulo Preto), consiste da região de maior concentração de Potássio, podendo ou não estar correlata ao minério objeto de estudo (verdete).

Alvo – C: Localiza-se na porção Centro-Norte (Circulo Amarelo), representado por corpos alinhados com direção NW com alta amplitude de sinal de Potássio. Este alvo, encontra-se próximo a área de pesquisa central, podendo ter potencialidades em suas adjacências.

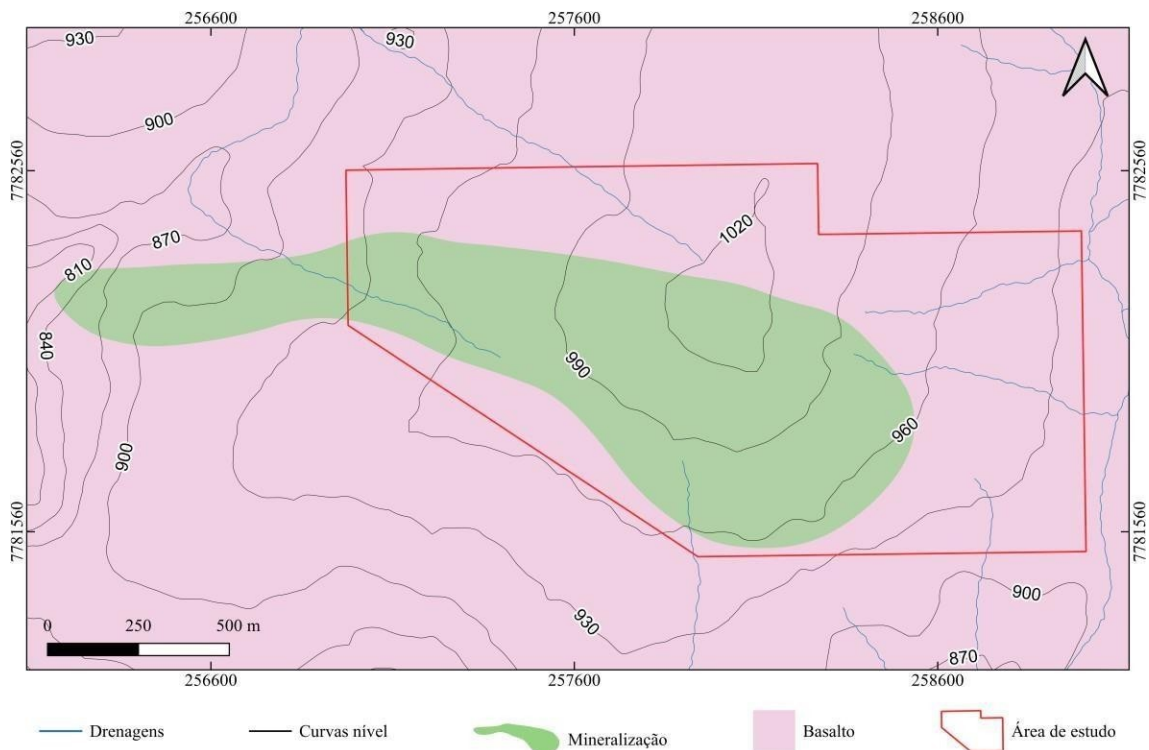
Alvo – D: Localiza-se na porção NE (Circulo Branco), representado por corpos alinhados com direção NW com amplitude de sinal média a baixa. Este alvo, encontra-se em uma porção mais afastada da área de pesquisa central, podendo ser considerada relevante para mapeamentos de novas ocorrências.

Alvo – E: Localiza-se na porção Sul (Retângulo Branco), apresentam corpos alinhados com direção NW com alta amplitude do sinal de Potássio. Neste alvo, já foi realizado uma etapa de mapeamento geológico, onde se percebeu com o corpo mineralizado se encontrava na porção NE (do alvo B), sendo as demais porções sem ocorrência de zonas mineralizadas.

Alvo – F: Localiza-se na porção SE (Circulo Preto), com corpos alinhados N-S de alta a média amplitude. Este alvo apresenta potencialidade por estar localizado próximo ao alvo central de pesquisa.

Alvo – G: Área central de pesquisa (Circulo Verde), apresentam alto potencial de mineralização pela proximidade do local já em exploração. Neste alvo, recomenda-se mapeamentos por vias de estradas com possíveis indicações para realizações de furos de sondagens, na tentativa de estimar a geometria do corpo mineralizado.

Figura 14: Mapa geológico do Alvo G.



Fonte: O autor (2025).

A figura 14 mostra o mapa geológico pertencente ao Alvo G o qual se mostrou com maior potencialidade para a exploração do mineral de potássio, nota-se que o *trend* preferencial está SE-NW.

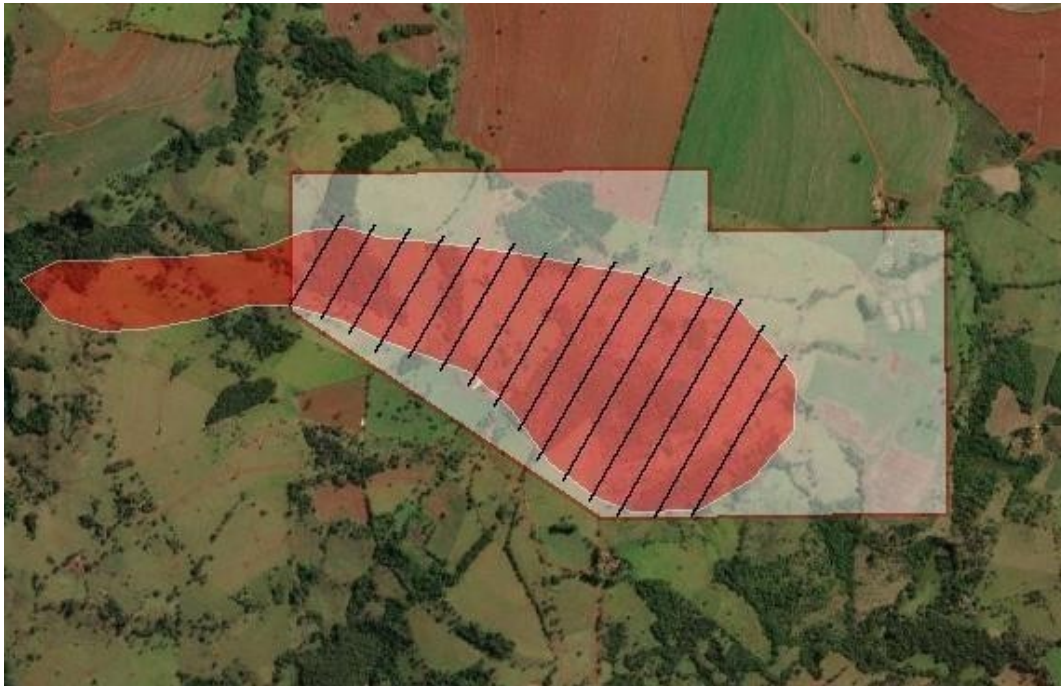
6.1 Plano de furos de sondagem

Com base na mineralização observada em campo e na anomalia delineada pelo modelamento geofísico, o Alvo G apresentou melhor potencial para locação de furos de sondagem.

As integrações dos dados sugeriram que a assinatura geofísica coincide espacialmente com as ocorrências mineralizadas superficiais, indicando a possível continuidade em profundidade do corpo mineralizado.

Após reunir todas as informações necessárias foi possível montar o plano de furos de sondagens para dar sequência a delimitação da porção mineralizada ou mais precisamente da modelagem da jazida (figura 15).

Figura 15: Fotointerpretação do canal do potássio aerogeofísico. A cor salmão marca toda a anomalia positiva em potássio e as linhas em preto os perfis para malhas de sondagens.



Fonte: O autor (2025).

O plano de furos de sondagem possui uma importância relevante para a caracterização do corpo mineralizado, onde por sua vez, tal informação irá compor o banco de dados para fomentar o modelo da jazida mineral.

Tendo como base as informações aerogeofísicas acrescentadas com as informações das estruturas por imagens de satélites, observa-se que, de um modo regional, as estruturas geológicas estão com direção Noroeste - Sudoeste, o que coincide com a morfologia do sinal aerogeofísico no canal do potássio.

Sugere-se que os furos iniciais ocorram nas porções onde o minério está aflorando e siga para porções de mais baixa resistividade e com altos valores no canal do potássio (direção NW/SE). Os furos obtiveram uma profundidade média de 35 metros para um total estimado de 20 furos.

6.1.1 Furos Prioritários

Os furos prioritários ocorreram na porção Sudeste (SE) da área de pesquisa, seguindo para direção Noroeste (NW), onde apresenta a mineralização na superfície. Todos os furos foram executados de forma vertical.

Figura 16: Localização dos furos prioritários



Fonte: O autor (2025).

6.1.2 Furos Secundários

Os furos secundários foram inferidos através das anomalias de amplitudes intermediárias do sinal de potássio, associados com os valores altos de amplitude de concentração de potássio (nas bordas dos contratos).

Figura 17: Localização dos furos secundários.



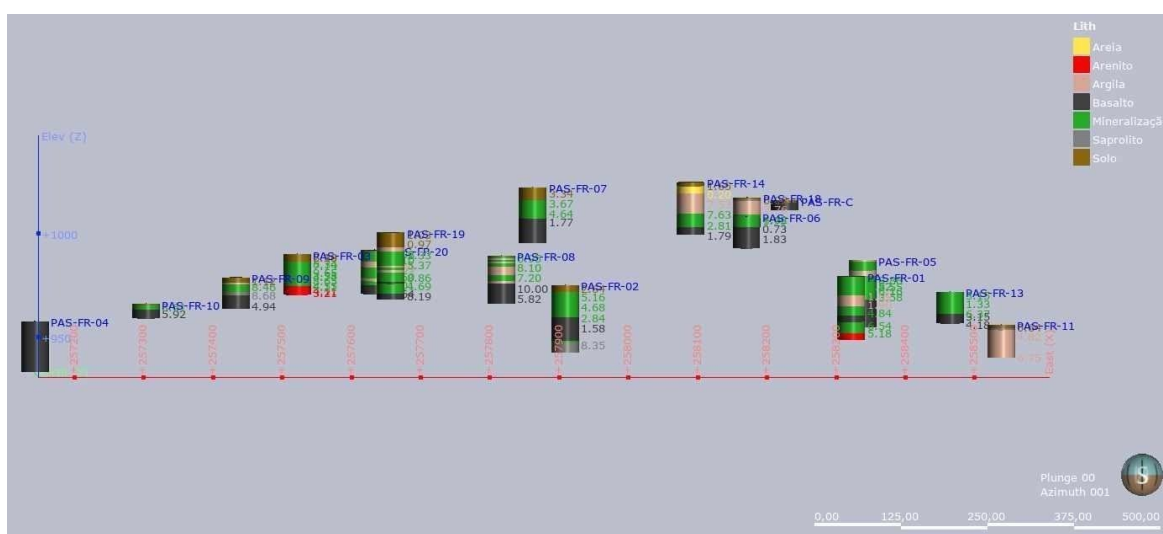
Fonte: O autor (2025).

6.2 Resultados dos furos de sondagens

A partir dos furos obtidos em campo foi possível constatar a ocorrência de mineralizações de potássio (verdete) bem como as suas espessuras em profundidades. Todos os furos foram amostrados e levados ao laboratório para análise química (anexo 1).

Dos 20 furos amostrados 17 furos foram positivos e apenas 3 furos foram negativos (furos cegos), com isso, foi-se obtido um modelo prévio considerando os furos contendo a mineralização de potássio.

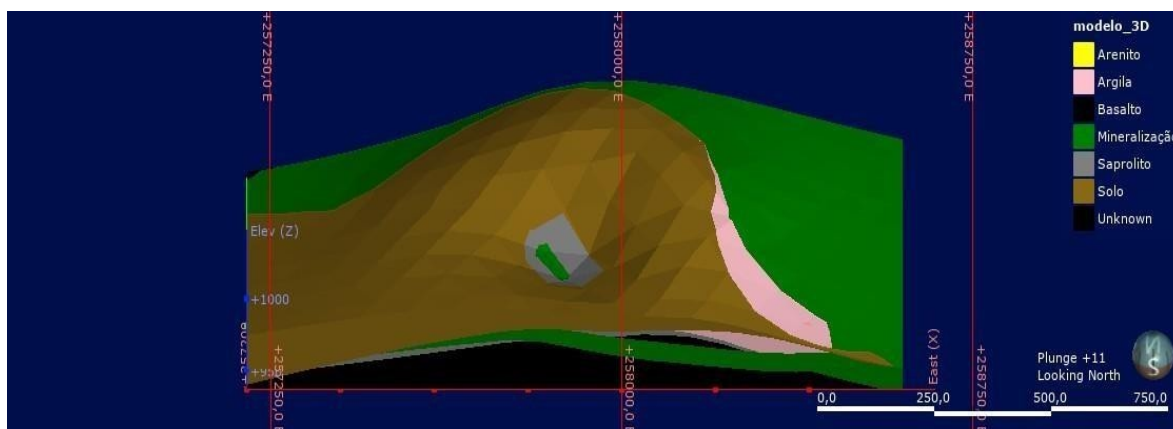
Figura 18: Distribuição dos furos de acordo com as variações topográficas do terreno.



Fonte: Batista (2025).

A figura 18 mostra a disposição dos furos de sondagens obtidas em campo, onde posteriormente foram importadas ao *Leapfrog* seguindo os passos de Batista (2025).

Figura 19: Modelo geológico 3D mostrando a distribuição litológica da área de estudo.



Fonte: O autor (2025).

Com base na figura 19 o modelo geológico 3D mostra a disposição da mineralização presente na área de estudo. Nota-se que na porção leste do alvo se confirma a presença do “verdete” com espessura média de 7 metros.

Na porção oeste e central da área de pesquisa a mineralização ocorre com menor espessura, mas contendo altos valores de concentração de mineral de potássio. Ressalta-se que nestas porções há uma camada de espessura entre 1 a 4 metros de “capa” (solo).

Destaca-se que os dados aerogamapectometricos foram essenciais na obtenção dos furos positivos o qual permitiu confirmar que a área de pesquisa possui teores significativos para exploração mineral de potássio, que neste caso correspondem a valores superiores a 5% de K_2O .

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados obtidos para a realização desse trabalho concluímos o objetivo da realização de um mapeamento geológico na escala 1:25000 o qual permitiu identificar a geometria do corpo mineralizado.

O corpo mineralizado possui um *trend* SE-NW identificado por dados aerogamapectometricos e confirmados por reconhecimento geológico local, isso permitiu demarcar a locação dos furos de sondagem.

Conclui-se que os dados aerogamapectometricos se mostraram fundamentais para o auxílio das atividades de campo bem como uma melhor compreensão sobre a geometria do corpo, novas ocorrências e estimativa de tamanho da área para exploração mineral.

Ainda sobre a gamapectometria, destaca-se que através desses dados foi possível identificar 7 alvos como mostrado na figura 13 permitindo compreender localidades onde podem ou poderiam ocorrer mineralizações de potássio.

De todos os alvos vistos em campo, o único que apresentou maior potencialidade foi o Alvo G, onde neste caso a mineralização aflora de forma rasa e em alguns casos em superfície o que facilita a exploração deste bem mineral.

Foi possível integralizar as informações obtidas no mapeamento geológico de campo com as informações extraídas pelos dados aerogamapectometricos, fato este que contribui para uma melhor otimização dos furos de sondagem.

Os furos de sondagens seguiram os princípios básicos da prospecção mineral, onde neste caso, os furos foram demarcados perpendicular a direção preferencial da geometria do corpo mineralizado.

Dos três furos negativos (cegos), estes ocorreram nas porções fora da anomalia positiva de potássio, indicando que os dados gamapectométricos apresentam boa confiabilidade para o uso e interpretação em levantamentos de exploração mineral.

A partir da modelagem geológica 3D é possível confirmar que na área de pesquisa a mineralização de potássio se apresenta de forma expressiva na porção leste cujo teores superam os 5% de K₂O.

Destaca-se que para a exploração deste mineral, valores acima de 5% apresentam teores comerciais para a sua prospecção, portanto a área em questão se configura como um alvo de grande potencial na exploração de potássio.

Por fim, conclui-se que dos 20 furos realizados neste trabalho apenas três foram negativos e os demais positivos, ademais ressalta-se que este alvo apresenta teores significativos (5 a 18%) e espessuras de 1 a 7 metros o que facilita a prospecção da mineralização.

7.1 Considerações Finais

- O alvo em questão apresenta potencialidades para exploração mineral de “verdete”.
- Do ponto de vista da prospecção, a mineralização por ocorrer de forma rasa facilita a exploração mineral bem como em um menor gasto financeiro.
- As análises químicas mostram que a mineralização apresenta valores significativos para comercialização, onde neste caso há uma intensa procura impulsionados pelo mercado do agronegócio.
- Destaca-se nesse trabalho a importância de estudos e pesquisas próximas as realizadas nesse trabalho, isso facilita em uma melhor otimização nos trabalhos de campo geológico bem como na identificação de corpos mineralizados.
- Sugere-se novas pesquisas no alvo em questão para a identificação de novas ocorrências e/ou mineralizações contendo outras substâncias que possam subsidiar o crescimento mineral e econômico do país.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, R. G. **Prospecção geoquímica de elementos metálicos e farejadores de ouro no distrito de desemboque, município de Sacramento - MG.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Araxá, 2021.

ARAB, P. B. **Contribuição ao estudo das litofácies do grupo itararé (P - C da bacia do paraná), regiões de Limeira e Piracicaba – SP.** Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual Paulista, 2008.

BATISTA, M. C. P. **Modelagem geológica a partir de furos de sondagem e análise estatística de teores de K₂O aplicadas a zonas anmalas de potássio.** 2025. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduao em Geologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2025.

BLAKELY, R. J. **Teoria do Potencial em Gravidade e Aplicações Magnéticas.** Cambridge: Cambridge University Press. 1996.

BROWNLOW, A.H. **Geochemistry.** 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 580 p. 1996.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introduo. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Eds. e orgs.). **Introduo  ciência da geoinformao,** INPE, São Paulo, 2001.

CAVALCANTI, V.M.M. **Plataforma Continental: a última fronteira da minerao brasileira.** Brasília: DNPM, 104 p. 2011.

CHAVES, A. G., HEINECK, C. A., TAVARES, E. W. P. **Projeto Cedro do Abaeté.** Belo Horizonte: Convênio DNPM/CPRM.96 p., 1971.

CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). Geologia e recursos minerais das folhas Cabeceira Grande, Unaí, Ribeirão Arrojado, Serra da Aldeia, Serra da Tiririca, Paracatu, Guarda-Mor, Arrenegado, Coromandel, Lagamar, Monte Carmelo, Patos de Minas. **Projeto Vazante – Paracatu.** Belo Horizonte: CPRM-BH, 2017.

CRÓSTA, A. P., Almeida, T. I. R.; Paradella, W. R.; Silva, S. M. P.; Meneses, P. **R. Recursos minerais no Brasil: problemas e desafios.** Traduo. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 190-207, 2016.

DA SILVA, A. A. S., MEDEIROS, M. E., SAMPAIO, J. A., GARRIDO, F. M.S., **Caracterizao do verdete de Cedro do Abaeté para o desenvolvimento de um material com liberao controlada de potássio.** Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro (RJ), 2012. DOI: [10.15628/holos.2012.1093](https://doi.org/10.15628/holos.2012.1093) . Acesso em 15 de março de 2024.

DOOLEY, J. 2006. GLAUCONITE. IN: KOGEL, J.; TRIVEDI, N.; BARRER, J.; KRUKOWSKI, N. **Industrial Minerals and Rocks: Commodities, Markets and Uses.: Society for Mining, Metallurgy and Exploration,** 495-506. 2006.

DARDENNE, M. A. The Brasília Fold Belt. In: CORDANI, U. G. *et al.* (org.). **Tectonic Evolution of South America.** Rio de Janeiro: 31 International Geological Congress, 2000.

DARDENNE, M. A. Conophyton de Cabeludo, Grupo Vazante, MG: Construções Dolomíticas por Ciano-Bactérias no Proterozóico. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília. p. 303-310, 2005.

DARDENNE, M. A. *et al.* Estromatólitos colunares no Sumidouro do Córrego Carrapato, Lagamar, MG. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília. 2009.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** (2024). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/40951606/pesquisa-desenvolve-metodo-rapido-para-avaliar-potassio-em-soja>. Acesso em 02 de abril de 2025.

FARIAS, L. B. **Aplicação de geofísica aérea e geoquímica de sedimentos de corrente para exploração geológica de minério de ouro na região do arco magmático de Maria Rosa, norte de Goiás**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) - Unidade Acadêmica Especial de Engenharia e Administração, Universidade Federal de Goiás (UFG), Catalão. 2018.

FUCK, R. A. A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica na Província Tocantins. In: **IV Simpósio de Geologia do Centro-Oeste**, 1994.

HASUI, Y. Sistema Orogênico Tocantins. In: HISUI, Y. *et al* (org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Becca, 2012.

HODGSON, C. J. Uses (and abuses) of ore deposit models in mineral exploration. **Geoscience Canada**, Vol. 17 (2):79-89, 1990.

HOLZ, M. *et al.* **A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America**. Journal of South American Earth Sciences, n. 29, p. 381—399, 2010.

IBGE – **Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística**. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2023/geopackage/. Acesso em 13 de março de 2025.

IBRAM - **Instituto Brasileiro De Mineração** (2023). Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2023/07/20230718_Coletiva-de-Imprensa-resultado-1S23_rev02.pdf. Acesso em 05 de abril de 2025.

KeAREY P., BROOKS M., HILL I. **Geofísica de exploração**. Tradução: Maria Cristina Moreira Coelho. São Paulo, Oficina de Texto. 2009.

KULAIF, Y.; GÓES, A. M. Potássio no Brasil. In: MELFI, A. J. *et al* (ed.). **Recursos minerais no Brasil: problemas e desafios**. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences, p. 84-95, 2016.

LUIZ, J. G. **Geofísica na prospecção mineral: guia para aplicação**. - Rio de Janeiro: SBGf, p 90, 2012.

McRAE, S. G. **Glauconite**. *Earth-Science Reviews*, v. 8, p. 397-440. 1972.

MILANI, E. J. *et al.* **Bacia do Paraná. Boletim de Geociências - Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.265—289, maio-nov. 2007.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Balança Comercial Brasileira: Dados Consolidados 2019**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/janeiro/balanca-comercial-brasileira>. Acesso em: 02 abril de 2025.

MOREIRA, D.S. **Estratigrafia petrografia e gênese da mineralização de potássio em siltitos (verdetes) do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais.**

Dissertação (mestrado) -Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto de Geociências. Belo Horizonte – MG, 2015.

MOTA, M. B. **Avaliação do potencial de potássio no Brasil: área Bacia do Amazonas, setor centro-oeste, estados do Amazonas e Pará**. Manaus: CPRM, 2020.

NASCIMENTO, M.; MONTE, M.B.M.; LAPIDO-LOUREIRO, F.E. Agrominerais: potássio. In: LUZ, A.B.; LINS, F.A.F. (Ed.). **Rochas e minerais industriais: usos e especificações**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, cap. 8, p. 175-203. 2008.

OLIVEIRA, L. A. M. Potássio. In: LIMA, T.H.; NEVES, C.A.R. (Coord.). **Sumário mineral 2015**. Brasília: DNPM, 2016.

OLIVEIRA, L. A. M. Potássio. In: LIMA, T.H.; NEVES, C.A.R. (Coord.). **Sumário mineral 2016**. Brasília: DNPM, 2017.

PEREIRA, A. C., GOMES, M. R. S., ROCHA, D.F. **Glauconita como fonte alternativa de potássio para produção de fertilizante de liberação lenta**. Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte – MG, 2019.

PEREIRA, E. *et al.* **Evolução das Sinéclises Paleozoicas: Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná**. In: Geologia do Brasil. 1. ed. São Paulo: Beca. p. 900. ISBN 978-85-62768-10-1. 2012.

PEREIRA, S. B. *et al.* Estudo do comportamento hidrológico do Rio São Francisco e seus principais afluentes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 615-622, 2007.

PIMENTEL, M. M. *et al.* Nd Isotopes and the provenance of detrital sediments of the neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. v. 14, p. 571-585, mar. 2001.

PIZA, P. A. T. **Verdete do Cedro de Abaeté (MG) como fonte alternativa para potássio.** In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009.

PIZA, P. D'A. T., BERTOLINO, L.C., SILVA A.A.S., SAMPAIO, J.A., LUZ, A. B. **Verdete da Região de Cedro de Abaeté (MG) como Fonte Alternativa para potássio.** Geociências, 30:345-356, 2011.

QUADROS, T. F. P. **Integração de dados em ambiente SIG para mapeamento de favorabilidade mineral de ouro na ilha cristalina de Rivera (Uruguai).** Dissertação (doutorado) – Programa de pós-graduação em engenharia de minas, metalúrgica e de materiais – PPGEM da escola de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFGS, Porto Alegre, 2000.

RIBEIRO, V. B., MANTOVANI, M. S., V., LOURO, V. H. A. Aerogamaespectrometria e suas aplicações no mapeamento geológico. **TERRÆ DIDÁTICA**. 10. 29-5129. 10.20396/td.v10i1.8637386. 2013.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v. 6, p. 81- 90, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288/51024>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SERAFIM, I. C. C. O. **Caracterização magnética e gamaespectrometria de zonas de alteração hidrotermal associadas à prospecção aurífera, Nova Roma e Monte Alegre de Goiás.** Dissertação (Mestrado em Geofísica Aplicada) - Universidade de Brasília (UNB), Brasília, 2017.

SILVA, A. A. S.; MEDEIROS, M. E.; SAMPAIO, J. A.; GARIDO, F. M. S. Caracterização do verdete de Cedro do Abaeté para o desenvolvimento de um material com liberação controlada de potássio. **Holos**, v. 5, p. 42-51. 2012.

SILVA, R. R. **Liberação do potássio contido em silito glauconito por processo térmico.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte- MG, 2017.

TELFORD, W. M.; GELLDART L. P.; SHERIFF, R. E. **Applied Geophysics**. Cambridge, Cambridge. University Press. 1990.

UHLEIN, A. *et al.* Tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília: Setores Setentrional e Meridional. **Geonomos**. v. 20, n. 2, p. 1-14, 2012.

VALERIANO, C. M. *et al.* Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. **Geological Society**. London. v. 294, p. 197-210, 2008.

VALARELLI, J. V., NOVAIS, R.F., VAZ DE MELO, M.T., LEAL, E. D. **Ardósias verdetes de Cedro do Abaeté na produção de termofosfato potássico fundido e sua eficiência agrônômica.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 65, 343-375, 1993.

ANEXO – ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

ANÁLISES	Hg	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca
MÉTODO UNIDADE LIMITE DETECÇÃO	CVA02B PPM 0,050	ICM14B PPM 0,01	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 10	ICM14B PPM 5	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,02	ICM14B % 0,01
BRANCO_PREP	<0,05	0,01	<0,01	<1	<10	<5	<0,1	<0,02	<0,01
PAS-FR-01-AM-01	<0,05	0,03	1,53	<1	<10	343	2,6	0,04	0,03
PAS-FR-01-AM-02	<0,05	0,05	2,52	<1	<10	469	3,2	0,07	0,29
PAS-FR-01-AM-03	<0,05	0,04	2,15	1	<10	561	2,7	0,05	0,33
PAS-FR-01-AM-04	<0,05	0,03	1,43	<1	<10	215	1,0	0,05	0,39
PAS-FR-01-AM-05	<0,05	0,04	1,07	<1	<10	147	0,8	0,04	0,78
PAS-FR-01-AM-06	<0,05	0,05	1,16	<1	<10	215	0,9	0,04	0,91
PAS-FR-02-AM-01	<0,05	<0,01	1,73	<1	<10	102	0,7	0,07	0,01
PAS-FR-02-AM-02	<0,05	0,07	1,30	1	<10	310	0,8	0,02	0,12
PAS-FR-02-AM-03	<0,05	0,39	1,32	<1	<10	376	1,9	<0,02	0,17
PAS-FR-02-AM-04	<0,05	0,03	1,94	<1	<10	881	0,7	0,02	1,05
PAS-FR-02-AM-05	<0,05	0,02	0,81	<1	<10	151	0,3	<0,02	0,86
PAS-FR-02-AM-06	<0,05	0,01	0,46	<1	<10	89	0,7	<0,02	0,12
PAS-FR-03-AM-01	<0,05	0,03	1,39	<1	<10	176	1,3	<0,02	0,15
PAS-FR-03-AM-02	<0,05	0,02	2,12	2	<10	142	1,3	0,03	<0,01
PAS-FR-03-AM-03	<0,05	0,59	1,10	<1	<10	306	1,2	<0,02	0,24
PAS-FR-03-AM-04	0,055	0,10	1,02	1	<10	397	3,0	<0,02	0,19
PAS-FR-03-AM-05	<0,05	0,03	1,21	<1	<10	177	0,9	0,07	0,22
PAS-FR-03-AM-06	0,146	0,02	1,65	<1	<10	227	2,4	0,02	0,34
PAS-FR-03-AM-07	0,054	0,01	1,46	<1	<10	205	1,4	<0,02	0,29
* DUP PAS-FR-03-AM-07	0,058	0,01	1,37	<1	<10	203	1,4	<0,02	0,28
PAS-FR-03-AM-08	<0,05	0,03	1,16	<1	<10	196	1,3	0,06	0,22
PAS-FR-03-AM-09	0,064	0,06	1,63	<1	<10	456	2,4	0,02	0,45
PAS-FR-03-AM-10	0,058	0,05	1,67	<1	<10	339	2,2	<0,02	0,59
PAS-FR-03-AM-11	<0,05	0,02	1,91	<1	<10	203	1,2	<0,02	1,00
PAS-FR-03-AM-12	<0,05	0,02	0,50	<1	<10	18	0,6	0,02	0,79
PAS-FR-05-AM-01	<0,05	0,02	1,27	<1	<10	225	0,8	0,02	0,26
PAS-FR-05-AM-02	<0,05	0,03	1,25	<1	<10	186	1,2	0,05	0,56
PAS-FR-05-AM-03	<0,05	0,05	1,38	<1	<10	257	0,9	0,04	0,56
PAS-FR-05-AM-04	<0,05	0,02	0,69	<1	<10	24	0,4	0,04	0,86
PAS-FR-06-AM-01	<0,05	0,04	1,75	<1	<10	747	3,5	<0,02	0,06
PAS-FR-06-AM-02	<0,05	0,06	1,85	<1	<10	675	3,8	0,02	0,11
PAS-FR-06-AM-03	<0,05	0,02	0,64	<1	<10	271	0,4	<0,02	0,54
PAS-FR-07-AM-01	<0,05	0,10	1,30	<1	<10	431	0,8	0,08	<0,01
PAS-FR-07-AM-02	<0,05	0,30	2,09	<1	<10	301	1,2	<0,02	0,12
PAS-FR-07-AM-03	<0,05	0,08	1,72	<1	<10	812	1,6	<0,02	0,85
PAS-FR-07-AM-04	<0,05	0,02	0,64	<1	<10	80	0,2	<0,02	0,66
PAS-FR-08-AM-01	<0,05	0,06	2,67	7	<10	258	1,2	0,03	0,02
PAS-FR-08-AM-02	<0,05	0,03	0,91	<1	<10	363	0,8	<0,02	0,04
PAS-FR-08-AM-03	0,073	0,04	0,92	<1	<10	518	1,4	<0,02	0,08
PAS-FR-08-AM-04	<0,05	0,01	0,64	<1	<10	120	0,5	0,03	0,79
* DUP PAS-FR-08-AM-04	<0,05	0,01	0,61	<1	<10	121	0,4	0,03	0,80
PAS-FR-08-AM-05	<0,05	0,06	0,80	<1	<10	92	0,5	<0,02	0,91
BRANCO_PREP	<0,05	<0,01	<0,01	<1	<10	<5	<0,1	<0,02	<0,01
PAS-FR-09-AM-01	<0,05	0,03	5,10	2	<10	82	1,3	0,05	0,01
PAS-FR-09-AM-02	<0,05	<0,01	0,75	<1	<10	130	0,6	<0,02	0,15
PAS-FR-09-AM-03	<0,05	0,03	0,86	<1	<10	602	0,7	<0,02	0,72



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Hg	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca
	CVA02B PPM 0,050	ICM14B PPM 0,01	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 10	ICM14B PPM 5	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,02	ICM14B % 0,01
PAS-FR-09-AM-04	<0,05	0,04	1,01	<1	<10	53	0,3	0,11	0,93
PAS-FR-10-AM-01	<0,05	0,04	4,25	2	<10	278	2,2	0,02	0,02
PAS-FR-10-AM-02	<0,05	0,06	0,80	<1	<10	33	0,4	<0,02	1,00
PAS-FR-11-AM-01	<0,05	0,02	2,87	1	<10	63	0,6	0,04	<0,01
PAS-FR-11-AM-02	<0,05	0,02	1,03	1	<10	257	0,7	0,07	0,04
PAS-FR-11-AM-03	<0,05	0,03	0,99	<1	<10	287	1,5	0,05	0,78
PAS-FR-13-AM-01	<0,05	0,02	1,99	<1	<10	250	1,6	0,09	0,04
PAS-FR-13-AM-02	<0,05	0,01	1,30	<1	<10	206	1,4	0,04	0,52
PAS-FR-13-AM-03	<0,05	0,02	0,94	<1	<10	76	0,5	0,04	0,82
PAS-FR-13-AM-04	<0,05	0,03	1,20	<1	<10	169	0,6	0,07	0,89
PAS-FR-13-AM-05	<0,05	0,02	0,78	<1	<10	83	0,6	0,03	0,84
PAS-FR-14-AM-01	<0,05	0,45	3,72	2	<10	446	1,1	0,03	0,01
PAS-FR-14-AM-02	<0,05	0,09	1,58	1	<10	840	1,3	0,12	<0,01
PAS-FR-14-AM-03	<0,05	0,04	1,05	<1	<10	395	0,7	0,24	0,07
PAS-FR-14-AM-04	<0,05	0,02	1,13	<1	<10	424	2,5	<0,02	0,27
* DUP PAS-FR-14-AM-04	<0,05	0,02	1,21	<1	<10	446	2,6	<0,02	0,28
PAS-FR-14-AM-05	0,061	0,11	1,68	<1	<10	1074	2,3	<0,02	1,03
PAS-FR-14-AM-06	<0,05	0,01	0,61	<1	<10	246	0,3	<0,02	0,61
PAS-FR-18-AM-01	<0,05	0,02	0,14	<1	<10	30	<0,1	<0,02	<0,01
PAS-FR-18-AM-02	<0,05	0,05	1,42	<1	<10	168	0,7	0,03	<0,01
PAS-FR-18-AM-03	<0,05	0,14	1,69	<1	<10	521	3,5	0,02	0,20
PAS-FR-18-AM-04	<0,05	0,02	0,64	<1	<10	67	0,2	<0,02	0,66
PAS-FR-19-AM-01	<0,05	0,03	4,11	1	<10	98	1,1	0,04	0,02
PAS-FR-19-AM-02	<0,05	0,06	1,38	4	<10	255	0,9	<0,02	<0,01
PAS-FR-19-AM-03	<0,05	1,55	2,45	<1	<10	272	2,0	<0,02	0,05
PAS-FR-19-AM-04	<0,05	0,09	1,12	<1	<10	319	2,0	<0,02	0,12
PAS-FR-19-AM-05	<0,05	0,03	0,75	<1	<10	265	1,5	<0,02	0,15
PAS-FR-19-AM-06	0,076	0,02	1,30	<1	<10	284	2,5	<0,02	0,38
PAS-FR-19-AM-07	0,072	0,09	0,90	<1	<10	409	1,6	<0,02	0,58
PAS-FR-20-AM-01	<0,05	0,04	2,28	<1	<10	255	2,2	0,03	0,04
PAS-FR-20-AM-02	<0,05	0,06	1,60	<1	<10	434	2,5	<0,02	0,26
PAS-FR-20-AM-03	<0,05	0,05	2,31	<1	<10	535	3,5	0,03	0,35
PAS-FR-20-AM-04	<0,05	0,03	2,43	<1	<10	374	2,9	0,03	0,33
PAS-FR-20-AM-05	<0,05	0,06	1,65	<1	<10	312	0,6	0,04	0,35
PAS-FR-20-AM-06	<0,05	0,05	1,18	<1	<10	145	0,6	0,02	0,97
PAS-CLM-AM-01	<0,05	0,14	0,10	1	<10	11	<0,1	<0,02	<0,01
* DUP PAS-CLM-AM-01	<0,05	0,13	0,10	1	<10	11	<0,1	<0,02	<0,01
PAS-CLM-AM-02	<0,05	0,15	0,06	<1	<10	23	<0,1	<0,02	<0,01
PAS-CLM-AM-03	<0,05	0,03	0,03	<1	<10	26	<0,1	<0,02	<0,01
BRANCO_PREP	<0,05	<0,01	<0,01	<1	<10	<5	<0,1	<0,02	<0,01
* REP PAS-FR-07-AM-04	<0,05								
* REP PAS-CLM-AM-01	<0,05								
* STD OREAS262	0,159								
* STD OREAS263	0,177								
* STD OREAS263	0,168								
* STD OREAS262	0,175								
* REP PAS-FR-09-AM-02		<0,01	0,72	<1	<10	127	0,5	<0,02	0,14



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises qq2406617

	Hg	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca
	CVA02B PPM 0,050	ICM14B PPM 0,01	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 10	ICM14B PPM 5	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,02	ICM14B % 0,01
* REP BRANCO_PREP		<0,01	<0,01	<1	<10	<5	<0,1	<0,02	<0,01
* STD OREAS46		0,02	0,65	<1	<10	48	0,1	<0,02	0,52
* STD OREAS46		0,02	0,70	<1	<10	45	<0,1	<0,02	0,59
* STD OREAS46		0,02	0,75	<1	<10	50	0,1	<0,02	0,53
* STD OREAS501B		0,75	1,78	18	<10	353	0,4	1,50	0,88

ANÁLISES	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge
MÉTODO UNIDADE LIMITE DETECÇÃO	ICM14B PPM 0,01	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,5	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,1
BRANCO_PREP	<0,01	0,13	0,2	6	<0,05	2,2	0,47	<0,1	<0,1
PAS-FR-01-AM-01	0,10	46,99	57,0	1	0,34	212,4	4,90	11,7	<0,1
PAS-FR-01-AM-02	0,05	59,55	41,5	2	0,26	237,4	8,81	15,0	<0,1
PAS-FR-01-AM-03	0,09	66,49	35,4	2	0,30	210,0	8,07	13,7	<0,1
PAS-FR-01-AM-04	0,19	64,92	23,9	2	0,85	191,4	7,06	8,8	<0,1
PAS-FR-01-AM-05	0,08	93,33	16,6	<1	0,91	156,1	5,24	6,2	<0,1
PAS-FR-01-AM-06	0,13	99,46	26,8	2	0,43	163,7	5,45	5,9	<0,1
PAS-FR-02-AM-01	0,06	25,07	23,1	9	0,37	58,9	8,48	15,6	<0,1
PAS-FR-02-AM-02	0,07	72,34	26,6	8	0,32	81,3	4,39	6,1	<0,1
PAS-FR-02-AM-03	0,19	31,09	48,4	5	1,73	59,5	5,88	8,6	<0,1
PAS-FR-02-AM-04	0,26	68,33	28,0	6	2,54	69,8	6,96	9,8	<0,1
PAS-FR-02-AM-05	0,04	46,33	15,2	1	0,45	45,6	4,62	4,2	<0,1
PAS-FR-02-AM-06	0,04	26,51	17,1	6	2,69	26,7	5,88	4,7	<0,1
PAS-FR-03-AM-01	0,14	27,41	30,0	2	0,09	61,5	3,97	5,7	<0,1
PAS-FR-03-AM-02	0,07	79,42	48,7	17	0,97	77,0	9,83	17,4	<0,1
PAS-FR-03-AM-03	0,10	25,52	23,8	1	0,65	42,1	2,70	5,1	<0,1
PAS-FR-03-AM-04	0,50	40,67	74,7	1	0,18	42,6	3,85	3,7	<0,1
PAS-FR-03-AM-05	0,28	30,41	32,2	2	1,36	224,0	6,32	13,0	<0,1
PAS-FR-03-AM-06	0,22	8,76	31,2	6	1,36	67,5	7,47	10,7	<0,1
PAS-FR-03-AM-07	0,19	6,70	21,3	6	1,53	67,2	6,28	9,1	<0,1
* DUP PAS-FR-03-AM-07	0,16	5,97	20,6	5	1,45	63,1	6,10	8,7	<0,1
PAS-FR-03-AM-08	0,06	75,23	30,8	2	0,62	219,4	5,64	11,9	<0,1
PAS-FR-03-AM-09	0,10	87,81	40,6	4	1,29	58,8	6,76	9,7	<0,1
PAS-FR-03-AM-10	0,10	110,47	35,1	4	1,13	65,7	7,01	9,1	<0,1
PAS-FR-03-AM-11	0,06	82,89	29,0	5	0,51	70,3	7,22	9,8	<0,1
PAS-FR-03-AM-12	0,04	86,30	11,6	2	0,35	151,8	4,25	4,0	<0,1
PAS-FR-05-AM-01	0,11	30,32	29,7	2	0,21	239,6	6,21	8,5	<0,1
PAS-FR-05-AM-02	0,07	69,46	19,9	1	1,63	252,4	5,76	11,6	<0,1
PAS-FR-05-AM-03	0,20	76,76	19,8	2	0,81	203,3	5,75	8,8	<0,1
PAS-FR-05-AM-04	0,04	85,74	12,7	1	0,35	205,0	4,12	4,4	<0,1
PAS-FR-06-AM-01	0,65	95,95	74,0	4	0,15	129,9	5,81	8,3	<0,1
PAS-FR-06-AM-02	0,35	75,56	115,1	4	0,22	96,8	6,34	8,5	<0,1
PAS-FR-06-AM-03	0,04	50,74	18,5	1	0,61	44,9	4,35	4,7	<0,1
PAS-FR-07-AM-01	0,07	75,20	33,6	4	0,15	56,5	8,37	14,7	<0,1
PAS-FR-07-AM-02	0,17	39,90	31,3	5	0,46	99,7	4,56	9,6	<0,1
PAS-FR-07-AM-03	0,20	80,88	35,6	4	0,32	54,2	5,83	8,0	<0,1
PAS-FR-07-AM-04	0,03	45,80	15,2	2	0,09	42,1	4,51	4,3	<0,1



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge
	ICM14B PPM 0,01	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,5	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,1
PAS-FR-08-AM-01	0,11	46,31	46,0	237	0,53	143,5	>15	16,6	<0,1
PAS-FR-08-AM-02	<0,01	48,09	21,7	1	0,29	65,6	0,86	2,6	<0,1
PAS-FR-08-AM-03	0,19	341,94	61,6	15	1,18	72,6	4,69	5,0	<0,1
PAS-FR-08-AM-04	0,10	88,00	19,6	2	0,17	145,3	3,39	6,0	<0,1
* DUP PAS-FR-08-AM-04	0,09	85,23	17,8	2	0,14	140,7	3,28	5,8	<0,1
PAS-FR-08-AM-05	0,08	87,92	13,5	3	0,57	192,5	4,71	5,9	<0,1
BRANCO_PREP	<0,01	0,14	0,2	7	<0,05	1,3	0,48	<0,1	<0,1
PAS-FR-09-AM-01	0,03	73,10	19,4	25	1,16	79,6	13,24	27,5	<0,1
PAS-FR-09-AM-02	0,08	21,38	42,6	3	0,10	22,6	1,19	2,5	<0,1
PAS-FR-09-AM-03	0,13	90,11	40,8	2	0,22	175,1	6,19	6,3	<0,1
PAS-FR-09-AM-04	0,02	59,03	10,2	2	0,49	136,4	3,83	5,5	<0,1
PAS-FR-10-AM-01	0,14	73,59	141,0	6	0,32	281,1	14,83	18,0	<0,1
PAS-FR-10-AM-02	0,04	82,52	10,4	1	0,24	218,4	4,06	4,6	<0,1
PAS-FR-11-AM-01	0,02	27,34	12,0	17	0,29	132,1	7,95	12,8	<0,1
PAS-FR-11-AM-02	0,03	25,87	39,8	13	0,08	142,9	6,42	6,9	<0,1
PAS-FR-11-AM-03	0,08	78,08	30,1	7	0,35	92,3	6,31	6,4	<0,1
PAS-FR-13-AM-01	0,03	42,46	31,5	12	0,91	184,1	7,03	12,4	<0,1
PAS-FR-13-AM-02	0,05	54,85	17,7	1	0,10	84,0	2,44	6,7	<0,1
PAS-FR-13-AM-03	0,08	81,78	14,4	3	0,47	163,4	5,30	6,3	<0,1
PAS-FR-13-AM-04	0,10	80,35	19,7	1	1,40	211,1	7,69	5,1	<0,1
PAS-FR-13-AM-05	0,07	91,44	16,6	<1	0,98	145,4	4,85	4,0	<0,1
PAS-FR-14-AM-01	0,13	95,62	285,6	19	0,21	261,8	10,34	13,3	<0,1
PAS-FR-14-AM-02	0,10	33,25	45,9	16	0,56	97,7	>15	23,6	<0,1
PAS-FR-14-AM-03	0,12	64,15	61,6	3	0,20	91,7	4,32	7,0	<0,1
PAS-FR-14-AM-04	0,14	122,28	32,3	7	0,43	50,8	5,00	7,1	<0,1
* DUP PAS-FR-14-AM-04	0,15	126,88	33,7	7	0,45	52,4	5,26	7,3	<0,1
PAS-FR-14-AM-05	0,60	108,71	61,3	5	0,41	57,3	6,45	8,3	<0,1
PAS-FR-14-AM-06	0,04	45,37	14,8	<1	0,53	40,2	4,28	4,2	<0,1
PAS-FR-18-AM-01	<0,01	7,91	3,5	4	<0,05	17,8	0,72	0,8	<0,1
PAS-FR-18-AM-02	0,09	82,36	20,4	3	0,49	67,3	8,32	12,9	<0,1
PAS-FR-18-AM-03	0,16	33,55	53,1	5	2,59	85,1	6,51	10,5	<0,1
PAS-FR-18-AM-04	0,03	46,86	11,7	<1	0,12	40,6	3,19	3,7	<0,1
PAS-FR-19-AM-01	0,04	61,83	19,6	28	0,53	77,2	11,90	23,0	<0,1
PAS-FR-19-AM-02	0,16	34,76	41,4	17	0,70	83,7	12,27	11,9	<0,1
PAS-FR-19-AM-03	0,18	34,26	61,7	11	2,15	99,3	7,52	16,0	<0,1
PAS-FR-19-AM-04	0,12	39,83	44,6	4	2,77	79,0	4,54	6,6	<0,1
PAS-FR-19-AM-05	0,06	6,39	30,4	15	0,16	21,8	1,18	2,8	<0,1
PAS-FR-19-AM-06	0,34	31,03	48,2	8	7,74	77,4	7,85	9,7	<0,1
PAS-FR-19-AM-07	0,08	74,35	35,6	3	0,22	39,7	5,49	4,3	<0,1
PAS-FR-20-AM-01	0,38	52,01	48,5	12	0,88	94,2	10,42	17,1	<0,1
PAS-FR-20-AM-02	0,33	24,64	52,1	2	0,17	56,7	4,20	7,2	<0,1
PAS-FR-20-AM-03	0,17	54,81	72,7	3	1,62	73,2	8,34	10,6	<0,1
PAS-FR-20-AM-04	0,11	29,89	72,5	3	4,41	63,8	7,02	9,7	<0,1
PAS-FR-20-AM-05	0,08	149,85	31,7	2	0,17	228,4	6,33	11,1	<0,1
PAS-FR-20-AM-06	0,08	93,63	14,6	1	0,49	206,9	4,43	6,4	<0,1
PAS-CLM-AM-01	0,05	6,54	0,4	4	0,05	2,5	0,45	0,5	<0,1
* DUP PAS-CLM-AM-01	0,05	6,16	0,4	4	0,05	2,6	0,45	0,5	<0,1



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge
	ICM14B PPM 0,01	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,5	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,1
PASCLM-AM02	<0,01	14,79	0,3	3	<0,05	2,0	0,36	0,3	<0,1
PASCLM-AM03	0,01	10,90	0,7	4	<0,05	1,8	0,42	0,3	<0,1
BRANCO_PREP	<0,01	0,12	0,2	7	<0,05	1,4	0,49	<0,1	<0,1
* REP PAS-FR-09-AM-02	0,08	20,53	41,1	2	0,08	21,6	1,15	2,4	<0,1
* REP BRANCO_PREP	<0,01	0,11	0,2	6	<0,05	1,3	0,49	<0,1	<0,1
* STD OREAS46	0,03	24,49	5,0	22	0,30	23,5	1,35	2,6	<0,1
* STD OREAS46	0,04	25,02	5,8	25	0,28	21,6	1,30	2,5	<0,1
* STD OREAS46	0,03	24,77	5,1	20	0,30	23,2	1,31	2,5	<0,1
* STD OREAS501B	0,11	55,86	13,2	85	9,47	2701,4	4,02	7,9	0,2

ANÁLISES	Hf	In	K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo
MÉTODO UNIDADE LIMITE DETECÇÃO	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,02	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,01	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 5	ICM14B PPM 0,05
BRANCO_PREP	<0,05	<0,02	<0,01	<0,1	<1	<0,01	<0,01	75	0,25
PAS-FR-01-AM-01	3,91	0,05	0,29	7,4	5	0,59	0,30	1360	0,62
PAS-FR-01-AM-02	0,24	0,10	0,15	19,5	3	0,57	0,33	954	0,83
PAS-FR-01-AM-03	0,21	0,09	0,12	23,8	4	0,59	0,33	1072	0,79
PAS-FR-01-AM-04	1,58	0,06	0,21	24,1	3	0,47	0,56	1006	0,74
PAS-FR-01-AM-05	1,16	0,05	0,20	40,2	3	0,37	0,48	669	0,51
PAS-FR-01-AM-06	0,96	0,05	0,26	45,0	4	0,34	0,57	785	0,61
PAS-FR-02-AM-01	3,26	0,07	0,34	16,4	2	1,36	0,20	558	0,43
PAS-FR-02-AM-02	1,16	0,04	0,36	11,6	<1	0,82	0,39	765	0,25
PAS-FR-02-AM-03	2,27	0,05	0,25	6,6	3	0,33	0,28	1414	0,59
PAS-FR-02-AM-04	0,67	0,08	0,28	26,6	1	0,30	0,75	932	0,48
PAS-FR-02-AM-05	1,92	0,03	0,16	21,2	5	0,19	0,68	506	0,64
PAS-FR-02-AM-06	1,33	0,04	0,23	10,3	4	0,11	0,20	737	0,94
PAS-FR-03-AM-01	2,03	0,05	0,29	3,4	<1	0,69	0,30	718	0,21
PAS-FR-03-AM-02	3,34	0,09	0,18	20,1	4	0,70	0,16	1266	0,87
PAS-FR-03-AM-03	1,80	0,02	0,29	1,9	<1	0,34	0,31	1380	0,54
PAS-FR-03-AM-04	2,06	0,03	0,53	5,8	<1	0,24	0,45	2411	0,11
PAS-FR-03-AM-05	2,68	0,07	0,44	10,6	3	0,24	0,99	1073	0,58
PAS-FR-03-AM-06	3,99	0,08	0,36	2,3	8	0,19	0,84	1122	0,59
PAS-FR-03-AM-07	3,97	0,07	0,44	2,4	3	0,14	0,73	1019	0,55
* DUP PAS-FR-03-AM-07	3,80	0,07	0,40	2,1	3	0,14	0,71	1005	0,55
PAS-FR-03-AM-08	2,86	0,06	0,33	40,4	3	0,61	0,97	669	0,56
PAS-FR-03-AM-09	3,94	0,07	0,41	15,6	6	0,66	1,05	2360	0,63
PAS-FR-03-AM-10	3,63	0,07	0,40	22,8	5	0,82	0,96	2077	0,71
PAS-FR-03-AM-11	0,25	0,07	0,35	37,5	2	0,55	0,85	830	0,69
PAS-FR-03-AM-12	0,34	0,03	0,31	38,9	<1	0,36	0,49	411	0,59
PAS-FR-05-AM-01	2,77	0,06	0,49	13,6	2	0,23	1,28	993	0,60
PAS-FR-05-AM-02	0,59	0,06	0,42	33,3	4	0,40	1,37	477	0,52
PAS-FR-05-AM-03	0,42	0,06	0,32	22,5	7	0,30	0,50	1276	0,55
PAS-FR-05-AM-04	0,45	0,04	0,33	39,7	2	0,32	0,62	496	0,54
PAS-FR-06-AM-01	2,57	0,05	0,17	39,9	1	4,74	0,84	1707	0,38
PAS-FR-06-AM-02	3,84	0,06	0,11	28,5	1	2,35	0,63	1704	0,41
PAS-FR-06-AM-03	2,20	0,03	0,15	24,3	2	0,21	0,41	456	0,73



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Hf	In	K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo
	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,02	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,01	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 5	ICM14B PPM 0,05
PAS-FR-07-AM-01	6,01	0,07	0,30	33,1	<1	1,81	0,22	1626	0,39
PAS-FR-07-AM-02	2,56	0,06	0,32	14,0	<1	1,54	0,56	788	0,39
PAS-FR-07-AM-03	0,35	0,05	0,34	33,8	3	0,33	1,04	2598	0,39
PAS-FR-07-AM-04	1,64	0,02	0,11	21,6	<1	0,17	0,50	543	0,87
PAS-FR-08-AM-01	2,67	0,14	0,15	14,3	<1	0,36	0,11	1255	1,38
PAS-FR-08-AM-02	1,02	<0,02	0,43	8,1	2	0,40	0,27	1257	<0,05
PAS-FR-08-AM-03	4,66	0,05	0,51	6,4	3	0,28	0,33	2680	0,50
PAS-FR-08-AM-04	1,69	0,05	0,38	43,7	3	0,26	0,38	225	0,45
* DUP PAS-FR-08-AM-04	1,45	0,04	0,37	42,4	3	0,23	0,36	222	0,41
PAS-FR-08-AM-05	0,66	0,03	0,34	39,3	3	0,37	0,62	840	0,82
BRANCO_PREP	<0,05	<0,02	<0,01	0,1	<1	<0,01	<0,01	76	0,25
PAS-FR-09-AM-01	3,05	0,13	0,13	19,7	2	0,50	0,10	429	1,06
PAS-FR-09-AM-02	0,87	<0,02	0,47	4,7	2	0,25	0,32	2065	0,16
PAS-FR-09-AM-03	1,84	0,05	0,41	39,5	2	0,24	0,46	2854	0,58
PAS-FR-09-AM-04	1,20	0,03	0,35	27,2	5	0,27	1,23	266	0,45
PAS-FR-10-AM-01	2,13	0,09	0,29	28,3	6	0,60	0,65	3000	0,87
PAS-FR-10-AM-02	0,90	0,03	0,45	36,8	6	0,28	0,64	480	0,56
PAS-FR-11-AM-01	1,40	0,06	0,09	10,1	<1	0,28	0,07	438	0,66
PAS-FR-11-AM-02	3,68	0,04	0,18	12,5	2	0,20	0,20	683	0,17
PAS-FR-11-AM-03	1,32	0,04	0,39	36,2	11	0,27	0,53	810	0,46
PAS-FR-13-AM-01	2,42	0,07	0,29	10,6	3	0,48	0,31	954	0,69
PAS-FR-13-AM-02	1,46	0,05	0,05	33,3	<1	0,30	0,43	151	0,43
PAS-FR-13-AM-03	1,13	0,05	0,19	38,1	3	0,31	0,39	306	0,70
PAS-FR-13-AM-04	1,03	0,06	0,20	36,2	2	0,30	0,60	399	0,69
PAS-FR-13-AM-05	1,08	0,04	0,22	41,5	<1	0,30	0,58	353	0,48
PAS-FR-14-AM-01	2,37	0,08	0,03	15,1	11	0,71	0,03	3207	1,30
PAS-FR-14-AM-02	4,40	0,13	0,27	17,3	<1	1,01	0,11	3343	1,01
PAS-FR-14-AM-03	3,45	0,04	0,26	11,1	<1	0,45	0,25	1528	0,26
PAS-FR-14-AM-04	2,10	0,05	0,30	30,5	<1	0,72	0,60	1188	0,41
* DUP PAS-FR-14-AM-04	2,23	0,05	0,32	31,9	1	0,74	0,64	1274	0,44
PAS-FR-14-AM-05	0,36	0,06	0,23	60,7	2	0,87	0,83	3324	0,34
PAS-FR-14-AM-06	1,87	0,02	0,17	21,4	3	0,17	0,58	464	0,76
PAS-FR-18-AM-01	0,86	<0,02	<0,01	3,6	<1	0,07	0,01	105	0,13
PAS-FR-18-AM-02	4,46	0,07	0,41	19,8	2	0,56	0,36	621	0,39
PAS-FR-18-AM-03	4,48	0,07	0,34	9,9	3	0,32	0,48	1189	0,51
PAS-FR-18-AM-04	1,44	<0,02	0,11	22,0	1	0,17	0,45	322	0,74
PAS-FR-19-AM-01	2,86	0,11	0,16	19,4	<1	0,73	0,10	695	0,78
PAS-FR-19-AM-02	3,14	0,09	0,12	11,7	1	0,39	0,12	1215	0,81
PAS-FR-19-AM-03	2,97	0,07	0,27	5,5	1	0,42	0,50	1020	0,72
PAS-FR-19-AM-04	1,74	0,04	0,41	15,0	5	0,66	0,55	684	0,43
PAS-FR-19-AM-05	4,01	0,02	0,66	1,3	5	0,08	0,43	693	0,09
PAS-FR-19-AM-06	3,08	0,07	0,42	7,9	19	0,24	0,90	874	0,54
PAS-FR-19-AM-07	0,80	0,04	0,77	26,6	<1	0,22	0,64	2387	0,19
PAS-FR-20-AM-01	3,68	0,10	0,25	20,6	2	0,76	0,28	1119	0,47
PAS-FR-20-AM-02	2,36	0,05	0,43	4,9	1	0,79	0,51	1207	0,10
PAS-FR-20-AM-03	3,29	0,09	0,34	1,7	3	0,60	0,70	2222	0,33
PAS-FR-20-AM-04	3,46	0,08	0,59	1,3	4	0,49	0,86	1090	0,29



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Hf	In	K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo
	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,02	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,01	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 5	ICM14B PPM 0,05
PAS-FR-20-AM-05	2,96	0,07	0,38	46,6	3	0,52	1,54	1391	0,78
PAS-FR-20-AM-06	0,55	0,04	0,32	42,7	3	0,39	0,65	714	0,62
PAS-CLM-AM-01	0,13	<0,02	0,01	2,4	<1	<0,01	0,01	36	0,10
* DUP PAS-CLM-AM-01	0,11	<0,02	0,01	2,3	<1	<0,01	0,01	36	0,11
PAS-CLM-AM-02	0,09	<0,02	0,01	4,4	<1	0,02	<0,01	34	0,11
PAS-CLM-AM-03	0,07	<0,02	<0,01	3,7	<1	0,02	<0,01	65	0,13
BRANCO_PREP	<0,05	<0,02	<0,01	0,1	<1	<0,01	<0,01	81	0,25
* REP PAS-FR-09-AM-02	0,82	<0,02	0,44	4,5	2	0,24	0,30	2002	0,16
* REP BRANCO_PREP	<0,05	<0,02	<0,01	0,1	<1	<0,01	<0,01	77	0,26
* STD OREAS46	0,13	<0,02	0,09	13,8	5	0,04	0,39	221	0,63
* STD OREAS46	0,11	<0,02	0,08	14,0	4	0,08	0,39	223	0,60
* STD OREAS46	0,13	<0,02	0,09	13,9	4	0,04	0,40	219	0,61
* STD OREAS501B	0,35	0,18	1,07	28,6	30	0,19	1,12	374	84,04

ANÁLISES	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	Sb
MÉTODO UNIDADE LÍMITE DETECÇÃO	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,5	ICM14B PPM 50	ICM14B PPM 0,2	ICM14B PPM 0,2	ICM14B PPM 0,1	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,05
BRANCO_PREP	0,02	<0,05	2,0	<50	0,7	0,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-01-AM-01	<0,01	0,24	13,5	267	6,5	17,8	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-01-AM-02	<0,01	0,42	16,6	2426	7,6	9,7	<0,1	<0,01	0,52
PAS-FR-01-AM-03	<0,01	0,42	17,6	2449	6,6	8,0	<0,1	<0,01	0,19
PAS-FR-01-AM-04	<0,01	0,15	13,1	1475	3,6	13,9	<0,1	<0,01	0,12
PAS-FR-01-AM-05	<0,01	0,10	11,8	2831	3,3	12,8	<0,1	<0,01	0,09
PAS-FR-01-AM-06	<0,01	0,12	17,3	3047	3,1	13,2	<0,1	<0,01	0,08
PAS-FR-02-AM-01	<0,01	0,78	18,9	185	6,3	11,4	<0,1	<0,01	0,08
PAS-FR-02-AM-02	<0,01	0,18	22,4	123	5,1	11,3	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-02-AM-03	<0,01	0,21	56,0	149	3,9	26,6	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-02-AM-04	0,02	0,14	20,4	2360	3,8	47,7	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-02-AM-05	0,12	1,03	8,8	1447	1,8	10,1	<0,1	0,02	<0,05
PAS-FR-02-AM-06	<0,01	0,32	12,5	166	2,8	21,8	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-01	<0,01	<0,05	21,9	340	2,6	9,9	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-02	<0,01	0,83	19,9	201	6,6	16,8	<0,1	<0,01	0,07
PAS-FR-03-AM-03	<0,01	<0,05	15,3	270	4,1	24,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-04	<0,01	<0,05	23,5	201	3,6	18,6	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-05	<0,01	0,19	14,7	239	4,7	50,1	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-06	<0,01	0,21	20,1	210	3,8	31,9	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-07	<0,01	0,24	18,1	109	4,3	38,4	<0,1	<0,01	<0,05
* DUP PAS-FR-03-AM-07	<0,01	0,22	16,8	104	4,1	35,5	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-08	<0,01	0,07	14,7	448	5,1	19,1	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-09	<0,01	0,22	17,8	388	4,5	46,7	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-10	<0,01	0,27	17,0	917	5,0	35,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-11	0,02	0,21	22,0	2486	4,0	21,9	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-03-AM-12	0,04	0,45	10,0	2416	3,4	13,1	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-05-AM-01	<0,01	0,12	16,3	293	3,6	36,3	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-05-AM-02	<0,01	0,06	15,7	1817	6,7	22,8	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-05-AM-03	<0,01	0,12	13,3	1978	5,2	15,1	<0,1	<0,01	<0,05



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	Sb
	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,5	ICM14B PPM 50	ICM14B PPM 0,2	ICM14B PPM 0,2	ICM14B PPM 0,1	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,05
PAS-FR-05-AM-04	0,03	0,20	11,0	2496	3,8	13,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-06-AM-01	<0,01	0,09	84,4	217	5,9	9,3	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-06-AM-02	<0,01	0,23	178,7	410	6,2	7,6	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-06-AM-03	0,06	1,35	12,4	1325	2,4	12,1	<0,1	0,03	0,10
PAS-FR-07-AM-01	<0,01	0,42	17,8	145	8,9	8,6	<0,1	<0,01	0,11
PAS-FR-07-AM-02	<0,01	0,08	36,1	171	5,1	16,8	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-07-AM-03	<0,01	0,10	72,4	2029	5,9	32,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-07-AM-04	0,08	1,73	10,6	1238	2,1	4,8	<0,1	0,03	<0,05
PAS-FR-08-AM-01	<0,01	2,58	37,2	645	6,8	8,0	<0,1	<0,01	0,23
PAS-FR-08-AM-02	<0,01	<0,05	20,0	99	3,6	11,4	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-08-AM-03	<0,01	0,48	25,1	112	5,3	18,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-08-AM-04	<0,01	0,64	18,2	2754	4,0	14,2	<0,1	<0,01	<0,05
* DUP PAS-FR-08-AM-04	<0,01	0,47	19,0	2776	3,8	13,1	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-08-AM-05	0,01	0,58	10,3	2326	3,4	14,5	<0,1	<0,01	<0,05
BRANCO_PREP	0,02	<0,05	2,4	<50	0,7	<0,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-09-AM-01	<0,01	1,95	19,2	342	8,0	12,2	<0,1	<0,01	0,10
PAS-FR-09-AM-02	<0,01	<0,05	10,4	99	3,3	13,1	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-09-AM-03	<0,01	0,23	29,9	2511	4,8	15,9	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-09-AM-04	<0,01	0,07	9,5	1691	3,0	14,3	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-10-AM-01	<0,01	0,44	32,3	1590	7,3	30,3	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-10-AM-02	0,02	0,21	10,2	2458	2,7	15,4	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-11-AM-01	<0,01	1,15	10,8	262	5,6	6,4	<0,1	<0,01	0,07
PAS-FR-11-AM-02	<0,01	0,50	39,7	125	9,8	7,4	<0,1	<0,01	0,14
PAS-FR-11-AM-03	<0,01	0,36	28,3	2085	5,9	16,9	<0,1	<0,01	0,47
PAS-FR-13-AM-01	<0,01	0,60	14,6	215	10,1	18,7	<0,1	<0,01	0,21
PAS-FR-13-AM-02	<0,01	0,13	8,4	642	6,0	2,8	<0,1	<0,01	0,07
PAS-FR-13-AM-03	<0,01	0,18	18,0	2860	4,6	11,2	<0,1	<0,01	0,07
PAS-FR-13-AM-04	0,04	0,07	20,4	2632	4,4	14,9	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-13-AM-05	0,03	0,13	13,6	2589	4,0	13,9	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-14-AM-01	<0,01	1,44	90,4	510	14,9	1,7	<0,1	<0,01	0,11
PAS-FR-14-AM-02	<0,01	2,75	24,1	704	18,0	8,2	<0,1	<0,01	0,14
PAS-FR-14-AM-03	<0,01	0,27	26,3	79	7,6	8,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-14-AM-04	<0,01	0,17	51,0	422	4,4	15,0	<0,1	<0,01	<0,05
* DUP PAS-FR-14-AM-04	<0,01	0,21	53,8	436	4,5	16,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-14-AM-05	<0,01	0,13	65,9	2318	9,2	13,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-14-AM-06	0,08	1,37	10,9	1167	3,8	9,5	<0,1	0,02	<0,05
PAS-FR-18-AM-01	<0,01	0,20	5,5	<50	4,6	0,5	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-18-AM-02	<0,01	0,57	18,1	128	10,2	14,1	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-18-AM-03	<0,01	0,35	75,8	321	7,0	89,5	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-18-AM-04	0,10	1,37	9,0	1125	2,3	5,7	<0,1	0,02	<0,05
PAS-FR-19-AM-01	<0,01	2,89	21,5	324	9,9	10,7	<0,1	<0,01	0,08
PAS-FR-19-AM-02	<0,01	0,75	19,3	277	7,2	7,0	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-19-AM-03	<0,01	0,25	37,3	467	6,0	44,1	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-19-AM-04	<0,01	0,20	39,0	155	3,7	25,9	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-19-AM-05	<0,01	<0,05	28,1	97	4,4	20,5	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-19-AM-06	<0,01	0,21	29,4	303	5,1	42,6	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-19-AM-07	<0,01	<0,05	29,4	1400	4,2	25,9	<0,1	<0,01	<0,05



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	Sb
	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,5	ICM14B PPM 50	ICM14B PPM 0,2	ICM14B PPM 0,2	ICM14B PPM 0,1	ICM14B % 0,01	ICM14B PPM 0,05
PAS-FR-20-AM-01	<0,01	0,30	21,6	430	7,9	13,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-20-AM-02	<0,01	<0,05	30,7	399	6,7	14,2	<0,1	<0,01	<0,05
PAS-FR-20-AM-03	<0,01	0,20	22,2	540	9,2	25,2	<0,1	<0,01	0,48
PAS-FR-20-AM-04	<0,01	0,15	15,5	375	6,2	82,6	<0,1	<0,01	0,18
PAS-FR-20-AM-05	<0,01	0,23	17,3	285	6,7	59,8	<0,1	<0,01	0,09
PAS-FR-20-AM-06	0,01	0,16	10,7	2460	4,5	14,6	<0,1	<0,01	0,06
PASCLM-AM-01	<0,01	0,10	2,3	<50	3,9	0,9	<0,1	<0,01	0,11
* DUP PAS-CLM-AM-01	<0,01	0,09	1,9	<50	3,7	0,9	<0,1	<0,01	0,10
PASCLM-AM-02	<0,01	<0,05	3,3	<50	3,5	0,8	<0,1	<0,01	<0,05
PASCLM-AM-03	<0,01	0,10	3,1	<50	3,1	0,5	<0,1	<0,01	<0,05
BRANCO_PREP	0,02	<0,05	1,9	<50	0,6	0,2	<0,1	<0,01	<0,05
* REP PAS-FR-09-AM-02	<0,01	<0,05	9,8	97	3,1	12,3	<0,1	<0,01	<0,05
* REP BRANCO_PREP	0,02	<0,05	2,2	<50	0,5	0,2	<0,1	<0,01	<0,05
* STD OREAS46	0,05	0,30	13,5	504	1,8	5,0	<0,1	<0,01	<0,05
* STD OREAS46	0,05	0,34	13,6	474	1,6	5,1	<0,1	<0,01	<0,05
* STD OREAS46	0,06	0,34	15,2	514	1,7	5,1	<0,1	<0,01	<0,05
* STD OREAS501B	0,11	0,95	37,9	991	8,2	127,6	<0,1	0,36	0,47

ANÁLISES	Sc	Sc	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Tb	Ti
MÉTODO UNIDADE LIMITE DETECÇÃO	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,3	ICM14B PPM 0,5	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,02	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B % 0,01
BRANCO_PREP	<0,1	<1	<0,3	1,0	<0,05	<0,02	<0,05	0,2	<0,01
PAS-FR-01-AM-01	16,0	<1	1,0	139,1	<0,05	0,95	<0,05	5,4	0,48
PAS-FR-01-AM-02	22,4	<1	2,8	100,9	0,09	0,90	0,06	8,0	0,65
PAS-FR-01-AM-03	23,4	<1	2,6	64,6	<0,05	1,10	<0,05	7,3	0,63
PAS-FR-01-AM-04	17,4	<1	1,3	53,1	<0,05	1,08	<0,05	4,2	0,35
PAS-FR-01-AM-05	13,5	<1	1,0	48,0	<0,05	1,18	<0,05	4,3	0,22
PAS-FR-01-AM-06	13,8	<1	1,1	56,9	<0,05	1,29	<0,05	5,1	0,18
PAS-FR-02-AM-01	19,0	<1	1,8	15,8	<0,05	2,34	<0,05	3,4	0,22
PAS-FR-02-AM-02	10,3	<1	0,6	101,9	<0,05	1,69	<0,05	2,0	0,08
PAS-FR-02-AM-03	18,8	<1	1,2	102,0	<0,05	0,76	<0,05	3,0	0,28
PAS-FR-02-AM-04	21,9	<1	1,6	204,0	<0,05	0,98	<0,05	3,1	0,50
PAS-FR-02-AM-05	3,1	<1	0,7	77,3	<0,05	0,67	<0,05	1,8	0,42
PAS-FR-02-AM-06	9,8	<1	1,4	35,7	<0,05	0,36	<0,05	2,1	0,42
PAS-FR-03-AM-01	9,7	<1	0,8	33,4	<0,05	1,35	<0,05	2,9	0,02
PAS-FR-03-AM-02	22,7	<1	2,1	14,0	<0,05	1,70	<0,05	5,0	0,51
PAS-FR-03-AM-03	6,2	<1	0,3	47,2	<0,05	0,71	<0,05	2,5	0,01
PAS-FR-03-AM-04	6,1	<1	0,4	120,0	<0,05	0,64	<0,05	2,6	0,02
PAS-FR-03-AM-05	14,8	<1	0,8	52,5	<0,05	0,60	<0,05	5,5	0,58
PAS-FR-03-AM-06	20,7	<1	0,8	60,8	<0,05	0,36	<0,05	3,9	0,89
PAS-FR-03-AM-07	19,9	<1	0,7	49,1	<0,05	0,26	<0,05	3,5	0,90
* DUP PAS-FR-03-AM-07	19,2	<1	0,6	48,9	<0,05	0,24	<0,05	3,4	0,88
PAS-FR-03-AM-08	18,8	<1	0,8	68,6	<0,05	1,40	<0,05	5,0	0,32
PAS-FR-03-AM-09	19,6	<1	0,6	69,9	<0,05	1,83	<0,05	3,6	0,89
PAS-FR-03-AM-10	19,7	<1	0,7	78,2	<0,05	2,12	<0,05	3,7	0,95
PAS-FR-03-AM-11	20,6	<1	0,8	116,5	<0,05	1,53	<0,05	3,4	0,82



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Tb	Ti
	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,3	ICM14B PPM 0,5	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,02	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B % 0,01
PAS-FR-03-AM-12	5,8	<1	0,9	48,0	<0,05	1,13	<0,05	4,2	0,32
PAS-FR-05-AM-01	16,0	<1	0,8	83,2	<0,05	0,62	<0,05	3,2	0,59
PAS-FR-05-AM-02	19,3	<1	0,9	86,8	<0,05	1,13	<0,05	4,3	0,27
PAS-FR-05-AM-03	19,0	<1	0,8	53,5	<0,05	0,84	<0,05	5,3	0,31
PAS-FR-05-AM-04	9,4	<1	0,8	60,1	<0,05	1,13	<0,05	4,6	0,36
PAS-FR-06-AM-01	15,2	<1	0,8	311,0	<0,05	10,38	<0,05	3,3	0,28
PAS-FR-06-AM-02	15,4	<1	1,4	360,0	<0,05	4,78	<0,05	4,1	0,45
PAS-FR-06-AM-03	3,2	<1	0,8	61,3	<0,05	0,68	<0,05	2,6	0,93
PAS-FR-07-AM-01	19,4	<1	1,3	17,1	<0,05	3,05	<0,05	3,8	0,10
PAS-FR-07-AM-02	18,0	<1	0,8	105,3	<0,05	2,82	<0,05	2,8	0,12
PAS-FR-07-AM-03	16,7	<1	0,5	221,7	<0,05	1,18	<0,05	3,1	0,31
PAS-FR-07-AM-04	2,2	<1	0,6	59,6	<0,05	0,58	<0,05	1,8	0,96
PAS-FR-08-AM-01	26,7	<1	2,0	12,2	<0,05	0,85	0,07	5,6	0,33
PAS-FR-08-AM-02	5,1	<1	<0,3	29,1	<0,05	1,05	<0,05	0,4	<0,01
PAS-FR-08-AM-03	10,5	<1	0,6	50,8	<0,05	0,60	<0,05	2,8	0,63
PAS-FR-08-AM-04	12,3	<1	0,9	54,5	<0,05	1,25	<0,05	3,9	0,39
* DUP PAS-FR-08-AM-04	11,4	<1	0,8	54,7	<0,05	1,18	<0,05	3,6	0,38
PAS-FR-08-AM-05	5,0	<1	1,1	40,9	<0,05	1,15	<0,05	5,4	0,47
BRANCO_PREP	<0,1	<1	<0,3	1,0	<0,05	<0,02	<0,05	<0,1	<0,01
PAS-FR-09-AM-01	31,1	<1	2,9	8,7	<0,05	1,18	<0,05	5,2	0,48
PAS-FR-09-AM-02	3,7	<1	<0,3	25,5	<0,05	0,48	<0,05	3,3	<0,01
PAS-FR-09-AM-03	12,5	<1	1,1	56,1	<0,05	1,11	<0,05	3,7	0,39
PAS-FR-09-AM-04	7,2	<1	0,7	56,2	<0,05	0,83	<0,05	3,1	0,11
PAS-FR-10-AM-01	25,6	<1	1,3	22,4	<0,05	1,32	<0,05	6,0	0,34
PAS-FR-10-AM-02	3,0	<1	0,8	176,1	<0,05	1,01	<0,05	3,5	0,23
PAS-FR-11-AM-01	13,3	<1	1,7	7,5	<0,05	0,49	<0,05	3,2	0,29
PAS-FR-11-AM-02	5,0	<1	0,9	37,8	<0,05	0,24	<0,05	3,9	0,33
PAS-FR-11-AM-03	6,7	<1	1,3	110,6	0,10	0,98	0,06	4,4	0,31
PAS-FR-13-AM-01	14,3	<1	1,6	32,2	<0,05	0,76	<0,05	5,9	0,39
PAS-FR-13-AM-02	9,9	<1	1,8	133,8	<0,05	0,87	<0,05	8,6	0,11
PAS-FR-13-AM-03	11,7	<1	1,4	56,3	<0,05	1,25	<0,05	4,0	0,22
PAS-FR-13-AM-04	16,8	<1	1,3	82,0	<0,05	1,08	<0,05	2,8	0,20
PAS-FR-13-AM-05	13,1	<1	0,9	58,5	<0,05	1,06	<0,05	4,0	0,18
PAS-FR-14-AM-01	19,4	<1	1,7	8,5	<0,05	1,21	<0,05	3,4	0,28
PAS-FR-14-AM-02	26,1	<1	3,4	19,6	<0,05	1,69	0,05	5,9	0,29
PAS-FR-14-AM-03	8,5	<1	0,7	94,5	<0,05	0,84	<0,05	2,4	0,08
PAS-FR-14-AM-04	16,8	<1	0,6	96,4	<0,05	2,80	<0,05	3,3	0,24
* DUP PAS-FR-14-AM-04	17,8	<1	0,6	97,0	<0,05	2,91	<0,05	3,4	0,27
PAS-FR-14-AM-05	19,0	<1	0,8	210,4	<0,05	2,97	<0,05	3,0	0,22
PAS-FR-14-AM-06	2,5	<1	0,6	59,8	<0,05	0,56	<0,05	1,8	0,88
PAS-FR-18-AM-01	1,0	<1	0,8	5,2	<0,05	0,12	<0,05	0,8	0,02
PAS-FR-18-AM-02	18,6	<1	1,4	36,7	<0,05	1,20	<0,05	4,8	0,18
PAS-FR-18-AM-03	20,7	<1	1,3	219,1	<0,05	0,66	<0,05	3,8	0,50
PAS-FR-18-AM-04	1,9	<1	0,5	64,6	<0,05	0,59	<0,05	1,8	0,44
PAS-FR-19-AM-01	28,0	<1	2,6	12,9	<0,05	1,41	<0,05	4,3	0,38
PAS-FR-19-AM-02	21,2	<1	2,1	21,3	<0,05	0,91	<0,05	2,2	0,32
PAS-FR-19-AM-03	20,3	<1	1,5	47,2	<0,05	0,82	<0,05	2,5	0,40



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Sc	Se	Su	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti
	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,3	ICM14B PPM 0,5	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,02	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B % 0,01
PAS-FR-19-AM-04	12,2	<1	0,8	134,1	<0,05	1,52	<0,05	1,5	0,25
PAS-FR-19-AM-05	7,2	<1	0,5	38,7	<0,05	0,15	<0,05	2,6	0,02
PAS-FR-19-AM-06	15,6	<1	0,9	100,7	<0,05	0,58	<0,05	3,4	0,69
PAS-FR-19-AM-07	7,2	<1	0,4	80,4	<0,05	0,86	<0,05	1,7	0,03
PAS-FR-20-AM-01	24,1	<1	1,4	18,4	<0,05	1,74	<0,05	3,7	0,45
PAS-FR-20-AM-02	8,6	<1	0,6	57,2	<0,05	1,48	<0,05	3,0	0,06
PAS-FR-20-AM-03	20,3	<1	1,4	83,9	0,07	0,97	0,07	4,7	0,43
PAS-FR-20-AM-04	19,0	<1	1,1	72,9	<0,05	0,78	<0,05	3,9	0,41
PAS-FR-20-AM-05	19,0	<1	1,0	112,3	<0,05	1,85	<0,05	7,7	0,73
PAS-FR-20-AM-06	9,2	<1	1,0	84,2	<0,05	1,26	<0,05	4,4	0,37
PASCLM-AM-01	0,4	<1	<0,3	0,8	<0,05	0,04	<0,05	0,7	<0,01
* DUP PAS-CLM-AM-01	0,4	<1	<0,3	0,8	<0,05	0,04	<0,05	0,7	<0,01
PASCLM-AM-02	0,2	<1	<0,3	1,1	<0,05	0,07	<0,05	0,5	<0,01
PASCLM-AM-03	0,4	<1	<0,3	1,1	<0,05	0,09	<0,05	0,5	<0,01
BRANCO_PREP	<0,1	<1	<0,3	0,9	<0,05	<0,02	<0,05	<0,1	<0,01
* REP PAS-FR-09-AM-02	3,5	<1	<0,3	24,8	<0,05	0,46	<0,05	3,2	<0,01
* REP BRANCO_PREP	<0,1	<1	<0,3	1,0	<0,05	<0,02	<0,05	<0,1	<0,01
* STD OREAS46	2,3	<1	0,3	25,4	<0,05	0,15	<0,05	2,3	0,04
* STD OREAS46	2,4	<1	<0,3	23,3	<0,05	0,15	<0,05	2,4	0,04
* STD OREAS46	3,3	<1	0,3	26,7	<0,05	0,13	<0,05	2,4	0,04
* STD OREAS501B	5,7	2	4,2	57,3	<0,05	0,49	0,07	17,3	0,30

ANÁLISES	Ti	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	SiO2
MÉTODO UNIDADE LÍMITE DETECÇÃO	ICM14B PPM 0,02	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,5	XRF79C % 0,10
BRANCO_PREP	<0,02	<0,05	<1	<0,1	<0,05	<0,1	1	<0,5	>99
PAS-FR-01-AM-01	0,10	0,49	239	0,2	45,96	4,0	124	163,0	45,1
PAS-FR-01-AM-02	0,12	1,34	290	0,4	37,01	3,9	107	26,9	40,1
PAS-FR-01-AM-03	0,10	1,38	289	0,3	41,05	4,1	100	26,2	42,3
PAS-FR-01-AM-04	0,06	0,67	240	0,4	35,77	3,2	101	55,9	47,4
PAS-FR-01-AM-05	<0,02	0,60	152	0,1	31,71	2,7	65	37,9	49,0
PAS-FR-01-AM-06	0,02	0,75	166	0,3	33,88	2,5	103	37,8	48,1
PAS-FR-02-AM-01	0,09	0,76	266	0,9	118,94	9,1	61	91,0	40,8
PAS-FR-02-AM-02	0,07	0,56	278	0,8	80,34	5,8	91	22,4	44,2
PAS-FR-02-AM-03	0,10	0,93	172	0,7	32,15	2,3	141	83,1	45,4
PAS-FR-02-AM-04	0,06	0,45	191	<0,1	26,44	2,2	117	76,2	47,0
PAS-FR-02-AM-05	0,05	0,36	123	0,1	17,36	1,4	63	79,6	50,8
PAS-FR-02-AM-06	<0,02	0,95	393	2,6	7,59	0,8	138	42,0	49,1
PAS-FR-03-AM-01	0,09	1,30	107	2,5	60,11	4,7	49	83,9	48,0
PAS-FR-03-AM-02	0,10	1,66	427	1,1	65,62	5,0	146	150,5	36,2
PAS-FR-03-AM-03	0,21	1,07	65	0,4	31,76	2,3	47	68,2	51,5
PAS-FR-03-AM-04	0,61	1,88	84	0,2	19,41	1,7	129	50,4	48,2
PAS-FR-03-AM-05	0,04	0,99	259	<0,1	24,79	1,7	144	59,4	50,8
PAS-FR-03-AM-06	0,02	2,71	243	<0,1	12,92	1,3	174	100,7	44,0
PAS-FR-03-AM-07	<0,02	1,32	203	<0,1	10,01	1,0	152	105,8	45,9
* DUP PAS-FR-03-AM-07	<0,02	1,29	198	<0,1	9,51	0,9	151	101,8	45,2



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Ti	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	SiO2
	ICM14B PPM 0,02	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,5	XRF79C % 0,10
PAS-FR-03-AM-08	0,03	0,72	264	<0,1	53,89	4,1	122	70,4	49,3
PAS-FR-03-AM-09	0,03	1,49	238	<0,1	58,60	4,7	151	93,7	44,8
PAS-FR-03-AM-10	0,03	1,26	231	0,3	70,60	6,0	148	120,3	44,1
PAS-FR-03-AM-11	0,03	0,86	177	0,1	54,67	4,0	131	103,5	46,8
PAS-FR-03-AM-12	0,02	0,41	181	0,4	32,55	2,7	72	40,4	50,7
PAS-FR-05-AM-01	0,02	0,46	262	<0,1	23,87	1,7	132	64,9	49,4
PAS-FR-05-AM-02	0,02	0,64	264	9,5	35,67	2,9	129	48,4	49,2
PAS-FR-05-AM-03	0,04	0,72	267	0,8	23,46	2,3	104	49,9	48,0
PAS-FR-05-AM-04	0,02	0,33	183	0,4	31,09	2,4	79	50,4	50,5
PAS-FR-06-AM-01	0,16	1,67	178	0,6	571,24	37,0	255	110,8	43,1
PAS-FR-06-AM-02	0,17	2,07	171	0,4	296,06	18,0	265	152,6	40,5
PAS-FR-06-AM-03	0,06	0,38	150	0,1	17,61	1,5	79	94,6	51,7
PAS-FR-07-AM-01	0,09	0,49	247	0,9	150,39	12,4	66	134,9	38,7
PAS-FR-07-AM-02	0,07	0,50	149	0,8	156,54	11,1	121	68,1	43,4
PAS-FR-07-AM-03	0,05	0,17	174	0,3	39,34	2,4	107	47,7	46,4
PAS-FR-07-AM-04	0,09	0,34	138	0,2	16,03	1,3	75	79,4	52,4
PAS-FR-08-AM-01	0,15	2,11	459	4,6	32,03	2,6	63	142,2	38,3
PAS-FR-08-AM-02	0,07	1,08	48	<0,1	36,34	2,9	76	48,3	51,4
PAS-FR-08-AM-03	0,23	0,87	232	0,5	19,78	2,1	200	254,9	46,1
PAS-FR-08-AM-04	0,03	0,42	203	<0,1	31,05	2,0	127	45,9	52,7
* DUP PAS-FR-08-AM-04	0,02	0,40	194	0,1	29,76	1,9	125	41,8	54,2
PAS-FR-08-AM-05	0,02	1,33	223	0,2	32,62	2,7	94	56,8	49,2
BRANCO_PREP	<0,02	<0,05	<1	<0,1	<0,05	<0,1	<1	<0,5	>99
PAS-FR-09-AM-01	0,08	1,52	464	1,3	42,05	3,5	62	163,9	28,8
PAS-FR-09-AM-02	0,17	0,80	46	<0,1	21,27	1,7	54	26,4	51,9
PAS-FR-09-AM-03	0,05	0,73	227	0,2	28,90	1,9	99	67,9	49,3
PAS-FR-09-AM-04	0,02	0,39	167	0,1	22,69	1,9	69	56,8	63,8
PAS-FR-10-AM-01	0,27	1,65	379	1,2	59,42	4,3	158	99,9	31,6
PAS-FR-10-AM-02	<0,02	0,36	201	0,2	29,10	2,1	92	40,9	50,1
PAS-FR-11-AM-01	0,05	0,81	246	2,3	20,48	2,0	49	83,5	59,7
PAS-FR-11-AM-02	0,10	0,91	144	1,9	12,13	1,3	101	168,0	43,4
PAS-FR-11-AM-03	0,06	0,50	244	1,1	26,08	2,0	105	45,9	47,6
PAS-FR-13-AM-01	0,11	0,88	287	0,4	38,86	3,2	103	132,0	41,9
PAS-FR-13-AM-02	0,02	1,52	153	<0,1	27,34	2,1	98	66,4	45,9
PAS-FR-13-AM-03	0,03	0,52	245	0,2	32,71	2,3	101	39,6	49,9
PAS-FR-13-AM-04	0,02	0,40	206	0,2	29,80	2,3	88	37,4	50,2
PAS-FR-13-AM-05	<0,02	0,54	143	<0,1	27,78	2,2	65	36,1	51,3
PAS-FR-14-AM-01	0,27	0,86	216	7,2	49,52	5,1	69	97,1	31,4
PAS-FR-14-AM-02	0,14	1,45	302	2,7	76,62	7,0	37	142,5	50,0
PAS-FR-14-AM-03	0,13	0,70	110	0,2	42,41	3,1	83	113,0	48,8
PAS-FR-14-AM-04	0,03	1,06	156	<0,1	61,51	5,6	144	78,0	49,3
* DUP PAS-FR-14-AM-04	0,04	1,10	165	<0,1	63,91	5,8	150	83,8	50,0
PAS-FR-14-AM-05	0,12	1,09	212	0,1	97,15	6,3	107	42,5	45,0
PAS-FR-14-AM-06	0,07	0,39	123	0,1	14,62	1,3	71	85,6	51,1
PAS-FR-18-AM-01	<0,02	0,05	8	13,6	6,11	0,5	3	32,9	98,4
PAS-FR-18-AM-02	0,07	1,15	280	1,1	57,78	3,9	80	137,0	36,9
PAS-FR-18-AM-03	0,15	0,96	227	0,3	28,39	2,2	165	174,1	44,3



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Ti	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	SiO2
	ICM14B PPM 0,02	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 0,05	ICM14B PPM 0,1	ICM14B PPM 1	ICM14B PPM 0,5	XRF79C % 0,10
PAS-FR-18-AM-04	0,06	0,37	68	0,1	15,20	1,3	54	66,7	52,0
PAS-FR-19-AM-01	0,07	0,97	343	0,7	60,91	5,0	69	146,6	34,4
PAS-FR-19-AM-02	0,06	0,76	325	0,9	37,42	2,9	108	113,9	33,6
PAS-FR-19-AM-03	0,14	1,05	255	2,8	38,98	3,1	164	107,2	39,6
PAS-FR-19-AM-04	0,08	0,69	220	0,2	59,24	4,6	210	45,5	45,2
PAS-FR-19-AM-05	0,07	0,54	35	0,2	5,29	0,6	44	239,2	51,1
PAS-FR-19-AM-06	0,03	2,94	247	<0,1	16,27	1,7	178	80,2	46,6
PAS-FR-19-AM-07	0,15	1,67	116	<0,1	23,39	1,6	35	46,7	50,8
PAS-FR-20-AM-01	0,25	5,48	303	0,2	67,24	5,2	160	131,0	37,5
PAS-FR-20-AM-02	0,26	2,47	93	<0,1	66,70	5,3	117	80,7	49,3
PAS-FR-20-AM-03	0,49	4,72	238	<0,1	42,38	4,1	175	111,8	41,2
PAS-FR-20-AM-04	0,20	3,18	223	<0,1	37,74	3,3	171	95,6	42,9
PAS-FR-20-AM-05	0,03	0,65	255	0,1	46,22	3,8	122	82,3	49,4
PAS-FR-20-AM-06	0,02	0,35	220	<0,1	35,00	2,8	97	46,3	48,8
PAS-CLM-AM-01	<0,02	0,05	5	0,9	0,62	<0,1	2	2,9	94,8
* DUP PAS-CLM-AM-01	<0,02	0,05	5	0,8	0,61	<0,1	2	2,5	94,3
PAS-CLM-AM-02	<0,02	<0,05	1	0,5	1,44	0,1	1	2,2	97,0
PAS-CLM-AM-03	<0,02	<0,05	<1	0,2	2,34	0,2	3	1,3	98,5
BRANCO_PREP	<0,02	<0,05	<1	<0,1	<0,05	<0,1	<1	<0,5	>99
* REP PAS-FR-09-AM-02	0,17	0,75	44	<0,1	20,93	1,6	52	24,9	
* REP BRANCO_PREP	<0,02	<0,05	<1	<0,1	<0,05	<0,1	<1	<0,5	
* STD OREAS46	0,06	0,31	20	<0,1	4,61	0,3	17	4,1	
* STD OREAS46	0,05	0,31	18	0,1	5,03	0,3	17	3,9	
* STD OREAS46	0,05	0,31	19	<0,1	4,47	0,3	17	4,2	
* STD OREAS501B	0,65	4,90	105	3,2	14,76	1,6	73	8,0	
* REP PAS-FR-03-AM-05									51,1
* REP PAS-FR-19-AM-06									46,0
* STD AMIS0683									71,6
* STD SG_259									33,6
* STD AMIS0683									72,5
* STD SG_259									33,4

ANÁLISES	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	TiO2	P2O5	Na2O	K2O	MnO
MÉTODO	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C	XRF79C
UNIDADE	%	%	%	%	%	%	%	%	%
LIMITE DETECÇÃO	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01
BRANCO_PREP	<0,1	0,72	0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0,01
PAS-FR-01-AM-01	15,2	19,6	0,07	2,24	4,20	0,16	<0,1	4,52	0,24
PAS-FR-01-AM-02	16,9	21,8	1,55	1,28	5,28	0,74	0,76	1,69	0,22
PAS-FR-01-AM-03	17,2	20,4	1,79	1,31	5,11	0,73	0,97	1,90	0,23
PAS-FR-01-AM-04	14,2	17,8	0,77	1,72	4,22	0,40	1,07	4,84	0,25
PAS-FR-01-AM-05	13,3	16,9	1,46	1,84	3,92	0,70	1,18	6,54	0,21
PAS-FR-01-AM-06	13,4	16,9	1,65	2,25	3,98	0,78	1,10	5,18	0,17
PAS-FR-02-AM-01	18,3	20,7	0,02	1,89	4,99	0,13	<0,1	2,64	0,19
PAS-FR-02-AM-02	16,0	18,1	0,18	3,18	4,57	0,05	<0,1	5,16	0,38
PAS-FR-02-AM-03	15,8	19,8	0,31	1,28	4,74	0,07	0,43	4,68	0,25
PAS-FR-02-AM-04	16,0	15,9	3,56	1,51	4,39	0,63	1,40	2,84	0,18



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	TiO2	P2O5	Na2O	K2O	MnO
	XRF79C % 0,10	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,10	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,10	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,01
PAS-FR-02-AM-05	12,4	14,9	8,03	4,25	3,51	0,48	2,38	1,58	0,20
PAS-FR-02-AM-06	14,6	16,8	0,24	1,68	4,11	0,13	0,27	8,35	0,21
PAS-FR-03-AM-01	13,8	16,0	0,31	3,50	3,99	0,11	<0,1	5,39	0,11
PAS-FR-03-AM-02	19,7	23,5	0,02	1,62	5,74	0,11	<0,1	2,18	0,29
PAS-FR-03-AM-03	12,7	14,7	0,56	3,81	3,54	0,08	<0,1	6,34	0,20
PAS-FR-03-AM-04	12,5	16,2	0,65	4,22	3,23	0,06	<0,1	7,19	0,33
PAS-FR-03-AM-05	13,2	14,5	0,34	2,47	3,90	0,07	<0,1	9,65	0,19
PAS-FR-03-AM-06	16,8	18,3	0,55	2,67	4,82	0,08	<0,1	3,55	0,18
PAS-FR-03-AM-07	16,3	17,7	0,46	2,84	4,46	0,05	<0,1	4,74	0,16
* DUP PAS-FR-03-AM-07	16,0	17,4	0,44	2,76	4,42	0,04	<0,1	4,57	0,15
PAS-FR-03-AM-08	12,9	16,9	0,38	2,83	4,00	0,13	0,16	8,65	0,15
PAS-FR-03-AM-09	15,0	17,5	0,72	3,34	4,27	0,18	<0,1	4,55	0,33
PAS-FR-03-AM-10	15,2	18,2	0,92	3,02	4,39	0,31	<0,1	4,11	0,29
PAS-FR-03-AM-11	15,2	16,3	2,34	2,23	4,30	0,71	0,80	4,11	0,13
PAS-FR-03-AM-12	12,4	15,7	5,99	3,35	3,56	0,62	2,30	3,21	0,18
PAS-FR-05-AM-01	12,8	15,3	0,42	3,09	3,82	0,19	<0,1	8,88	0,19
PAS-FR-05-AM-02	12,3	16,0	0,93	3,47	3,95	0,47	0,24	8,55	0,12
PAS-FR-05-AM-03	14,2	17,6	0,98	2,09	4,25	0,55	0,58	6,16	0,23
PAS-FR-05-AM-04	12,6	15,6	5,19	3,33	3,70	0,63	2,09	3,58	0,16
PAS-FR-06-AM-01	15,4	18,8	0,18	3,07	4,62	0,08	<0,1	1,95	0,29
PAS-FR-06-AM-02	17,2	20,3	0,18	1,99	5,10	0,19	<0,1	0,73	0,29
PAS-FR-06-AM-03	13,3	14,3	7,85	3,66	3,60	0,51	2,36	1,83	0,19
PAS-FR-07-AM-01	16,4	24,3	0,01	2,60	5,60	0,08	<0,1	3,34	0,31
PAS-FR-07-AM-02	17,0	18,0	0,21	2,82	4,68	0,07	<0,1	3,67	0,19
PAS-FR-07-AM-03	13,5	16,6	1,30	3,73	3,84	0,53	<0,1	4,64	0,40
PAS-FR-07-AM-04	13,0	14,6	8,04	3,97	3,54	0,50	2,37	1,77	0,21
PAS-FR-08-AM-01	14,1	31,2	0,03	0,69	3,76	0,32	<0,1	0,95	0,22
PAS-FR-08-AM-02	11,4	14,0	0,06	4,68	3,24	0,03	<0,1	8,10	0,18
PAS-FR-08-AM-03	12,3	18,6	0,15	3,65	4,30	0,08	<0,1	7,20	0,37
PAS-FR-08-AM-04	13,8	11,6	1,25	1,58	4,07	0,71	0,18	10,0	0,05
* DUP PAS-FR-08-AM-04	14,2	11,5	1,27	1,63	4,10	0,76	0,13	10,1	0,05
PAS-FR-08-AM-05	11,9	15,0	4,72	3,67	3,47	0,59	1,51	5,82	0,24
BRANCO_PREP	<0,1	0,71	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0,01
PAS-FR-09-AM-01	22,2	26,4	0,02	0,85	6,85	0,18	<0,1	1,12	0,15
PAS-FR-09-AM-02	11,8	14,0	0,25	4,98	3,30	0,03	<0,1	8,46	0,29
PAS-FR-09-AM-03	12,8	16,0	1,11	1,72	3,76	0,67	0,12	8,68	0,40
PAS-FR-09-AM-04	8,49	10,8	2,18	3,41	2,40	0,40	0,36	4,94	0,09
PAS-FR-10-AM-01	16,9	30,1	0,03	2,16	4,69	0,48	<0,1	3,61	0,48
PAS-FR-10-AM-02	11,8	14,7	5,45	3,75	3,58	0,60	1,48	5,92	0,21
PAS-FR-11-AM-01	13,1	15,2	0,02	0,49	3,21	0,14	<0,1	0,64	0,11
PAS-FR-11-AM-02	18,8	18,7	0,12	2,66	5,25	0,22	<0,1	4,82	0,23
PAS-FR-11-AM-03	14,3	16,1	1,22	2,54	4,39	0,60	0,19	6,75	0,17
PAS-FR-13-AM-01	16,2	20,6	0,08	2,20	4,87	0,17	<0,1	3,15	0,23
PAS-FR-13-AM-02	20,0	11,3	0,85	1,63	5,86	0,24	0,37	1,33	0,10
PAS-FR-13-AM-03	14,4	15,6	1,40	1,43	4,28	0,71	1,09	6,37	0,10
PAS-FR-13-AM-04	13,3	18,2	3,16	1,46	3,88	0,66	2,08	3,15	0,12
PAS-FR-13-AM-05	13,0	16,4	3,12	1,88	3,78	0,68	2,29	4,18	0,11



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	TiO2	P2O5	Na2O	K2O	MnO
	XRF79C % 0,10	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,10	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,10	XRF79C % 0,01	XRF79C % 0,01
PAS-FR-14-AM-01	19,7	29,7	0,02	0,98	5,72	0,24	<0,1	1,65	0,52
PAS-FR-14-AM-02	18,2	18,5	0,03	0,16	3,09	0,24	<0,1	0,20	0,49
PAS-FR-14-AM-03	14,6	16,7	0,11	2,28	3,61	0,10	<0,1	7,53	0,26
PAS-FR-14-AM-04	13,3	16,2	0,54	2,31	4,00	0,14	0,18	7,63	0,22
* DUP PAS-FR-14-AM-04	13,3	16,3	0,55	2,37	4,03	0,15	0,26	7,71	0,21
PAS-FR-14-AM-05	14,0	16,3	1,63	2,61	4,00	0,61	<0,1	2,81	0,48
PAS-FR-14-AM-06	12,6	14,5	7,79	4,01	3,46	0,50	2,29	1,79	0,20
PAS-FR-18-AM-01	1,40	1,16	<0,01	<0,1	0,13	0,04	<0,1	0,08	0,02
PAS-FR-18-AM-02	17,7	23,8	0,01	2,46	5,99	0,05	<0,1	2,76	0,21
PAS-FR-18-AM-03	16,3	18,8	0,33	1,73	4,72	0,21	<0,1	4,62	0,22
PAS-FR-18-AM-04	12,8	14,7	8,21	4,04	3,59	0,50	2,69	1,73	0,20
PAS-FR-19-AM-01	20,1	24,5	0,05	0,81	5,90	0,19	0,10	1,03	0,19
PAS-FR-19-AM-02	22,5	25,8	0,24	0,90	6,17	0,31	<0,1	0,97	0,24
PAS-FR-19-AM-03	18,6	21,9	0,08	1,83	5,35	0,18	<0,1	2,33	0,23
PAS-FR-19-AM-04	15,2	17,5	0,22	2,65	4,31	0,19	<0,1	5,37	0,16
PAS-FR-19-AM-05	11,1	14,0	0,23	4,59	3,50	0,04	<0,1	8,86	0,11
PAS-FR-19-AM-06	15,9	16,8	0,65	2,56	4,70	0,23	<0,1	4,69	0,14
PAS-FR-19-AM-07	10,7	15,4	0,92	3,41	3,24	0,35	<0,1	8,19	0,32
PAS-FR-20-AM-01	19,8	21,5	0,12	1,65	5,38	0,30	<0,1	2,08	0,18
PAS-FR-20-AM-02	13,0	15,0	0,53	3,72	3,81	0,12	<0,1	5,10	0,18
PAS-FR-20-AM-03	15,3	19,0	0,57	2,71	4,65	0,23	<0,1	2,69	0,31
PAS-FR-20-AM-04	16,3	18,2	0,53	3,13	4,55	0,16	<0,1	3,50	0,16
PAS-FR-20-AM-05	13,0	15,6	0,56	4,12	3,64	0,10	<0,1	7,01	0,22
PAS-FR-20-AM-06	12,3	15,3	4,54	3,67	3,62	0,64	1,39	3,64	0,18
PAS-CLM-AM-01	2,82	0,90	0,02	<0,1	0,09	0,01	<0,1	0,20	<0,01
* DUP PAS-CLM-AM-01	2,67	0,86	0,01	<0,1	0,09	0,02	<0,1	0,19	<0,01
PAS-CLM-AM-02	1,58	0,71	0,02	<0,1	0,07	0,03	<0,1	0,14	<0,01
PAS-CLM-AM-03	1,07	0,69	0,01	<0,1	0,06	0,02	<0,1	0,30	<0,01
BRANCO_PREP	<0,1	0,76	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01
* REP PAS-FR-03-AM-05	13,4	14,7	0,35	2,53	3,97	0,07	<0,1	9,75	0,19
* REP PAS-FR-19-AM-06	15,7	16,6	0,65	2,55	4,59	0,24	<0,1	4,64	0,13
* STD AMIS0683	14,9	1,25	0,45	0,27	0,01	0,96	2,98	5,65	0,15
* STD SG_259	9,11	12,1	12,6	7,47	1,38	1,14	0,78	6,69	0,23
* STD AMIS0683	15,2	1,26	0,46	0,23	<0,01	0,95	2,97	5,74	0,15
* STD SG_259	9,00	12,0	12,5	7,43	1,36	1,13	0,87	6,66	0,23

ANÁLISES	SOMA	LOI
MÉTODO	XRF79C	PHY01E
UNIDADE	%	%
LIMITE DETECÇÃO	40,00	-45,00
BRANCO_PREP	101,73	-0,13
PAS-FR-01-AM-01	99,70	8,40
PAS-FR-01-AM-02	99,01	8,62
PAS-FR-01-AM-03	100,04	8,08
PAS-FR-01-AM-04	98,62	5,93
PAS-FR-01-AM-05	99,36	4,33
PAS-FR-01-AM-06	99,05	5,60



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	SOMA	LOI
	XRF79C %	PHY01E %
	40,00	-45,00
PAS-FR-02-AM-01	99,10	9,53
PAS-FR-02-AM-02	100,32	8,52
PAS-FR-02-AM-03	99,70	6,95
PAS-FR-02-AM-04	100,05	6,68
PAS-FR-02-AM-05	99,82	1,25
PAS-FR-02-AM-06	100,07	4,62
PAS-FR-03-AM-01	100,88	9,77
PAS-FR-03-AM-02	99,64	10,35
PAS-FR-03-AM-03	100,86	7,48
PAS-FR-03-AM-04	99,44	6,89
PAS-FR-03-AM-05	99,21	4,16
PAS-FR-03-AM-06	100,02	9,10
PAS-FR-03-AM-07	100,21	8,94
* DUP PAS-FR-03-AM-07	99,67	8,76
PAS-FR-03-AM-08	100,27	4,97
PAS-FR-03-AM-09	100,83	10,19
PAS-FR-03-AM-10	101,19	10,78
PAS-FR-03-AM-11	101,42	8,64
PAS-FR-03-AM-12	100,90	2,86
PAS-FR-05-AM-01	99,20	5,09
PAS-FR-05-AM-02	100,22	5,04
PAS-FR-05-AM-03	101,83	7,17
PAS-FR-05-AM-04	101,11	3,64
PAS-FR-06-AM-01	99,38	11,95
PAS-FR-06-AM-02	99,98	13,52
PAS-FR-06-AM-03	101,08	1,87
PAS-FR-07-AM-01	100,03	8,81
PAS-FR-07-AM-02	100,50	10,55
PAS-FR-07-AM-03	100,61	9,84
PAS-FR-07-AM-04	101,58	1,22
PAS-FR-08-AM-01	99,59	10,16
PAS-FR-08-AM-02	99,21	6,20
PAS-FR-08-AM-03	99,27	6,57
PAS-FR-08-AM-04	99,67	3,67
* DUP PAS-FR-08-AM-04	101,43	3,52
PAS-FR-08-AM-05	98,79	2,70
BRANCO_PREP	101,82	0,01
PAS-FR-09-AM-01	99,70	13,18
PAS-FR-09-AM-02	101,21	6,17
PAS-FR-09-AM-03	99,53	4,93
PAS-FR-09-AM-04	99,93	3,05
PAS-FR-10-AM-01	101,49	11,49
PAS-FR-10-AM-02	99,82	2,17
PAS-FR-11-AM-01	100,67	8,19
PAS-FR-11-AM-02	101,82	7,72
PAS-FR-11-AM-03	99,78	5,99
PAS-FR-13-AM-01	100,37	11,09



SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
certificado de análises gq2406617

	SOMA	LOI
	XRF79C % 40,00	PHY01E % -45,00
PAS-FR-13-AM-02	99,67	12,01
PAS-FR-13-AM-03	99,99	4,78
PAS-FR-13-AM-04	100,53	4,38
PAS-FR-13-AM-05	100,15	3,34
PAS-FR-14-AM-01	100,18	10,30
PAS-FR-14-AM-02	100,44	9,64
PAS-FR-14-AM-03	99,70	5,73
PAS-FR-14-AM-04	99,20	5,38
* DUP PAS-FR-14-AM-04	100,65	5,76
PAS-FR-14-AM-05	98,11	10,71
PAS-FR-14-AM-06	99,39	1,21
PAS-FR-18-AM-01	101,74	0,64
PAS-FR-18-AM-02	98,30	8,56
PAS-FR-18-AM-03	99,23	8,09
PAS-FR-18-AM-04	101,48	0,96
PAS-FR-19-AM-01	100,47	13,16
PAS-FR-19-AM-02	101,01	10,45
PAS-FR-19-AM-03	100,33	10,44
PAS-FR-19-AM-04	98,80	8,15
PAS-FR-19-AM-05	99,13	5,76
PAS-FR-19-AM-06	101,82	9,72
PAS-FR-19-AM-07	100,09	6,88
PAS-FR-20-AM-01	100,35	11,99
PAS-FR-20-AM-02	99,98	9,32
PAS-FR-20-AM-03	99,53	12,90
PAS-FR-20-AM-04	100,73	11,35
PAS-FR-20-AM-05	100,71	7,01
PAS-FR-20-AM-06	99,06	4,92
PAS-CLM-AM-01	99,97	1,15
* DUP PAS-CLM-AM-01	99,29	1,15
PAS-CLM-AM-02	100,06	0,60
PAS-CLM-AM-03	100,93	0,32
BRANCO_PREP	101,00	0,07
* REP PAS-FR-03-AM-12		2,64
* REP PAS-FR-11-AM-03		6,06
* STD SG_241		11,82
* STD SG_241		11,86
* STD SG_241		11,85
* STD SG_241		12,02
* REP PAS-FR-03-AM-05	100,27	
* REP PAS-FR-19-AM-06	100,78	
* STD AMIS0683	98,19	
* STD SG_259	85,15	
* STD AMIS0683	99,42	
* STD SG_259	84,62	