



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

UNIDADE ARAXÁ

IAGO PEREIRA DA SILVA

**PROSPECÇÃO MINERAL EM NOVE AMOSTRAS DE ALUVIÃO DO RIO
ARAGUARI (MG): RESULTADOS GEOQUÍMICOS E MINERALÓGICOS**

ARAXÁ/MG

2025

IAGO PEREIRA DA SILVA

**PROSPECÇÃO MINERAL EM NOVE AMOSTRAS DE ALUVIÃO DO RIO
ARAGUARI (MG): RESULTADOS GEOQUÍMICOS E MINERALÓGICOS**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Engenharia de Minas, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Antônio
Carneiro

ARAXÁ/MG

2025

IAGO PEREIRA DA SILVA

**PROSPECÇÃO MINERAL EM NOVE AMOSTRAS DE ALUVIÃO DO RIO
ARAGUARI (MG): RESULTADOS GEOQUÍMICOS E MINERALÓGICOS**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Engenharia de Minas, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro

Data de defesa: Araxá, 18 de Julho de 2025.



Orientador: Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Campus Araxá.



Documento assinado digitalmente
SILVANIA ALVES BRAGA DE CASTRO
Data: 25/07/2025 13:52:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Sylvania Alves Braga de Castro
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Campus Araxá



Documento assinado digitalmente
VICTOR MATHEUS SALGADO SILVA
Data: 25/07/2025 14:11:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Victor Matheus Salgado silva
HidroBr

RESUMO

A prospecção, caracterização geoquímica e o estudo dos aluviões, são etapas de suma importância para a identificação de grandes ocorrências minerais. Dessa forma, busca-se utilizar dessas atividades para comprovar a existência de depósitos minerais de interesse econômico. A região do rio Araguari, vem sendo palco de estudos acadêmicos de pesquisa mineral ao longo dos últimos anos, devido a intensa exploração de ouro no passado, que possibilitou uma movimentação de habitantes para a região, surgindo um distrito conhecido atualmente como Desemboque, no estado de Minas Gerais. Mais recentemente foi confirmado a presença de diamantes nos aluviões do rio Araguari. Continuamente aos estudos realizados na região, busca-se aqui complementar os trabalhos anteriores e fornecer subsídios para futuros trabalhos na região, através de uma pesquisa de prospecção e caracterização geoquímica de nove amostras de aluvião do rio Araguari. Os indícios encontrados neste trabalho, são demonstrativos de que a região ainda carece de estudos prospectivos de detalhe, de modo a enriquecer o conhecimento geológico e a bibliografia da área em questão.

Palavras-chave: Prospecção geoquímica, caracterização geoquímica, rio Araguari, distrito de Desemboque, ouro.

ABSTRACT

The prospecting, geochemical characterization, and study of alluvium are crucial steps for identifying major mineral occurrences. Accordingly, these activities aim to confirm the existence of mineral deposits of economic interest. The Araguari River region has been the focus of academic mineral exploration studies in recent years, due to the intense historical gold exploitation that once attracted settlers to the area, leading to the emergence of a district now known as Desemboque, in the state of Minas Gerais. More recently, the presence of diamonds in the alluvium of the Araguari River has been confirmed. Building upon previous studies conducted in the region, this work seeks to complement earlier research and provide a foundation for future investigations, through a prospecting and geochemical characterization study of nine alluvial samples from the Araguari River. The evidence found in this study demonstrates that the region still requires more detailed prospecting studies, in order to enhance the geological understanding and scientific literature concerning the area.

Keywords: Geochemical Prospecting, geochemical characterization, Araguari river, Desemboque district, gold.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Ouro aluvionar.	15
Figura 2 - Produção de ouro no Brasil entre 2012-2023, em quilogramas.....	16
Figura 3 - Aplicações do ouro no mercado.	16
Figura 4 – Área central de Iguape, indicação da casa de fundição, em 1950.....	18
Figura 5 - Antiga casa de fundição do ouro em Iguape.....	18
Figura 6 - Produção de ouro no século XVIII.	19
Figura 7 - Tipos de ouro: rocha e depósitos Placer.	20
Figura 8 - Esquematização de um rio apresentando aluvião.	22
Figura 9 - Locais de depósitos tipo Placer.....	22
Figura 10 - Estrutura do diamante e da grafita.	24
Figura 11– A) Lamproíto e B) Kimberlito.	24
Figura 12 - Igreja Matriz do distrito de Desemboque-MG.....	26
Figura 13 - Curva de isoteor do ouro.....	27
Figura 14 - Diamantes de sedimento de aluvião.....	27
Figura 15 - Mapa com dados topográfico da área de interesse.	29
Figura 16 - Mapa dos pontos coletados.	30
Figura 17 - Mapa representativo das amostras coletadas com topografia, parte 01.....	30
Figura 18 - Mapa representativo das amostras coletadas com topografia, parte 02.....	31
Figura 19 – Amostra com código de identificação, coordenadas e tipo de coleta.	32
Figura 20 - Local de coleta da amostra 11.....	32
Figura 21 – Local de coleta da amostra 12.....	32
Figura 22 – Local de coleta da amostra 13.....	33
Figura 23 – Local de coleta da amostra 14.....	33
Figura 24 – Local de coleta da amostra 15.....	33
Figura 25 – Local de coleta da amostra 16.....	33
Figura 26 – Local de coleta da amostra 17.....	34

Figura 27 – Local de coleta da amostra 18.....	34
Figura 28– Local de coleta da amostra 19.....	34
Figura 29– Estufa, realização da secagem das amostras coletadas.	35
Figura 30– Bandeja de alumio antes de adicionar a amostra para secagem.....	35
Figura 31 – Separação magnética.....	36
Figura 32 - Malhas 35#, 60#, 80#, 100# e fundo, no peneirador vibratório de bancada.....	37
Figura 33 - Amostra separada nas malhas 35#, 60#, 80#, 100# e fundo.....	37
Figura 34 – Separação gravimétrica por meio denso com bromofórmio.	39
Figura 35 - Separação por meio denso, bromofórmio com grãos.	39
Figura 36 – Malhas 60#, 100# e fundo, no peneirador vibratório de bancada.	40
Figura 37 – Peneirador vibratório de bancada.....	40
Figura 38 - Quarteamento após homogeneização por pilha alongada.....	41
Figura 39 - Amostras para envio ao laboratório, aproximadamente 50 gramas.....	41
Figura 40 - Lupa Modelo DI-152T da Digilab e amostras.....	42
Figura 41 - Placa de Petri.	43
Figura 42 - Conjunto de placa Petri.....	43
Figura 43 – Concentrado das 9 amostras.....	43
Figura 44- Kit odontológico e pincel.....	43
Figura 45 - Comparativo dos valores de Au e a média global (Clarke).	47
Figura 46– Comparativo dos valores de Ag e a média global (Clarke).	47
Figura 47 – Comparativo dos valores de Cu e a média global (Clarke).....	47
Figura 48– Comparativo dos valores de Zn e a média global (Clarke).....	47
Figura 49 – Comparativo dos valores de Cd e a média global (Clarke).....	48
Figura 50 – Comparativo dos valores de Cr e a média global (Clarke).	48
Figura 51 – Comparativo dos valores de Ni e a média global (Clarke).	48
Figura 52 – Comparativo dos valores de Li e a média global (Clarke).....	48
Figura 53 - Comparativo dos valores de Cs e a média global (Clarke).....	49

Figura 54 - Comparativo dos valores de Ce e a média global (Clarke).....	49
Figura 55 – Comparativo dos valores de Mo e a média global (Clarke).....	49
Figura 56 - Comparativo dos valores de Co e a média global (Clarke).	49
Figura 57 - Comparativo dos valores de As e a média global (Clarke).....	50
Figura 58 - Comparativo dos valores de Sc e a média global (Clarke).	50
Figura 59 - Comparativo dos valores de V e a média global (Clarke).	50
Figura 60 - Comparativo dos valores de Y e a média global (Clarke).	50
Figura 61 - Comparativo dos valores de Nb e a média global (Clarke).	51
Figura 62 - Comparativo dos valores de Ge e a média global (Clarke).	51
Figura 63 - Comparativo dos valores de Bi e a média global (Clarke).	51
Figura 64 - Comparativo dos valores de La e a média global (Clarke).....	51
Figura 65- Comparativo dos valores de Pt e a média global (Clarke).....	52
Figura 66 - Comparativo dos valores de Ga e a média global (Clarke).	52
Figura 67 - Apatita, amostra 17.	52
Figura 68 - Apatita, amostra 18.	52
Figura 69 - Titanita, amostra 11.	53
Figura 70 - Titanita, amostra 13.	53
Figura 71 - Titanita, amostra 17.	53
Figura 72 - Titanita, amostra 19.	53
Figura 73 - Anfibólio, amostra 12.	55
Figura 74 - Anfibólio, amostra 13.	55
Figura 75- Anfibólio, amostra 14.	55
Figura 76- Anfibólio, amostra 15.	55
Figura 77 - Anfibólio, amostra 16.	56
Figura 78 - Anfibólio, amostra 18.	56
Figura 79 - Anfibólio, amostra 19.	56
Figura 80 - Ilmenita, amostra 11.	57

Figura 81 - Ilmenita, amostra 12.	57
Figura 82 - Ilmenita, amostra 14.	57
Figura 83 - Ilmenita, amostra 15.	57
Figura 84- Ilmenita, amostra 16.	58
Figura 85 - Ilmenita, amostra 18.	58
Figura 86 - Ilmenita, amostra 19.	58
Figura 87 - Rutilo, amostra 14.....	59
Figura 88- Rutilo, amostra 18.....	59
Figura 89 - Anatásio, amostra 17.....	59
Figura 90 - Anatásio, amostra 19.....	59
Figura 91- Granda, amostra 11.....	60
Figura 92 - Granda, amostra 12.....	60
Figura 93 - Granda, amostra 13.....	60
Figura 94 - Granda, amostra 14.....	60
Figura 95- Granda, amostra 16.....	61
Figura 96 - Granda, amostra 19.....	61
Figura 97 – Prata, amostra 14.....	61
Figura 98 – Prata, amostra 14.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sequência Série Tyler. _____	37
Tabela 2 - Materiais utilizados para a separação por meio denso. _____	38
Tabela 3 - Materiais utilizados na etapa de caracterização de minerais. _____	42
Tabela 4– Tabela Clarke. _____	45
Tabela 5 – Resultados das análises química com a adição dos valores média global (Clarke). _____	46
Tabela 6 – Matriz de correlação da análise química pela média global (Clarke). _____	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	14
	2.1 OBJETIVO GERAL	14
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
	3.1 OURO.....	15
	3.2 CICLO DO OURO	17
	3.3 DEPÓSITOS DE OURO	19
	3.3.1 DEPÓSITO DE OURO TIPO PLACER	20
	3.3.2 CARACTERÍSTICAS DO OURO DE ALUVIÃO	22
	3.4 DIAMANTE.....	23
	3.4.1 CICLO DO DIAMANTE NO BRASIL	24
	3.5 DESEMBOQUE, MINAS GERAIS.	25
	3.5.1 OURO E DIAMANTE	26
4	METODOLOGIA.....	29
	4.1 DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS.....	29
	4.2 COLETA DAS AMOSTRAS	31
	4.3 TRATAMENTO LABORATORIAL DAS AMOSTRAS	35
	4.3.1 SECAGEM DAS AMOSTRAS	35
	4.3.2 DEPÓSITO ALUVIONAR	36
	4.3.3 SEDIMENTO ATIVO DE CORRENTE	39
	4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS MINERAIS.....	41
	4.5 ANÁLISE GEOQUÍMICA	44
	4.5.1 AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA POR MEIO DA BASE EM CLARKE.....	44
5	RESULTADOS	46
	5.1 GEOQUÍMICA	46
	5.2 IDENTIFICAÇÃO VISUAL DOS MINERAIS POR LUPA BINOCULAR.....	52
	5.2.1 APATITA	52
	5.2.2 TITANITA.....	53
	5.2.3 ANFIBÓLIO	54
	5.2.4 ILMENITA.....	56
	5.2.5 RUTILO	58
	5.2.6 ANATÁSIO	59

5.2.7	GRANADA.....	60
5.2.8	PRATA	61
6	DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	62
6.1	GEOQUÍMICA	62
6.1.1	MATRIZ DE CORRELAÇÃO	62
6.2	MINERALOGIA DO ALUVIÃO	64
6.3	RECOMENDAÇÕES.....	64
7	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A região de Desemboque, distrito do município de Sacramento, no estado de Minas Gerais, apresenta relevância no quesito de rochas e minerais industriais voltados para construção civil. Além disso, há um histórico de exploração do ouro no século XVIII, entre os anos de 1760 e 1770, com cerca de 1500 kg de ouro extraídos dessa região (NABUT, 1986), bem como ocorrências recentes de diamantes, relatado no estudo realizado por SOUSA (2022).

Atualmente, o conhecimento prospectivo dessa região vem sendo ampliado a partir dos trabalhos acadêmicos realizados no CEFET-MG, campus Araxá, sob orientação do Professor Dr. Maurício Antônio Carneiro, como, por exemplo ANDRADE (2021), adiciona novas informações ao estudo das ocorrências de ouro e diamante na região, ao tratar da prospecção e caracterização geoquímica de amostras de sedimentos aluvionares coletadas nas margens do rio Araguari. SOUSA (2022) que através do estudo dos sedimentos aluvionares do rio Araguari, encontrou cristais de diamante nos sedimentos, enfatizando a hipótese da existência de mineralizações primárias na bacia do rio Araguari. QUEIROZ (2022), em seu estudo de pesquisa e prospecção geoquímica, apresenta anomalias compatíveis com a presença de metais de interesse econômico numa área adjacente ao rio Araguari.

Em continuidade a esses trabalhos, apresenta-se neste TCC nova contribuição ao conhecimento geológico da região. Para isso, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, relacionada ao ouro e diamante, tanto no âmbito geral, quanto no âmbito da geologia local. Adicionalmente, também, foram revistas as técnicas de pesquisa e prospecção mineral que serviram de base para definição da malha de amostragem, sendo coleta de amostras em campo, preparação das amostras em laboratório, seleção de amostras para análises geoquímicas e remessa dessas amostras para laboratórios especializados, análise e tratamento dos resultados geoquímicos obtidos em softwares específicos e interpretação dos resultados e redação deste Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Minas do CEFET/ARAXÁ.

Sendo assim, com todos os recursos e tratamento dos dados coletados, buscou-se correlacionar esses resultados com as informações presentes na literatura, de forma a contribuir para o conhecimento geológico local e, inferir se há medidas consideráveis de prospectos minerais na região.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho é utilizar das ferramentas da pesquisa e prospecção mineral e, conseqüentemente, da caracterização geoquímica das amostras coletadas, para localizar sítios indicativos de uma ocorrência mais acentuada de ouro e diamante na região do rio Araguari. Assim, seria possível inferir áreas potenciais para exploração mineral, além da possibilidade de reservas desses bens minerais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

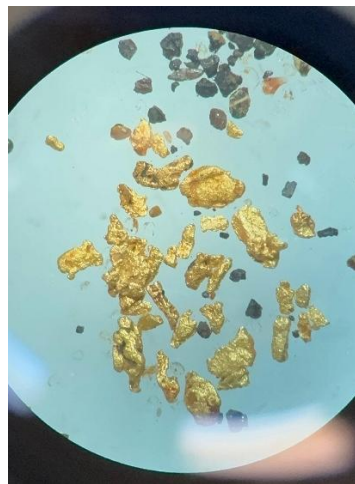
- 1- Coletar as amostras aluvionares oriundas do rio Araguari, de forma a serem posteriormente analisadas em laboratório;
- 2- Identificar o teor dos elementos presentes em cada amostra, os quais serão foco principal do estudo;
- 3- Tratar os dados obtidos em laboratório, através de softwares específicos, para favorecer a interpretação dos resultados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 OURO

O ouro é o elemento químico de símbolo “Au”, é encontrado na natureza em forma de metal de coloração amarelo brilhante, sua densidade destacasse pelo alto valor sendo entre 15 e 19,3 g/cm³, com dureza entre 2,5 e 3 (HOUGH & BUTT, 2009). A Figura 1 apresenta uma imagem de como ele costuma ser encontrado de forma aluvionar.

Figura 1 -Ouro aluvionar.



Fonte: Autor, 2024.

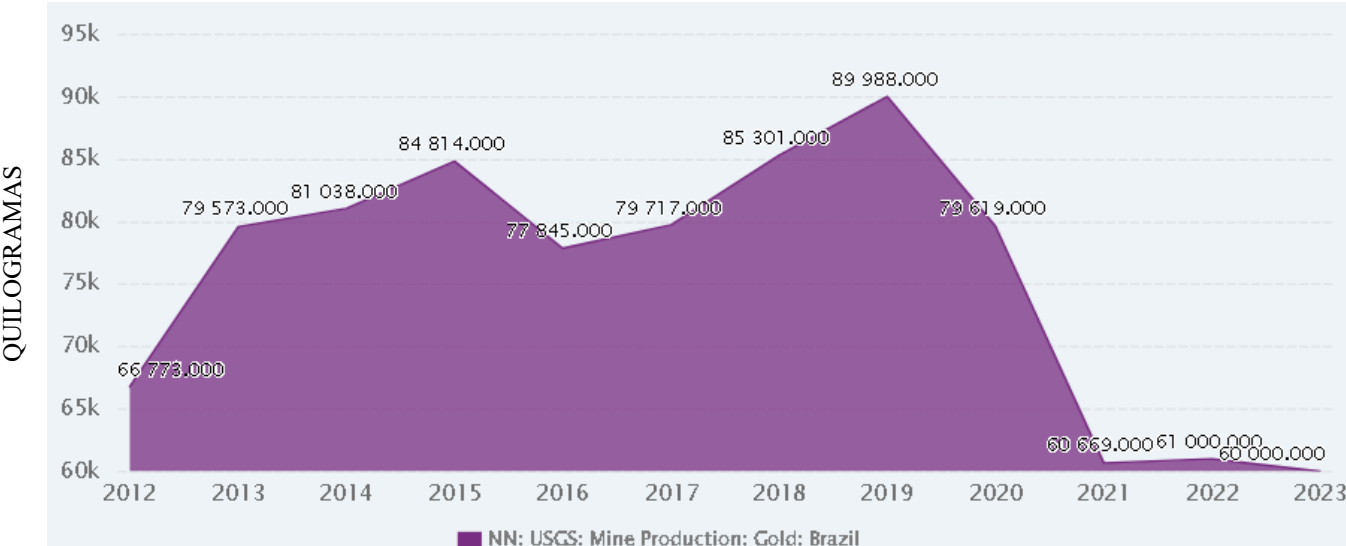
O elemento, quando forma cristais, tem hábito no sistema cristalino isométrico, é um excelente condutor de energia elétrica, não oxidável, passível de corrosão ou manchas, e tem alta maleabilidade e ductibilidade, facilitando a liga com outros metais para fusão.

Apesar de raro, está distribuído por toda crosta terrestre, mas, em alguns locais, em virtude de processos geológicos distintos, apresenta-se concentração elevada, como é o caso das várias ocorrências auríferas no território brasileiro.

Assim, a mineração de ouro no Brasil foi iniciada em meados dos anos de 1690, com foco principal na região do estado de Minas Gerais, se destacou como um grande produtor no cenário mundial (LOBATO *et al.* 2016; THORMAN *et al.* 2001).

No Brasil a produção em 2023 foram cerca de 60 toneladas, representando uma queda em relação a 2022. A Figura 2 apresenta a produção de ouro ao longo dos anos, segundo dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos USGS (2024).

Figura 2 - Produção de ouro no Brasil entre 2012-2023, em quilogramas.

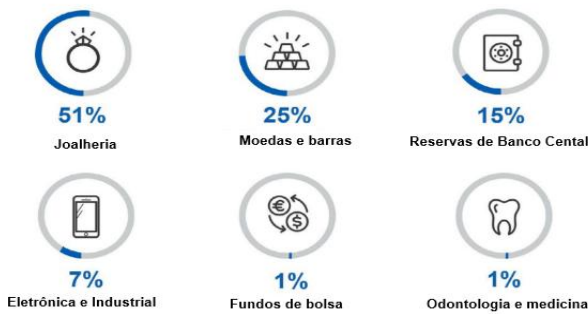


Fonte: USGS, 2024.

Como podemos observar, a produção de ouro no Brasil vem diminuindo, isso implica em duas situações hipotéticas, a de que as reservas no país estejam se esgotando, ou a carência de estudos prospectivos que possam determinar novas jazidas.

Além disso, o ouro é um recurso utilizado em diversos setores da economia mundial seja como investimentos, reserva cambial, equipamentos eletrônicos, joalherias, medicina, odontologia e diversas outras indústrias (Figura 3), formando ligas com o cobre, níquel, paládio, platina e demais elementos.

Figura 3 - Aplicações do ouro no mercado.



Fonte: Adaptado de Gold Demand, 2024.

3.2 CICLO DO OURO

De acordo com FERRAZ (2006), o ciclo do ouro se configura como o período da história brasileira, em que a mineração de ouro foi a principal atividade econômica do país, destacando-se como principais regiões mineiras os atuais estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais.

Segundo CALÓGERAS (2021), em uma carta enviada a Portugal em 1531 por Francisco de Chaves, havia a informação de que existiam veios de ouro na região da Cananeia. No entanto, apenas em 1570 foi encontrado e explorado ouro no Brasil, na região de Iguape, onde entre 1630 e 1632 se construiu a primeira casa de fundição do país, atualmente mostrada nas figuras 4 e 5.

Já no final do século XVI, foi descoberto mais ouro no planalto paulista, sendo as principais minas localizadas no pico do Jaraguá, o ponto mais elevado no município de São Paulo. Mesmo assim, o ouro da região do estado durou pouco, fazendo com que certa parte dos mineradores paulistas emigrasse para partes mais interioranas do país, em busca de novas minas.

Logo em seguida, em meados do final do século XVII, os paulistas descobriram as primeiras minas de ouro em Minas Gerais, nas regiões de Vila Rica e Sabará, em quantidades jamais exploradas no país, nascendo mais uma corrida pelo ouro. Logo após esse período, no começo do século XVIII, foram identificadas ocorrências auríferas nos estados de Goiás e Mato Grosso. Figura 6 apresenta a produção aurífera ao longo dos anos no Brasil, segundo FGV CPDOC, 2020.

FERRAZ (2006), relata que a Coroa Portuguesa, no decorrer da corrida do ouro no Brasil, foi cobrado um imposto chamado de quinto, sendo 20% do ouro extraído, em que o proprietário necessitaria levá-lo até a casa de fundição, para sua cobrança, enquanto o restante era destinado a fundição para ser transformado em barras, com o devido selo e registro de Portugal.

Figura 4 – Área central de Iguape, indicação da casa de fundição, em 1950.



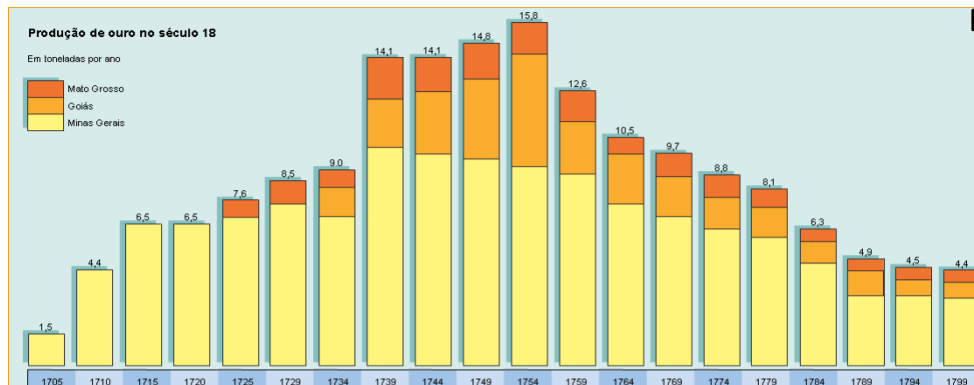
Fonte: Lemos, 1999.

Figura 5 - Antiga casa de fundição do ouro em Iguape.



Fonte: Scatamacchia *et al*, 2012.

Figura 6 - Produção de ouro no século XVIII.



Fonte: FGV CPDOC, 2020.

Historicamente o período do século XVIII trouxe consequências para o país, dentre elas, destacasse a interiorização da colonização portuguesa, provocando movimento populacional interna para a região, em sua maioria a população do Nordeste, que enfrentavam crise na produção de cana de açúcar. Essa migração também ocorreu com milhares de portugueses, fazendo com que o reino proibisse temporariamente a emigração para o Brasil.

No ano de 1700, a população do Brasil era aproximadamente de 300 mil habitantes, e em 1800 ela já ultrapassava os três milhões, sendo um crescimento exponencial gerado devido à riqueza da mineração, responsável também pela origem e desenvolvimento de outras atividades econômicas, como a agricultura, pecuária, construção civil e prestação de serviços. A mineração gerou renda para construir diversas cidades em Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, além de estradas para conectá-las entre si e o litoral brasileiro.

3.3 DEPÓSITOS DE OURO

Segundo HOUGH & BUTT (2009), há diversos tipos de depósitos de ouro existentes no mundo, que são classificados segundo sua gênese, fatores e condicionantes geológicos em três classes principais a saber:

- Veios e/ou brechas hidrotermais, comumente associado com quartzo, hospedados em rochas metamórficas, sedimentares e ígneas;
- Sulfetos maciços vulcano-exalativos;
- Concentrações do tipo placer, estando consolidados ou não.

O ouro também pode ser encontrado em depósitos metamórficos de contato, chamados de skarns e em sistemas epitermais rasos. De forma geral, ocorre disseminado em minerais de

ganga, sendo o principal deles o quartzo, possibilitando conter sulfetos como a pirita, com o formato arredondado em grãos, plaquetas ou pepitas em “pláceres” (HOUGH & BUTT, 2009; RIDLEY, 2013; GOLDFARB & GROVES, 2015).

Nos depósitos do tipo placer, que são mais comumente encontrados na região de estudo, o ouro se encontra na sua forma livre, sob a forma de grãos, plaquetas e pepitas. A figura 7 apresentam o ouro alojado em rochas, assim como o encontrado em depósitos placer.

Figura 7 - Tipos de ouro: rocha e depósitos Placer.



Fonte: Adaptado de JXSC, 2019.

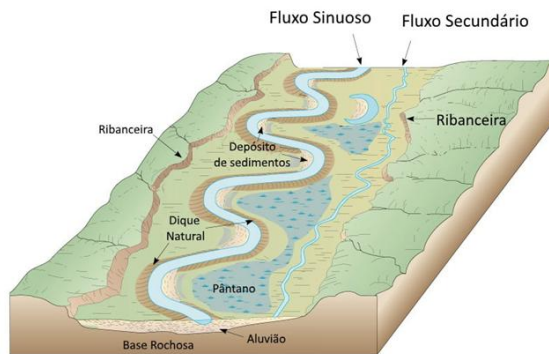
3.3.1 DEPÓSITO DE OURO TIPO PLACER

Segundo GARY *et al.* (1972), os depósitos de placer, mais conhecidos como depósitos de aluvião, são oriundos de fontes primárias de ouro pré-existentes e são considerados secundários. A erosão e o transporte do material são resultado natural da ação de processos de intemperismo, fazendo com que sejam integrados por meio de processos aluviais em rios, riachos e praias.

Eles são formados por ação gravitacional, devido à alta densidade do ouro, alguns locais funcionam como armadilhas dentro do leito do rio, a deposição é consequência do movimento lateral dos rios, pois com o passar do tempo o curso dos rios muda de direção, deixando lastro de depósito aluvionar, como demonstrado nas figuras 8 e 9. A distribuição do ouro de aluvião

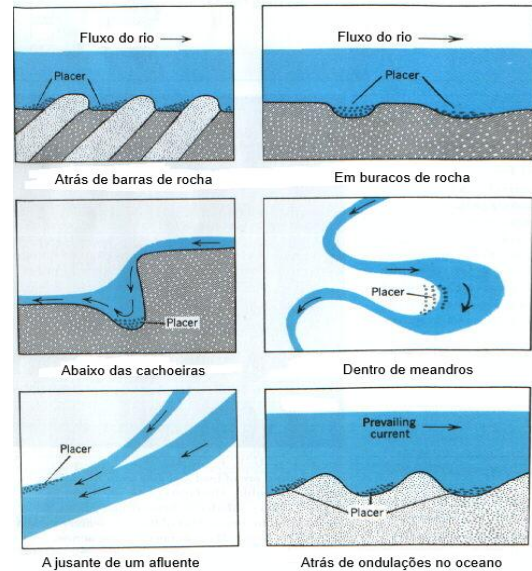
sucede de forma assimétrica na camada de cascalho, pois a erosão hidráulica transporta as partículas mais leves, enquanto o ouro, fica depositado na parte inferior ou no fundo da camada de cascalho.

Figura 8 - Esquemática de um rio apresentando aluvião.



Fonte: Kesler & Simon, 1994.

Figura 9 - Locais de depósitos tipo Placer.



Fonte: Earthsci.org, 1989.

3.3.2 CARACTERÍSTICAS DO OURO DE ALUVIÃO

O ouro proveniente dos depósitos de aluvião apresenta algumas características, como:

- Baixo teor de ouro, normalmente entre $0,2-0,3\text{g/m}^3$, e concentração do mineral pesado é geralmente $1-3\text{kg/m}^3$;
- Grãos de ouro com tendência de granulometria muito menor do que os fragmentos de material não desejado, como feldspato e quartzo, favorecendo a sua concentração na etapa de beneficiamento, devido à alta densidade.

O tamanho das partículas de ouro é classificado em:

- Ouro de grão grande (superior a 5 mm)
- Ouro de grão grosso ($1,65 \sim 5$ mm)
- Ouro de grão médio - $0,83 \sim 1,65$ mm

- Ouro de grão fino - 0,42 ~ 0,83 mm
- Partículas de ouro - 0,15 ~ 0,42 mm
- Ouro flutuante - menos de 0,15 mm.

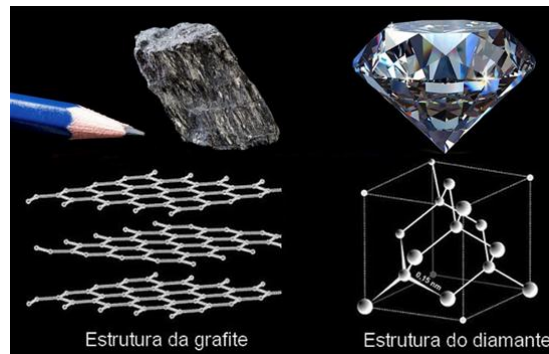
Segundo HOUGH & BUTT (2009), além do ouro, existem diversos outros minerais pesados associados, os mais comumente encontrados são a ilmenita, magnetita, rutilo, granada, zircão, hematita, cromita, olivina, epidotito, pirita, monazita, limonita, platina, antimônio, cinábrio, wolframita, scheelita, cassiterita, diamante, galena, dentre vários outros.

3.4 DIAMANTE

Segundo CHAVES & CHAMBEL (2003), o diamante é um mineral de altíssima raridade, devido aos diferentes e complexos processos referentes a sua formação. Ele é constituído de carbono puro (C), o que o diferencia do mineral grafita é sua organização dos átomos na rede cristalina, sendo este cristalizado no formato cúbico ou isométrico, ao passo que a grafita sofre cristalização no sistema hexagonal, ambos apresentados na figura 10.

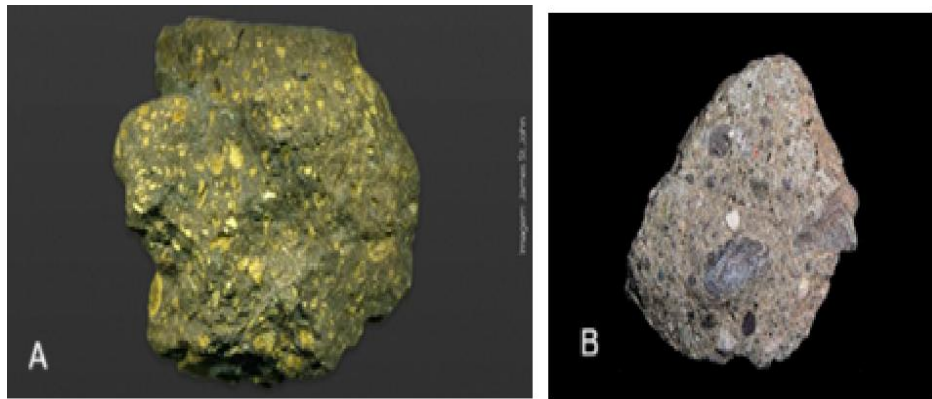
A densidade do diamante é de aproximadamente 3,5 g/cm³ com uma dureza de 10 na escala de Mohs, sendo o mineral mais duro já encontrado. Possui cores variadas, sendo algumas mais raras, um brilho adamantino com dispersão de luz no seu interior, e podem ser encontrados na natureza através de rochas como kimberlitos e lamproítos, apresentados na figura 11.

Figura 10 - Estrutura do diamante e da grafita.



Fonte: Leme, 2020.

Figura 11– A) Lamproíto e B) Kimberlito.



Fonte: St. John, 2014.

Fonte: Klimetz, c. 2018.

Os diamantes são formados a alta temperatura e pressão em elevada profundidade no manto terrestre, tendo sua origem há bilhões de anos. Assim, possibilitando ser encontrados sob depósitos primários, por meio das rochas kimberlíticas e/ou lamproíticas contidas em chaminés vulcânicas, conhecidas como *pipes*, ou sob a forma de depósitos secundários, no qual ocorre o intemperismo nas rochas em que eles ficam contidos, acarretando a erosão e transporte para formar os jazimentos secundários.

3.4.1 CICLO DO DIAMANTE NO BRASIL

Segundo CALDEIRA (2017), o ciclo do diamante no Brasil está relacionado ao Brasil colonial em que houve intensa exploração desse bem mineral. Ele se iniciou após as descobertas

de minas de diamantes pelos bandeirantes paulistas, na segunda década do século XVIII, região conhecida como Arraial do Tejuco, atual Diamantina, cidade do estado de Minas Gerais.

A Coroa impôs alto controle e fiscalização, criando um monopólio da exploração em que os contratadores pagavam altos tributos, a fiscalização era rígida e o descumprimento das normas resultava em severas punições. Devido os impactos econômicos e sociais da extração de diamantes, acumulou-se grande concentração de riqueza em determinadas regiões, atraindo a população em busca de oportunidades (MESGRAVIS, 2015).

Também houve um grande desenvolvimento urbano e criação de infraestrutura, intensificando o trabalho escravo na mineração. Alguns anos depois, houve um declínio do ciclo, em que o esgotamento das jazidas aluvionares em rochas metamórficas alteradas da região de Diamantina reduziu a produção, aliado ao aumento do contrabando e dos impostos elevados pela Coroa, desestimulando a atividade, fazendo com que a mineração perdesse importância para outras atividades econômicas da época.

3.5 DESEMBOQUE, MINAS GERAIS.

Localizada no município de Sacramento-MG, o Distrito do Desemboque teve sua fundação aproximadamente em 1736, sendo um marco migratório no século XVIII, uma vez que pessoas saíam de regiões populosas para ocupar o interior do Brasil. Segundo NABUT (1986), a princípio foi criado o povoado chamado Tabuleiro pelo guarda-mor Feliciano Cardoso de Camargo, após ter descoberto ouro através de uma expedição, fazendo com que saísse da cidade de Itapecerica para a região da serra da canastra. Mas somente foi fundado o atual Desemboque após o retorno do guarda-mor, que havia deixado o Tabuleiro após ataque dos índios caiapó, criando o povoado Nossa Senhora do Desterro das Cabeceiras, atual Desemboque, e no decorrer do tempo sua igreja (Figura 12).

Figura 12 - Igreja Matriz do distrito de Desemboque-MG.



Fonte: Rispoli, 1918.

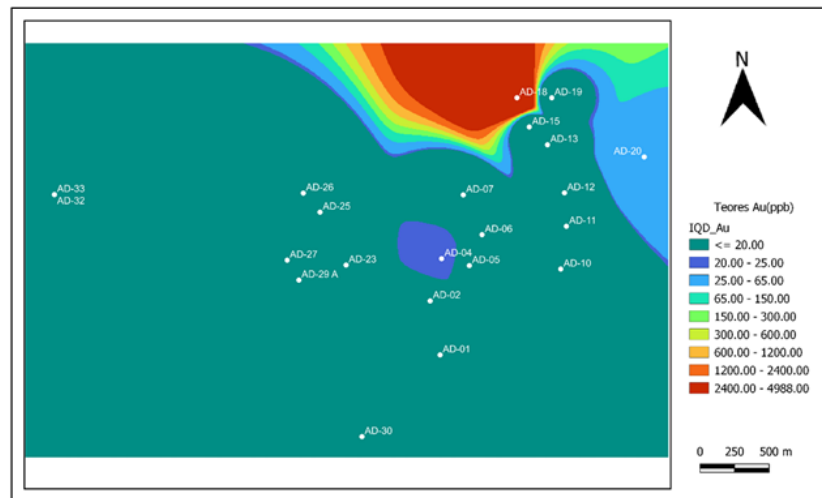
Devido à posição do distrito de Desemboque, uma vez que se encontra em posição estratégica entre as capitânicas de Minas Gerais e Goiás, com fácil acesso a São Paulo, tornou-se preferência de rota, tendo crescimento migratório, comercial, além de ter sido utilizada como uma alternativa para desviar ouro da fiscalização da coroa portuguesa em consequência da cobrança de impostos. De acordo NABUT (1986), a produção de ouro em Desemboque, entre os anos de 1743 a 1781, foi aproximadamente 1500 kg, apesar disso, com o tempo foi perdendo sua importância econômica, em virtude do esgotamento de reservas na região.

3.5.1 OURO E DIAMANTE

Como descrito anteriormente, Desemboque passou por alta extração do ouro, entretanto, ainda que depois de séculos do grampo, atualmente foi verificada a presença de ouro na região. No estudo realizado em amostras de sedimentos aluvionar por QUEIROZ (2022), foram identificados teores positivos do elemento em vários pontos de coletas, através de análises químicas e geoestatísticas.

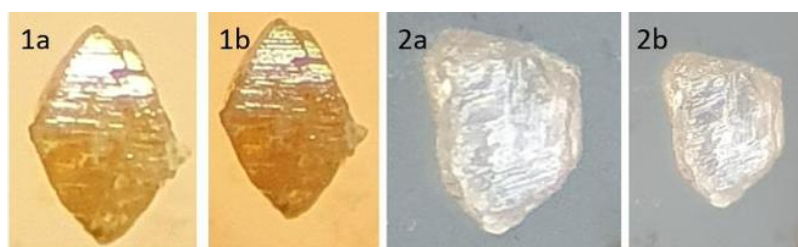
A figura 13 laborada por QUEIROZ (2022), demonstra que na região estudada, evidencia forte tendência de depósito aurífero, assim, corroborando para futuras investigações.

Figura 13 - Curva de isoteor do ouro.



Fonte: Queiroz, 2022.

Figura 14 - Diamantes de sedimento de aluvião.



Fonte: Souza, 2022.

No trabalho desenvolvido por SOUZA (2022), no qual foram coletados sedimentos para realização de análises mineralógicas, o autor constatou presença de materiais pesados como granada, ilmenita e zircão, porém o grande destaque da pesquisa foi a descoberta de diamantes (Figura 14). Dessa forma, o potencial diamantífero é reforçado, tendo a geologia marcada por unidade metassedimentar do Grupo Canastra, demonstrando concentração

secundária do mineral no aluvião, ademais, devido a presença de granada, ilmenita, zircão e outros minerais, evidencia a possibilidade de fonte primária nas proximidades.

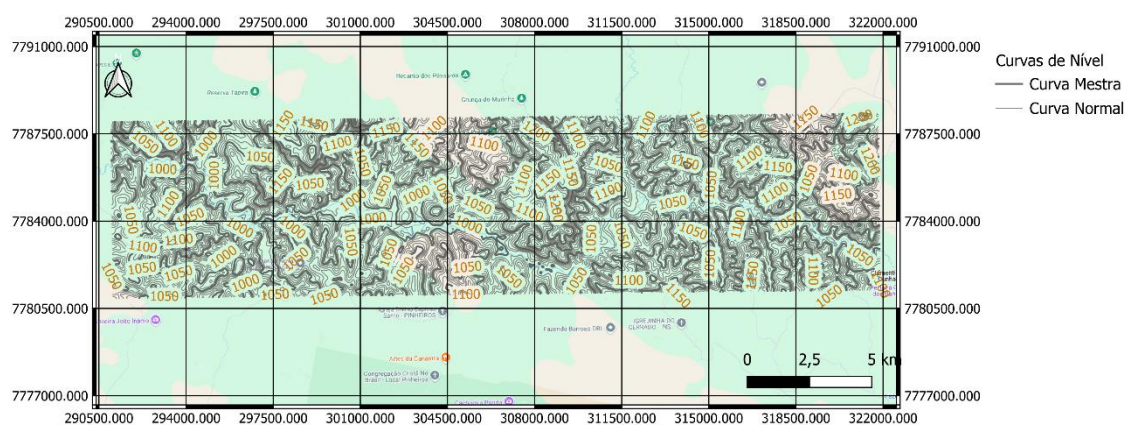
4 METODOLOGIA

4.1 DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS

Para a escolha de pontos com melhor representatividade para coleta de amostras ao longo do rio Araguari, foram realizadas, análises de satélites por meio de softwares, sendo eles QGIS e Google Earth. O objetivo inicial dessa etapa, é a visualização e identificação de características geomorfológicas relevantes ao longo da bacia do rio Araguari, especialmente da região do distrito de Desemboque.

A construção do mapa topográfico, foi elaborada com auxílio do QGIS, gerando curvas de nível para análise topográfica detalhada como mostra a figura 15, assim identificando áreas de menor declividade, meandros e potencial depósito de minerais pesados. Para complementação da análise do relevo, imagens obtidas de satélite por meio do Google Earth, irá auxiliar na avaliação da acessibilidade e principalmente no mapeamento dos principais afluentes do rio Araguari, devido a confluência entre os tributários e o canal principal, pois é um critério relevante, uma vez que, os sedimentos ricos em minerais pesados são transportados de pontos mais elevados da bacia.

Figura 15 - Mapa com dados topográfico da área de interesse.



Fonte: Autor, 2025.

NETO E ROCHA (2010) afirmam que o mapeamento topográfico aliado à interpretação de imagens orbitais pode aumentar significativamente a eficiência na definição de locais com maior potencial de concentração de minerais densos em ambientes aluvionares. Com isso, a

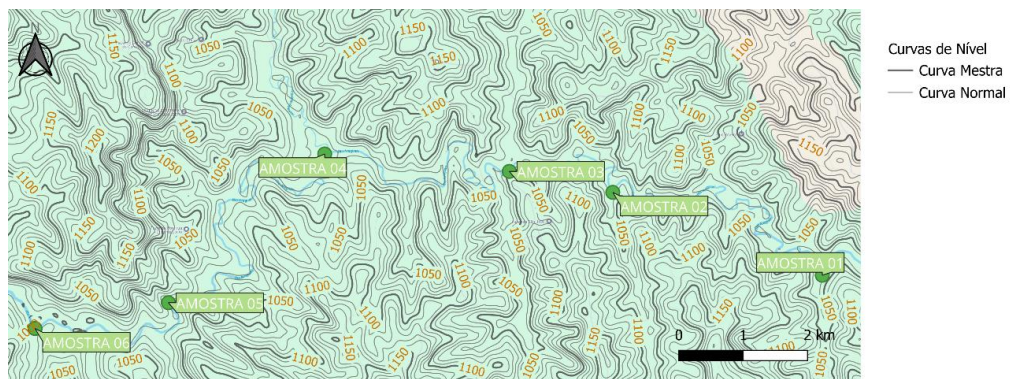
partir da integração da topografia e redes de drenagem, foram detectados 9 pontos estratégicos para realização das coletas, como demonstra a Figura 16.

Figura 16 - Mapa dos pontos coletados.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 17 - Mapa representativo das amostras coletadas com topografia, parte 01.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 18 - Mapa representativo das amostras coletadas com topografia, parte 02.



Fonte: Autor, 2025.

4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Como estabelecido anteriormente, em 9 pontos de interesse como demonstra a Figura 16, foram coletadas as amostras de sedimentos do rio Araguari. Todos esses pontos foram definidos após a chegada dos afluentes do rio Araguari provenientes das suas margens esquerda e direita. Em cada ponto, foi realizado dois métodos na coleta, a coleta do sedimento ativo de corrente e o depósito aluvionar grosseiro.

Na coleta do sedimento ativo de corrente, é retirado do leito do rio Araguari em local com fluxo de água, aproximadamente 10cm da superfície para garantir que o material está ativo durante o transporte pela corrente. De acordo com o manual Pesquisa em Geoquímica ambiental e Geologia Médica (CPRM, 2002), essa técnica é o principal meio utilizado para mapeamento regional de elementos traço e compostos inorgânicos em drenagens.

A realização da coleta nos depósitos aluvionares inconsolidados, teve foco em áreas de remanso, terraços fluviais e meandros abandonados, devido a ação da gravidade com o passar dos anos tonar essas áreas propícias para a acumulação de minerais pesados. Assim, ao chegar no local desejado foi observado essas características e realizado os seguintes procedimentos para a coleta:

- a) seleção do local: foram priorizados depósitos visíveis de areia grosseira, cascalho e terraços laterais;
- b) Remoção da camada superficial: com o intuito de remover tanto cobertura orgânica quanto materiais depositados recentemente, é feita a remoção da superfície do depósito coletando-se o sedimento mais interno com até 20cm de profundidade;

- c) amostragem composta: Para maior representatividade do depósito, foram realizados de 5 a 10 subcoletas, em um raio de 15 metros;
- d) volume e encaminhamento: Cerca de 3kg de material bruto foram coletados, onde cada amostra foi armazenada em sacos plásticos, identificada com código, coordenadas (GPS), data e descrição da coleta, como mostra a Figura 19.

Figura 19 – Amostra com código de identificação, coordenadas e tipo de coleta.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 20 - Local de coleta da amostra 11.

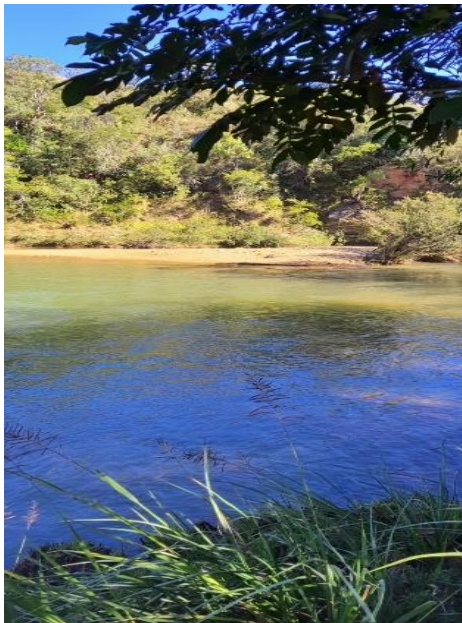


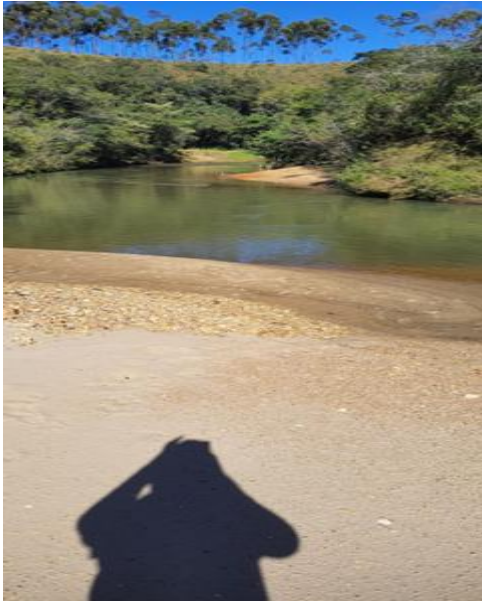
Figura 21 – Local de coleta da amostra 12.



Fonte: Autor, 2023.

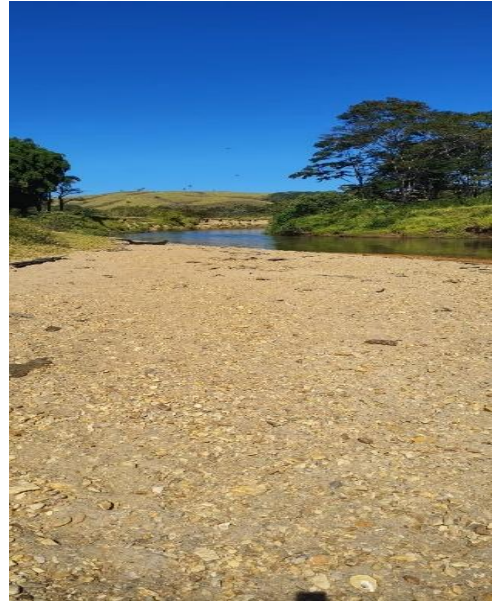
Fonte: Autor, 2023.

Figura 22 – Local de coleta da amostra 13.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 23 – Local de coleta da amostra 14.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 24 – Local de coleta da amostra 15.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 25 – Local de coleta da amostra 16.



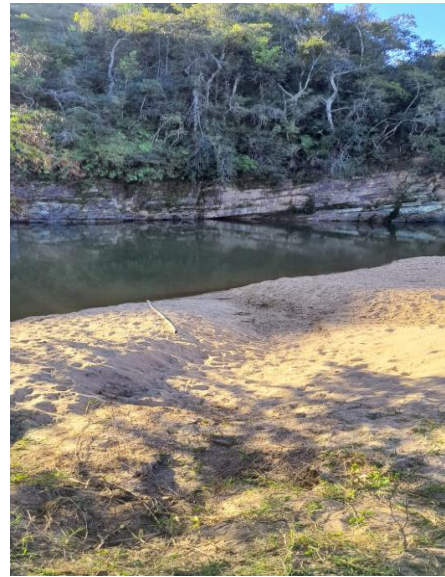
Fonte: Autor, 2023.

Figura 26 – Local de coleta da amostra 17.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 27 – Local de coleta da amostra 18.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 28– Local de coleta da amostra 19.



Fonte: Autor, 2023.

4.3 TRATAMENTO LABORATORIAL DAS AMOSTRAS

Após a coleta realizada em campo, as amostras foram tratadas no Laboratório de Tratamento de Minérios do curso de Engenharia de minas do CEFET-MG-Unidade Araxá, sendo submetidos a etapas físicas de preparação, com objetivo a posteriores etapas de análise química e mineralógicas, tendo foco na prospecção mineral, homogeneização e representativas, conforme exigências técnicas.

Em virtude de possuir dois tipos de coletas diferente por ponto amostrado, o trabalho feito no laboratório foi organizado em duas diferentes abordagens, descritas no tópico Depósito Aluvionar e sedimento ativo de corrente.

4.3.1 SECAGEM DAS AMOSTRAS

Devido as coletas serem nas margens do rio Araguari, todas as amostras necessitam de secagem para posteriormente realizar a peneiramento a seco, para isso, foi utilizado de bandejas de alumínio (Figura 30) para armazenar, em seguida inserido na estufa (Figura 29).

Figura 29– Estufa, realização da secagem das amostras coletadas.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 30– Bandeja de alumínio antes de adicionar a amostra para secagem.



Fonte: Autor, 2023.

4.3.2 DEPÓSITO ALUVIONAR

4.3.2.1 SEPARAÇÃO MAGNÉTICA

Como o objetivo principal do trabalho é encontrar ouro e/ou diamante, para que a etapa de separação por meio denso não sobrecarregue com material não desejados, realizou-se a separação magnética com o imã de mão de 5000 Gauss. Para que o imã retire o máximo de material magnético, espalhou-se o material na bancada de modo que aumente a superfície de contato (

Figura 31).

Figura 31 – Separação magnética.



Fonte: Autor, 2023.

4.3.2.2 PENEIRAMENTO A SECO

Devido a elevada variação granulométrica das amostras, o conjunto escolhido das peneiras da série Tyler, são as malhas 35#, 60#, 80# e 100# destacadas na Tabela 1, obtendo resultados próximos ao demonstrado na Figura 33. Realizou-se o peneiramento com o auxílio do peneirador vibratório de bancada, com tempo padrão de 10 minutos, somente a fração entre 80# e 100# utilizou-se nas etapas seguintes, já as demais faixas foram armazenadas.

Tabela 1 – Sequência Série Tyler.

Malhas	Abertura livre
	Mm
32	0,495
35	0,417
42	0,351
48	0,295
60	0,248
65	0,208
80	0,175
100	0,147

Fonte: Adaptação do McCabe *et al.*, 2025.

Figura 32 - Malhas 35#, 60#, 80#, 100# e fundo, no peneirador vibratório de bancada.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 33 - Amostra separada nas malhas 35#, 60#, 80#, 100# e fundo.



Fonte: Autor, 2023

4.3.2.3 CONCENTRAÇÃO POR MEIO DENSO

O intuito do trabalho é averiguar a existência tanto de ouro quanto de diamante, devido a ambas as substâncias possuírem elevada densidade sendo a do ouro 15 a 19,3 g/cm³ e diamante próximo a 3,5 g/cm³, a técnica de separação por meio denso foi crucial para dar um melhor direcionamento a pesquisa. Para isso, foi utilizado o bromofórmio (CHBr₃), por se tratar de um líquido denso com valores próximos de 2,89g/cm³, fazendo com que minerais mais densos afundem e minerais menos densos flutuem (Figura 35)

Ainda que não tenha sido encontrado o ouro e diamante, por meio deste método é possível identificar minerais indicadores, em virtude de a densidade dos mesmos serem maior do que a do bromofórmio, neste contexto, caso seja prospecção diamantífera destacam-se granadas (Piropo), ilmenita, cromita, diopsídio cromífero e espinélio cromífero, em virtude de grande associação geológica a kimberlitos mineralizado com diamante (GEOTUTISMO BRASIL, 2022). Do mesmo modo, o ouro possui minerais que ocorrem em conjunto em sedimentos fluviais, os quais são zircão, rutilo, estauroлита, andaluzita, turmalina, (ANDRADE, 2009).

Visando a isso, foi montada a estrutura como demonstra a figura 34, utilizando também os evidenciado na Tabela 2.

Tabela 2 - Materiais utilizados para a separação por meio denso.

Materiais
• Bromofórmio; • Acetona • Erlenmeyer 500ml; • Papel filtro; • Bastão de vidro; • 2 Funis • 2 Béqueres de 50ml; • Suporte universal • Borracha de soro; • 2 Pinças de Mohr.

Fonte: Autor, 2024.

Figura 34 – Separação gravimétrica por meio denso com bromofórmio.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 35 - Separação por meio denso, bromofórmio com grãos.



Fonte: Autor, 2024.

4.3.3 SEDIMENTO ATIVO DE CORRENTE

4.3.3.1 PENEIRAMENTO A SECO

Em virtude de a natureza das amostras coletadas serem proveniente do sedimento ativo de corrente, uma parte considerável das amostras coletadas já se encontravam na faixa granulométrica abaixo de 100# exigida pelo laboratório, em que foi realizada as análises químicas.

Para remoção de contaminação orgânico quanto para obter a faixa desejada de granulometria, realizou-se a seleção da malha das peneiras da série Taylor, sendo elas 60# e 100# (Figura 36) sendo utilizadas em conjunto com o peneirador de bancada vibratória (Figura 37), com o tempo determinado de 10 minutos por amostra, em seu cronômetro.

4.3.3.2 HOMOGENEIZAÇÃO E REDUÇÃO DAS AMOSTRAS

A fração obtida no fundo da peneira com granulometria abaixo de 100#, foi submetida a etapa de homogeneização manual em pilhas alongadas e quarteamento por pilha como ilustrado

na Figura 38, sendo utilizadas em conjunto com o peneirador de bancada vibratória (Figura 37), com o tempo determinado de 10 minutos por amostra, em seu cronômetro.

Esse processo teve repetições de 2 a 5 vezes, dependendo de o volume total retido até a redução da massa atingir valores próximo a 50 gramas, quantidade recomendada para a etapa de análise geoquímica. Com isso, a fração representativa de cada ponto foi embalada em sacos plásticos e rotulado com código de identificação, como é visto na figura 39.

Figura 36 – Malhas 60#, 100# e fundo, no peneirador vibratório de bancada.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 37 – Peneirador vibratório de bancada.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 38 - Quarteamento após homogeneização por pilha alongada.	Figura 39 - Amostras para envio ao laboratório, aproximadamente 50 gramas.
	
Fonte: Autor, 2024	Fonte: Autor, 2024

4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS MINERAIS

Após a etapa de separação gravítica, os materiais com maior densidade separados pelo bromofórmio, passaram para o processo caracterização dos minerais, parte muito importante para identificar e caracterizar com base na análise visual e morfológica dos grãos. Para melhor auxílio na caracterização dos grãos, a tabela 3 demonstra os equipamentos utilizados.

Tabela 3 - Materiais utilizados na etapa de caracterização de minerais.

Materiais
• Lupa Binocular; • Placa de Petri; • Pinça de precisão; • Celular e câmera acoplada ao estereomicroscópio; • Pincel; • Minerais em grãos (Ávila <i>et al.</i>, 2007); • Atlas fotográfico de minerais de aluvião (Devismes, 1978); • Atlas de minerais pesados (Mange & Maurer, 1992); • Minerais Pesados: Uma ferramenta para Prospecção, Proveniência, Paleografia e Análise Ambiental (Addad, 2010).

Fonte: Autor, 2025.

Figura 40 - Lupa Modelo DI-152T da Digilab e amostras.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 41 - Placa de Petri.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 42 - Conjunto de placa Petri.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 43 – Concentrado das 9 amostras.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 44- Kit odontológico e pincel.



Fonte: Autor, 2025.

4.5 ANÁLISE GEOQUÍMICA

Visando o desenvolvimento geoquímico do estudo realizado, contactou-se o laboratório da ALS - unidade Goiânia (GO) para a realização das análises químicas, em que se escolheu o método que contia os elementos de interesse, análise ME-MS41L, código de identificação da empresa.

Para a realização do envio das amostras, a ALS solicitou algumas exigências para melhor eficiência e agilidade nos resultados, sendo a granulometria inferior a 200 mesh e quantidades de cada amostra próximas a 50 gramas. Embora a granulometria das amostras do trabalho não alcançou-se a malha desejada, devido estar em uma granulometria menor que 100 mesh, o laboratório da ALS deu continuidade na preparação sem cobranças adicionais, caso estivesse em maiores granulometria, seriam cobradas taxas extras de preparo.

Com todas as etapas concluídas, demonstradas pelo tópico sedimento ativo de corrente, as amostras prontas para o envio (Figura 39), foram nomeadas de ARA para remeter ao rio Araguari. Em razão de o projeto ser compartilhado com Trabalhos de Conclusão de Curso e Dissertações, foram utilizadas as amostras ARA-11 a ARA-19, também chamado de amostras 11 a 19 ao decorrer pesquisa.

4.5.1 AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA POR MEIO DA BASE EM CLARKE

Dado o fato que somente os resultados químicos não foram o suficiente para a identificação de possíveis anomalias, necessitou-se de parâmetros comparativos, assim, a média global (Clarke) teve papel decisivo no desenvolvimento da pesquisa.

A média global (Clarke), também conhecida por valores de Clarke, representa a concentração média dos elementos químicos encontrados na crosta terrestre, com isso, sua utilização é ampla, incluído em estudos geoquímicos na avaliação de anomalias ou normalidade. No atual trabalho, empregou-se os valores listado na Tabela 4, publicado por MASON & MOORE (1982).

Tabela 4– Tabela Clarke.

Elemento	Média crustal	Elemento	Média crustal
Au	0,004	Ge	1,5
Ag	0,07	La	30,0
As	1,8	Li	20,0
Bi	0,20	Mo	1,50
Cd	0,20	Nb	20,0
Ce	60,0	Ni	75,0
Co	25,0	Pt	0,005
Cr	100,0	Sc	22,0
Cs	3,8	V	135,0
Cu	55,0	Y	33,0
Ga	15,0	Zn	70,0

Fonte: Adaptado Mason & Moore, 1982.

5 RESULTADOS

5.1 GEOQUÍMICA

Com os dados provenientes das análises químicas (Anexo 1), das nove amostras de aluvião do rio Araguari, na qual foram analisados 53 elementos, 22 deles foram selecionados por sugestão do Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro (Au, Ag, As, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pt, Sc, V, Y e Zn), para serem discutidas a seguir. A razão desta escolha reside no fato de serem metais de grande importância econômica e/ou elementos de terras raras. Então, a partir dos resultados desses elementos selecionados, elaborou-se a tabela 5, a qual demonstra a junção dos dados obtidos do laboratório e a média global (Clarke), para comparação.

Tabela 5 – Resultados das análises química com a adição dos valores média global (Clarke).

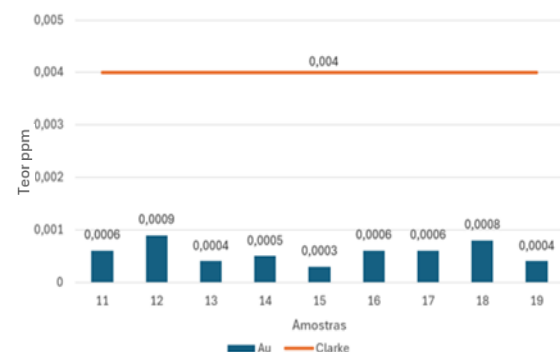
Amostras	Elementos químicos (ppm)										
	Au	Ag	As	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Ga
11	0,0006	0,021	1,48	0,224	0,020	42,3	5,66	35,3	0,877	16,15	7,30
12	0,0009	0,223	0,74	0,241	0,084	34,5	9,76	92,7	1,220	644,00	5,31
13	0,0004	0,023	0,50	0,283	0,019	56,5	5,96	33,9	0,575	14,90	4,92
14	0,0005	0,090	0,79	0,216	0,044	42,8	4,85	29,8	0,525	89,00	4,45
15	0,0003	0,023	0,98	0,215	0,018	66,9	5,41	30,9	0,680	15,15	4,97
16	0,0006	0,022	1,20	0,168	0,019	50,3	5,49	30,7	0,583	12,50	4,02
17	0,0006	0,027	1,91	0,180	0,022	58,0	6,43	35,6	0,819	17,50	5,86
18	0,0008	0,033	2,74	0,194	0,028	73,7	10,55	41,0	1,090	62,30	7,15
19	0,0004	0,018	1,06	0,184	0,029	60,7	5,66	28,3	0,565	13,05	3,61
Clarke (ppm)	0,0040	0,070	1,80	0,200	0,200	60,0	25,00	100,0	3,800	55,00	15,00

Amostras	Elementos químicos (ppm)										
	Ge	La	Li	Mo	Nb	Ni	Pt	Sc	V	Y	Zn
11	0,056	12,80	5,0	0,94	0,916	13,95	0,005	5,97	44,3	5,01	24,3
12	0,046	12,05	8,6	0,37	1,110	26,50	0,002	6,07	43,3	6,58	343,0
13	0,067	20,00	3,7	0,58	1,155	17,10	0,003	4,54	33,2	4,17	26,9
14	0,055	14,00	3,3	0,80	0,929	11,40	0,003	3,97	30,8	3,51	57,0
15	0,081	28,00	4,6	0,82	2,110	12,25	0,004	4,94	39,5	5,93	26,4
16	0,058	19,85	4,0	0,90	1,715	19,30	0,005	4,12	32,7	4,71	22,1
17	0,067	20,50	5,9	1,21	1,835	15,85	0,004	5,88	42,5	6,28	28,7
18	0,081	26,20	7,7	1,23	2,500	19,10	0,004	7,25	51,8	8,09	53,7
19	0,075	24,90	3,9	0,72	1,732	17,45	0,005	3,63	29,8	4,95	24,5
Clarke (ppm)	1,500	30,00	20,0	1,50	20,000	75,00	0,005	22,00	135,0	33,00	70,0

Fonte: Autor, 2025.

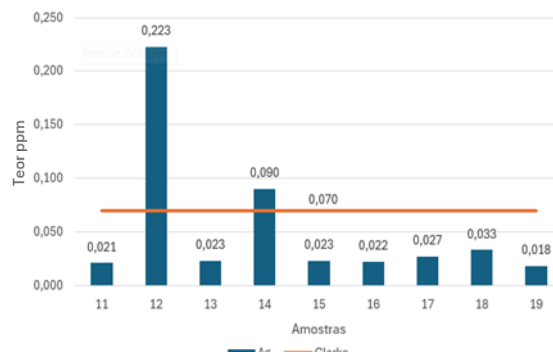
Para facilitar a discussão dos resultados, esses foram plotados em gráficos de barras (Figuras 45 a 66) levando em consideração as amostras coletadas e os teores obtidos. Como um dos objetivos desse trabalho é a prospecção de ouro nos aluviões do rio Araguari, apresenta-se na Figura 45 resultado dos teores do ouro para as nove amostras de aluvião a qual a número 12, apresentou os valores mais elevados para esse elemento. Essa amostra 12, também tem teores elevados para prata (Figura 46), sendo mais de 3 vezes maior que a média global Clarke.

Figura 45 - Comparativo dos valores de Au e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

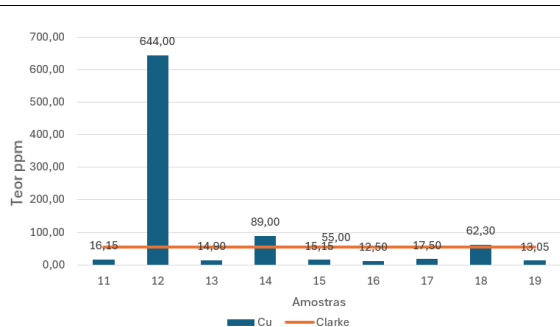
Figura 46– Comparativo dos valores de Ag e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

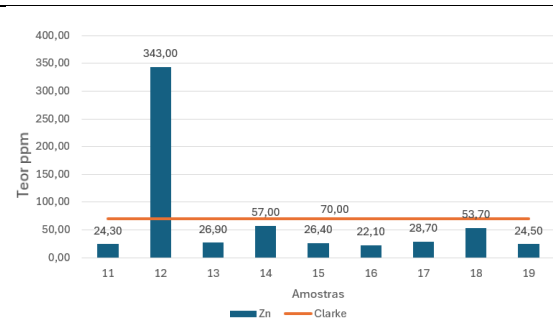
O mesmo acontece para o cobre (Figura 47), onde o teor encontrado para esse elemento cobre é mais que 11 vezes acima da média global Clarke. Essa amostra tem também teores elevados para zinco (Figura 48), no qual o teor desse elemento é quase 5 vezes maior que a média mundial de Clarke.

Figura 47 – Comparativo dos valores de Cu e a média global (Clarke).



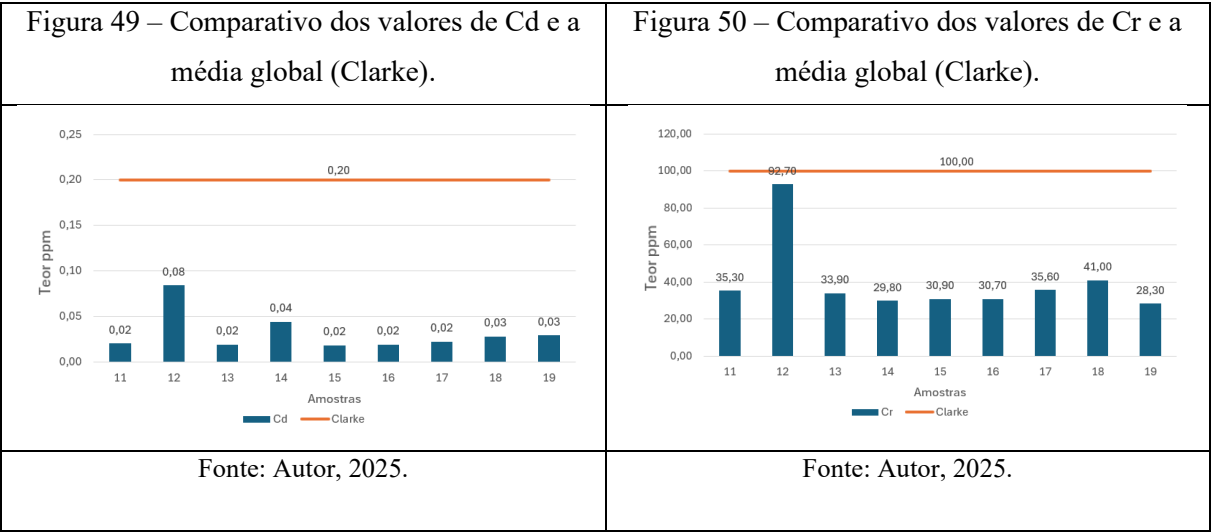
Fonte: Autor, 2025.

Figura 48– Comparativo dos valores de Zn e a média global (Clarke).



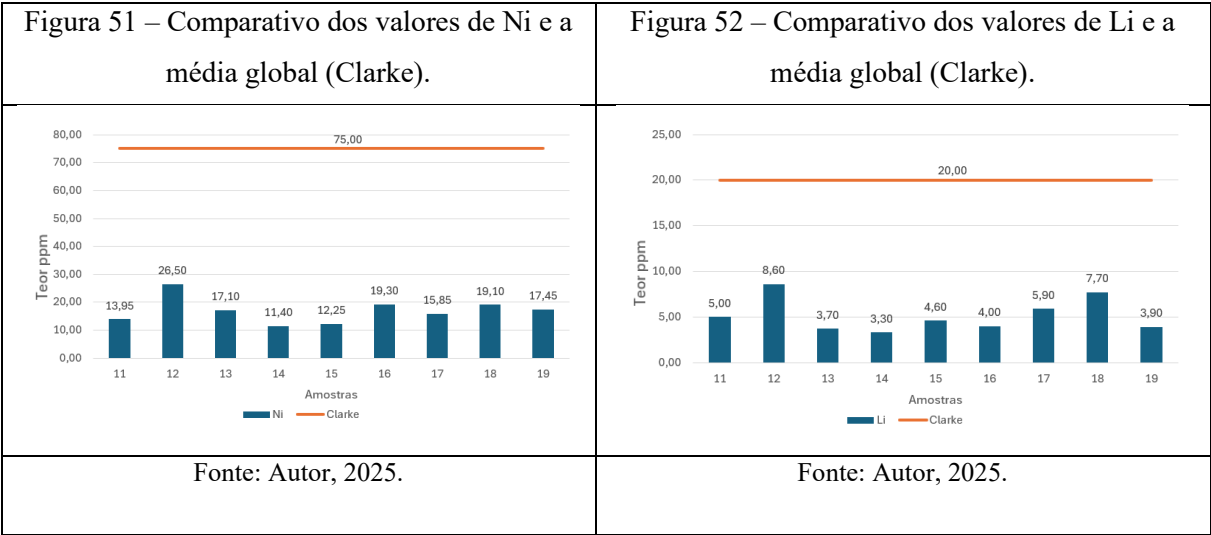
Fonte: Autor, 2025.

Ainda sobre a amostra 12, segue se destacando entre as demais, apresentando valores elevados para cádmio (Figura 49), crômio (Figura 50) que, muito embora sejam inferiores à média global Clarke, são anômalos perante as nove amostras de aluvião estudadas.



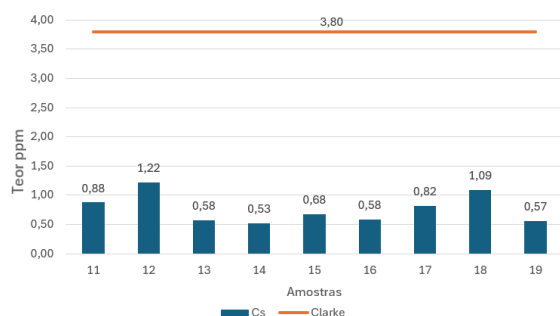
Os elementos níquel (Figura 51) e lítio (Figura 52) também são destaques na amostra 12 que embora os seus teores sejam inferiores à média global Clarke, são anômalos em relação as demais amostras analisadas.

Para amostra 12, destaca-se o conteúdo de céσιο (Figura 53), anômalo em relação as demais amostras, muito embora seja inferior à média global Clarke.



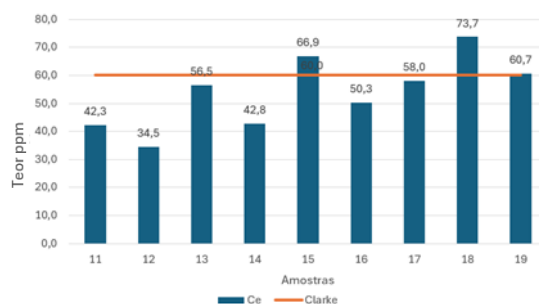
Já o teor de alguns elementos químicos são destaque na amostra 18 como acontece para o teor de cério (Figura 54) anômalo em relação as demais amostras, e também à média global Clarke.

Figura 53 - Comparativo dos valores de Cs e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

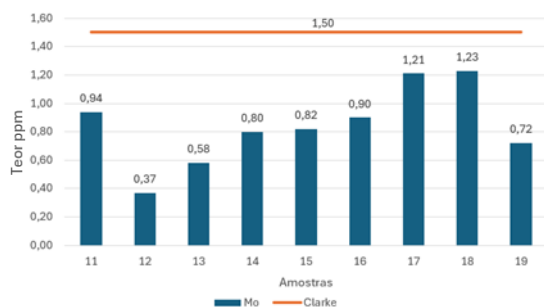
Figura 54 - Comparativo dos valores de Ce e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

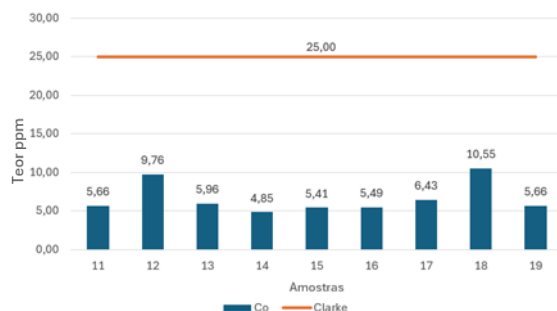
O molibdênio se mostra relevante na amostra 18 (Figura 55), revelando-se anômalo em relação as demais amostras, acompanhado de perto na amostra 17, muito embora o seu teor nessas amostras seja inferior à média global Clarke. O mesmo acontece para o cobalto (Figura 56) que tem relevância na amostra 18, acompanhado de perto pela amostra 12, porém com teor inferior à média global Clarke.

Figura 55 – Comparativo dos valores de Mo e a média global (Clarke).



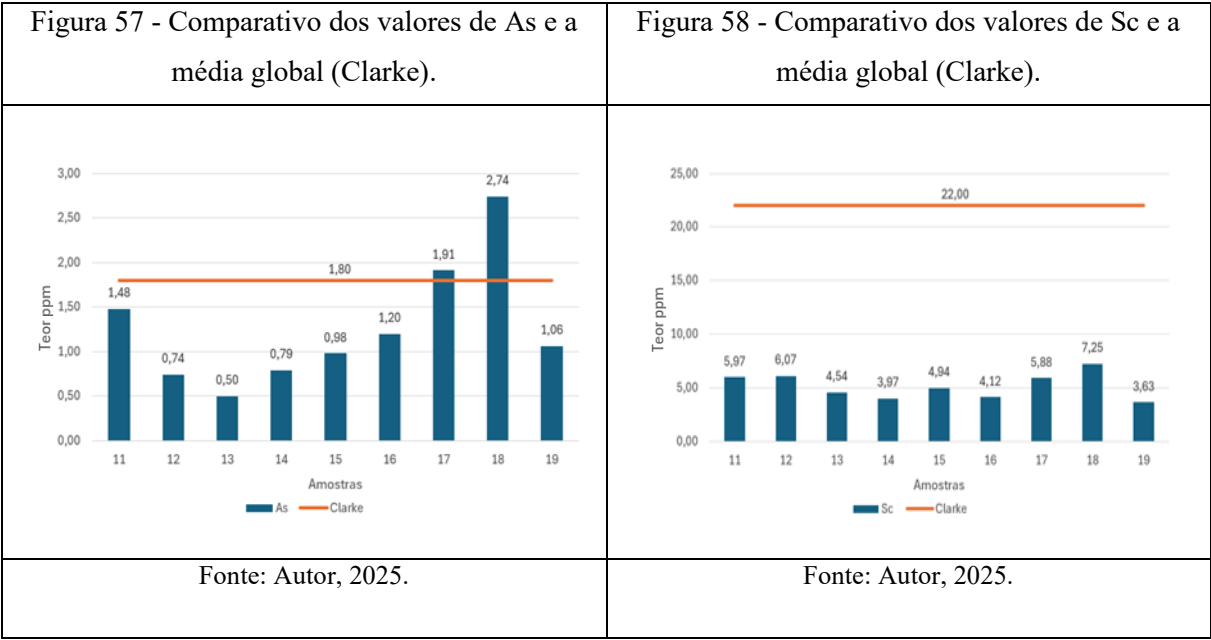
Fonte: Autor, 2025.

Figura 56 - Comparativo dos valores de Co e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

A amostra 18 apresenta também teor elevado de arsênio (Figura 57) superior à média global Clarke. O teor de escândio (figura 58) da amostra 18 também superior os teores das demais amostras, muito embora seja inferior à média global Clarke



Na amostra 18 também se destaca o teor de vanádio (Figura 59) anômalo em relação às demais amostras, muito embora inferior à média global Clarke. O mesmo acontece para o ítrio (Figura 60), o nióbio (Figura 61) e germânio (Figura 62).

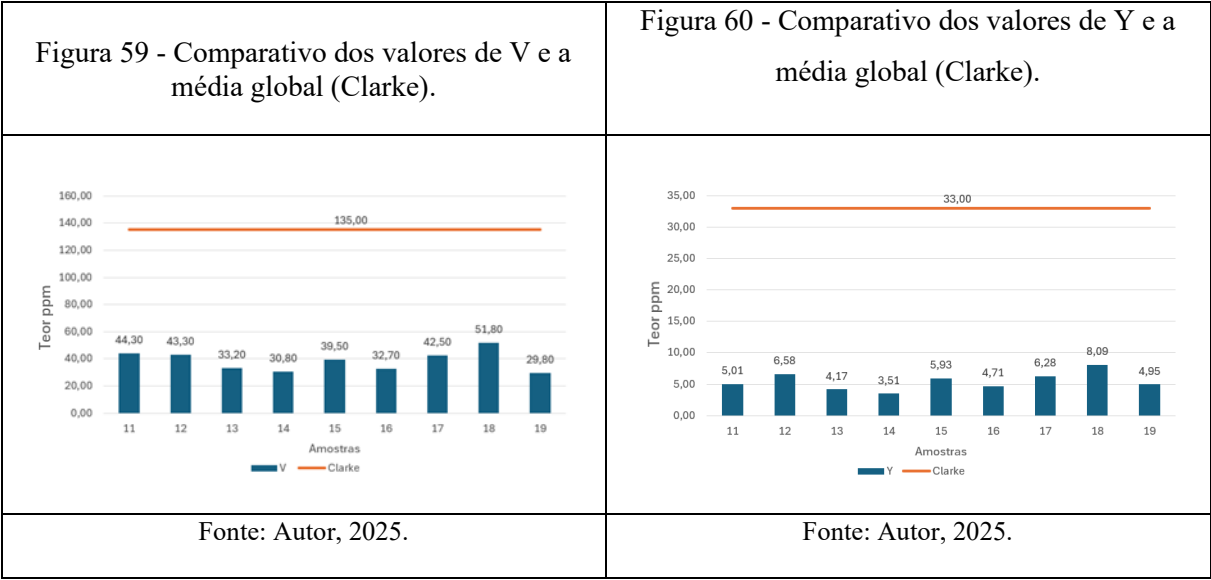
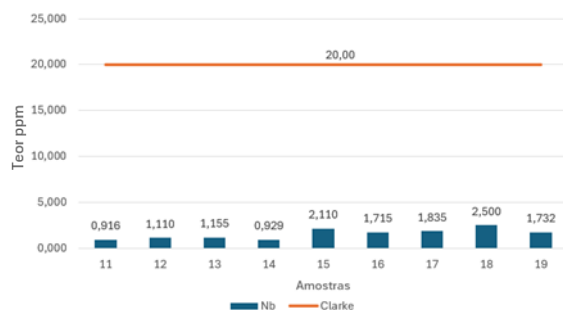
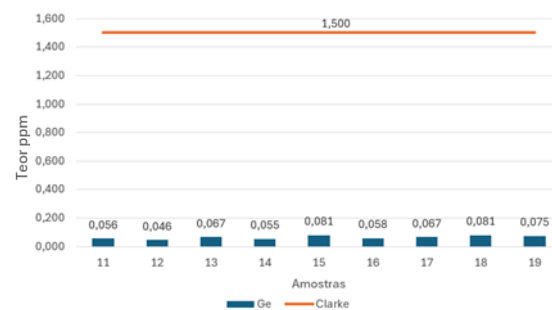


Figura 61 - Comparativo dos valores de Nb e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

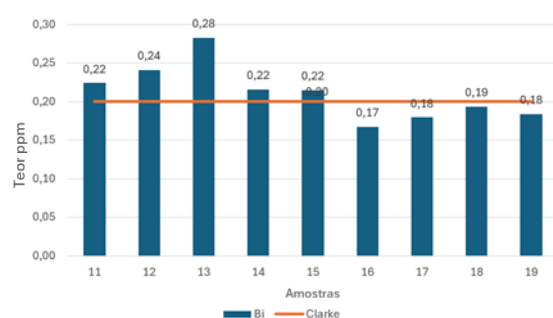
Figura 62 - Comparativo dos valores de Ge e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

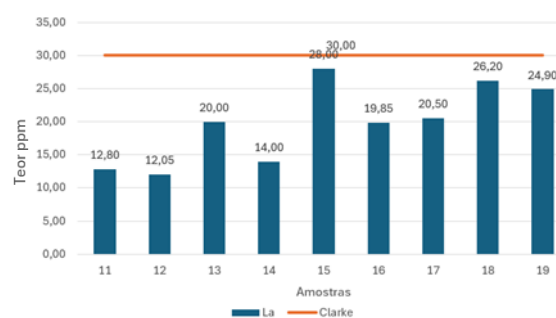
Outros elementos químicos se destacam nas demais amostras analisadas, como é o caso da amostra 13 onde o teor de bismuto é anômalo em relação aos teores desse elemento nas demais amostras e superior à média global Clarke (Figura 62). O mesmo acontece para o lantânio que se torna relevante, relativamente, na amostra 15 (Figura 63) exibindo teores anômalos em relação aos demais pontos amostrados.

Figura 63 - Comparativo dos valores de Bi e a média global (Clarke).



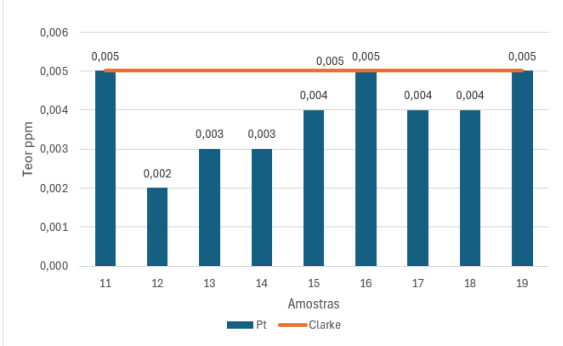
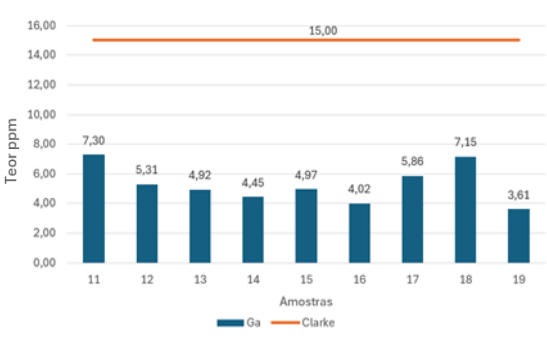
Fonte: Autor, 2025.

Figura 64 - Comparativo dos valores de La e a média global (Clarke).



Fonte: Autor, 2025.

A platina se destaca nas amostras 11, 16 e 19 (Figura 65), teor de platina nessas amostras seja igual à média global Clarke. A amostra 11, por sua vez, apresenta o maior teor de gálio, seguida pela amostra 18 (Figura 66), muito embora esses teores sejam inferiores à média global Clarke.

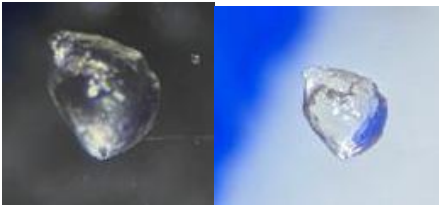
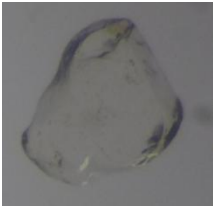
Figura 65- Comparativo dos valores de Pt e a média global (Clarke).	Figura 66 - Comparativo dos valores de Ga e a média global (Clarke).
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

5.2 IDENTIFICAÇÃO VISUAL DOS MINERAIS POR LUPA BINOCULAR

Para melhor descrição e identificação das características visuais dos minerais presentes nas amostras, foram realizadas com base em parâmetros observáveis com auxílio de lupa, considerando aspectos como cor, brilho e forma dos grãos. Assim, as descrições a seguir foram utilizadas as referências como o trabalho de Ávila et al. (2007), Devismes (1978) e Addad (2010).

5.2.1 APATITA

Apenas em 2 pontos dos 9 analisados a apatita se apresentou (amostras 17 e 18). Os grãos observados translúcidos, foram facilmente diferenciados dos minerais próximos, com característica incolor levemente esbranquiçado e brilho vítreo, os grãos tendem a ter formas arredondadas.

Figura 67 - Apatita, amostra 17.	Figura 68 - Apatita, amostra 18.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

5.2.2 TITANITA

Em 4 pontos notou-se a presença desse mineral (amostras 11, 13, 17 e 19). Os cristais sempre com tendências de cunhas, tendo sua coloração na cor castanha-avermelhado e amarelado, seu brilho é resinoso e aspecto um pouco oleoso.

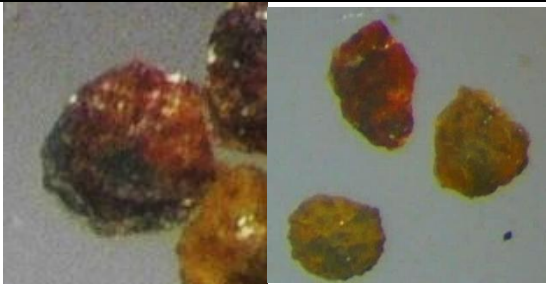
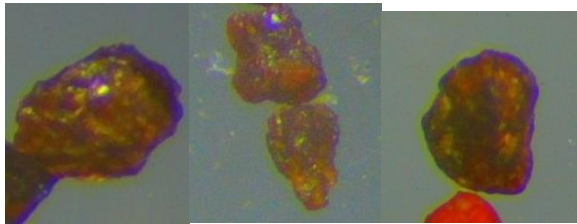
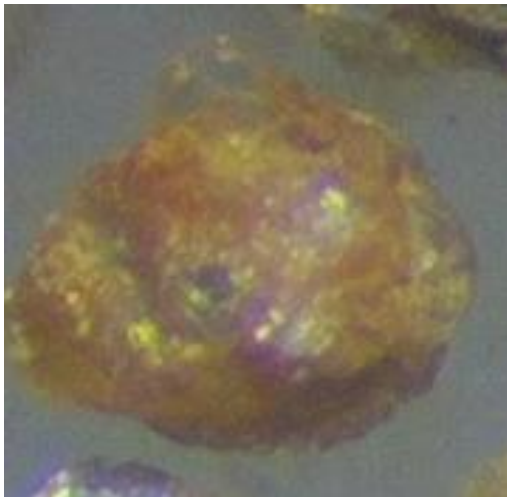
Figura 69 - Titanita, amostra 11.	Figura 70 - Titanita, amostra 13.
	
Fonte: Autor, 2025	Fonte: Autor, 2025

Figura 71 - Titanita, amostra 17.	Figura 72 - Titanita, amostra 19.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

5.2.3 ANFIBÓLIO

Esse mineral foi encontrado nas amostras 12, 13, 14, 15, 16, 18 e 19. Apresenta-se de cor escura tendendo ao esverdeado, sua forma alongada e brilho vítreo, possuindo planos lisos bem definidos.

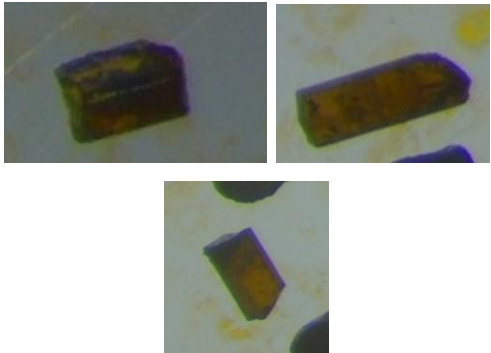
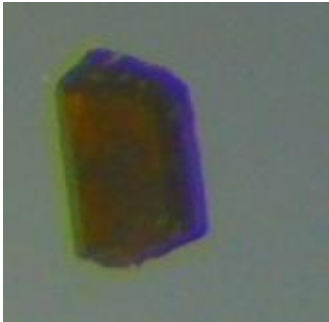
Figura 73 - Anfíbólio, amostra 12.	Figura 74 - Anfíbólio, amostra 13.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

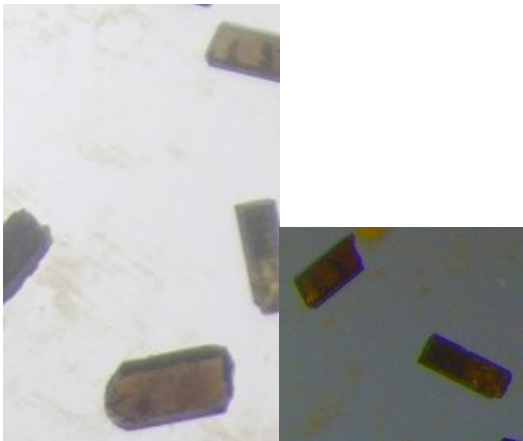
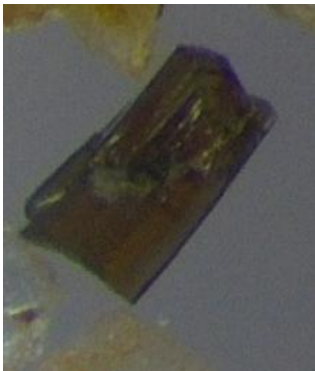
Figura 75- Anfíbólio, amostra 14.	Figura 76- Anfíbólio, amostra 15.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

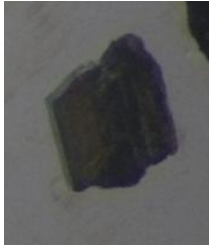
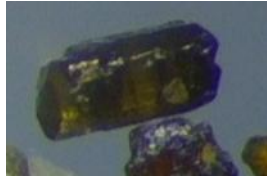
Figura 77 - Anfibólio, amostra 16.	Figura 78 - Anfibólio, amostra 18.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

Figura 79 - Anfibólio, amostra 19.

Fonte: Autor, 2025.

5.2.4 ILMENITA

Dos 9 pontos coletados, em sete deles se identificaram ilmenita, apenas nas amostras 13 e 17 esse mineral não foi identificado. Apresenta-se em grãos opacos, brilho metálico fosco, e sua superfície sem reflexos intensos, aparência densa e acinzentadas (Figuras 80 a 86)

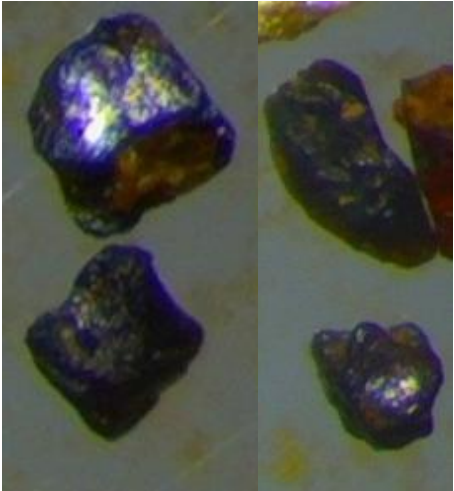
Figura 80 - Ilmenita, amostra 11.	Figura 81 - Ilmenita, amostra 12.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

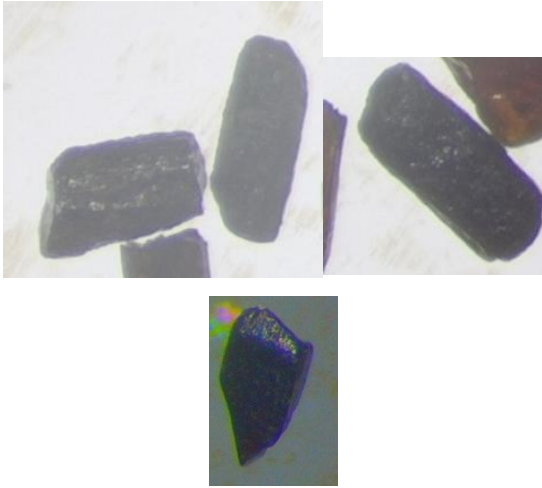
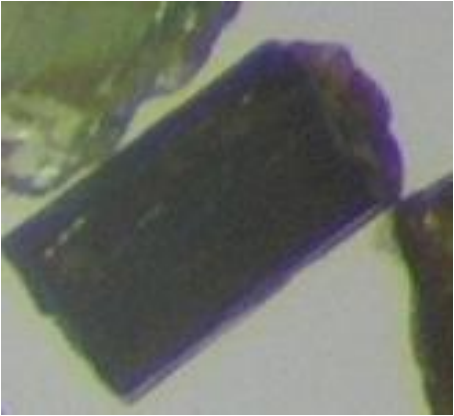
Figura 82 - Ilmenita, amostra 14.	Figura 83 - Ilmenita, amostra 15.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

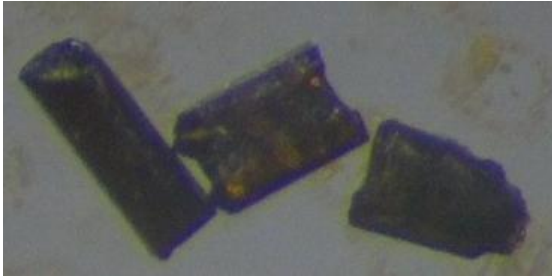
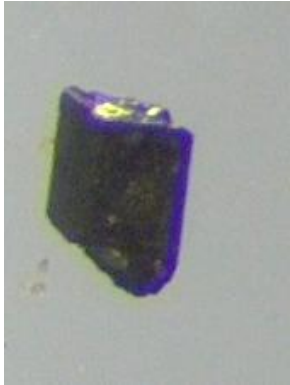
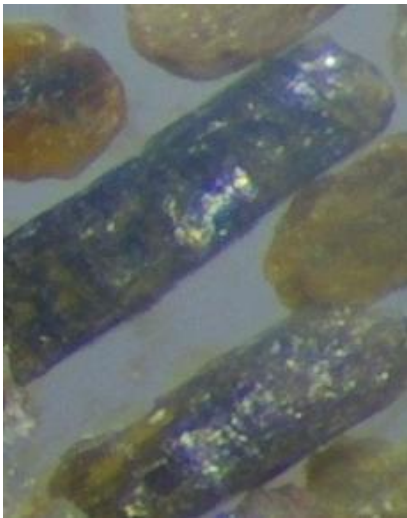
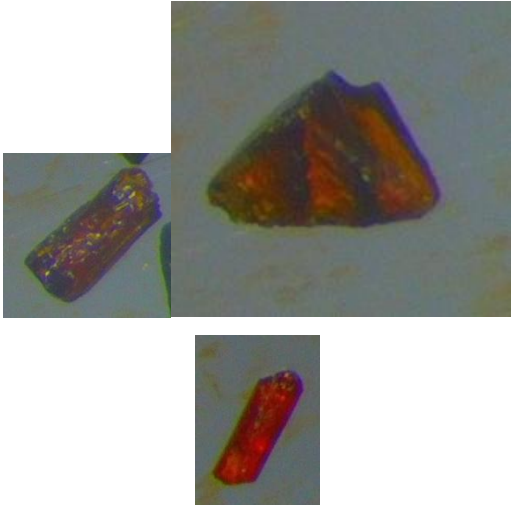
Figura 84- Ilmenita, amostra 16.	Figura 85 - Ilmenita, amostra 18.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

Figura 86 - Ilmenita, amostra 19.

Fonte: Autor, 2025.

5.2.5 RUTILO

O rutilo apareceu nas amostras 14 e 18. A sua coloração é notável na cor castanho-avermelhado a dourado, com brilho muito forte, seu formato tendendo principalmente a serem prismas alongados.

Figura 87 - Rutilo, amostra 14.	Figura 88- Rutilo, amostra 18.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

5.2.6 ANATÁSIO

Devido seu formato tendendo para o bipiramidal, o anatásio se destaca entre os demais minerais, além disso, possui brilho entre o vítreo e oleoso, aproximando-se da coloração castanho-amarelado. Sua presença foi evidenciada nas amostras 17 e 19.

Figura 89 - Anatásio, amostra 17.	Figura 90 - Anatásio, amostra 19.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

5.2.7 GRANADA

Identificou-se granada em 6 pontos, sendo eles as amostras 11, 12, 13, 14, 16, 19. As granadas se destacaram por seu brilho vítreo e variação da cor vermelho-escuro ao vermelho-marrom, quando realizada a diminuição da luz superior, suas bordas refletem cores avermelhadas.

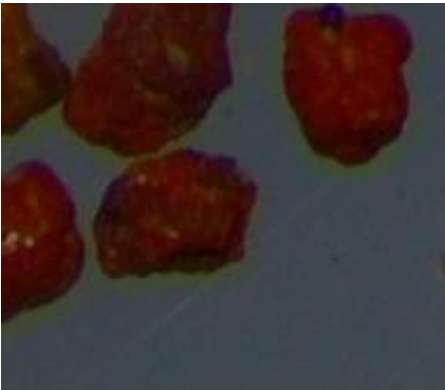
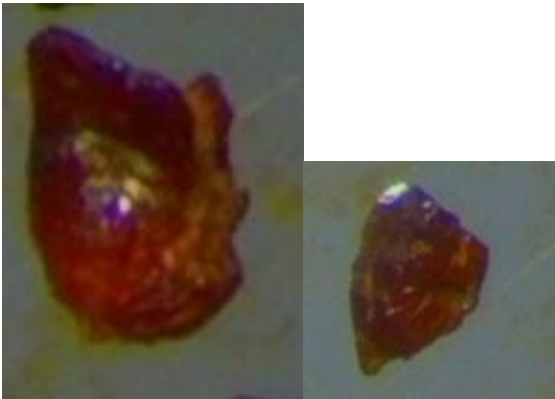
Figura 91- Granda, amostra 11.	Figura 92 - Granda, amostra 12.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

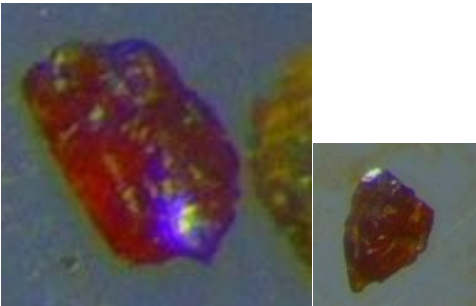
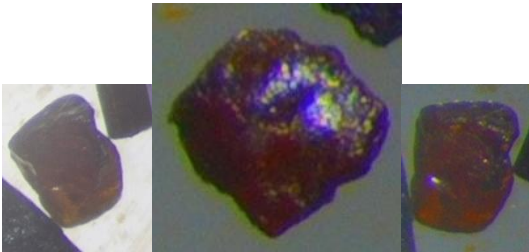
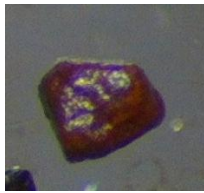
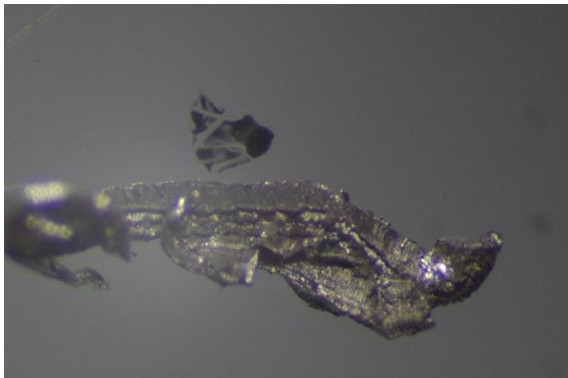
Figura 93 - Granda, amostra 13.	Figura 94 - Granda, amostra 14.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

Figura 95- Granda, amostra 16.	Figura 96 - Granda, amostra 19.
	
Fonte: Autor, 2025.	Fonte: Autor, 2025.

5.2.8 PRATA

A prata foi encontrada na amostra 14 (Figura 98). Esse metal nobre apresenta-se na sua cor característica prateada intensa, brilho metálico e sua superfície alternando-se em áreas lisas e enrugadas.

Figura 97 – Prata, amostra 14.	Figura 98 – Prata, amostra 14.
	
Fonte: Autor, 2025.	

6 DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 GEOQUÍMICA

A princípio quando comparado os valores entre as amostras, é notório o destaque de determinados elementos, indicando concentrações locais a qual merece a atenção. A amostra 12 destaca-se por apresentar os maiores valores de diversos elementos, como o cobre (Cu) com 644 ppm, valor no qual é superior a todas as outras, onde o teor de Cu entre as demais amostras varia de 14,90 ppm (amostra 13) a 89,00 (amostra 14). Além disso, a amostra 12 também possui valores elevados de prata (Ag) 0,223 ppm, zinco (Zn) 343,00 ppm, da mesma forma, mesmo que não tenha valores elevados vem se destacando o Ni, Li, Cd, Cr, Au e Cs. Vale destacar, também, a amostra 14, sendo expressivo em Ag, com 0,90 ppm e Cu, com 89,00 ppm.

Uma observação tanto quanto inusitada foi a não correlação de arsênio com o ouro nos mesmos pontos, pois esses dois elementos são sempre parceiros geoquímicos. O maior teor de ouro foi encontrado na amostra 12 e o arsênio na amostra 18. Outra discrepância, por assim dizer, é fato de que a amostra 12 apresentou o teor mais elevado de prata, mas esse metal foi aparecer na amostra 14.

A amostra 18, apesar de não demonstrar valores tão elevados quanto a amostra 12, apresentou valores elevados para cobre 62,30 ppm, cério (Ce) 73,7 ppm, molibdênio (Mo) 1,23 ppm e arsênio (As) 2,74 ppm, ademais, concentração considerável de lantânio (La) 26,20 ppm e cobalto (Co) 10,55 ppm.

6.1.1 MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Analisando os gráficos comparativos da figura 45 a 66, observou-se que os elementos Ag, As, Bi, Ce, Cu e Zn, ultrapassavam os números de Clarke. Para melhor avaliar a importância dos teores obtidos, com o propósito de auxiliar, não somente nos valores que se destacaram, mas o âmbito geral, ocorreu as correlações das informações coletadas, com a finalidade de mensurar a variação individual de cada elemento nos 9 pontos coletados em relação à média global.

Na correlação dos dados exposta na Tabela 6, o propósito é delinear o relatório visualmente a princípio, para posteriormente realização da leitura, para isso, através da divisão de cada elemento químico por seu respectivo teor médio Clarke, registrou-se valores percentuais. Visando isso, foi adicionada a escala tricolor, a qual amarelo representa valores próximos a 100%, considerados níveis normais, vermelho a valores menores a 100%, sendo zonas de pouco interesse, e a valores maiores que 100% a cor verde, considerado anômalos podendo conter uma reserva.

Tabela 6 – Matriz de correlação da análise química pela média global (Clarke).

Amostra	Au	Ag	As	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Ga
11	15%	30%	82%	112%	10%	71%	23%	35%	23%	29%	49%
12	23%	319%	41%	121%	42%	58%	39%	93%	32%	1171%	35%
13	10%	33%	28%	142%	10%	94%	24%	34%	15%	27%	33%
14	13%	129%	44%	108%	22%	71%	19%	30%	14%	162%	30%
15	8%	33%	54%	108%	9%	112%	22%	31%	18%	28%	33%
16	15%	31%	67%	84%	10%	84%	22%	31%	15%	23%	27%
17	15%	39%	106%	90%	11%	97%	26%	36%	22%	32%	39%
18	20%	47%	152%	97%	14%	123%	42%	41%	29%	113%	48%
19	10%	26%	59%	92%	15%	101%	23%	28%	15%	24%	24%

Amostra	Ge	La	Li	Mo	Nb	Ni	Pt	Sc	V	Y	Zn
11	4%	43%	25%	63%	5%	19%	100%	27%	33%	15%	35%
12	3%	40%	43%	25%	6%	35%	40%	28%	32%	20%	490%
13	4%	67%	19%	39%	6%	23%	60%	21%	25%	13%	38%
14	4%	47%	17%	53%	5%	15%	60%	18%	23%	11%	81%
15	5%	93%	23%	55%	11%	16%	80%	22%	29%	18%	38%
16	4%	66%	20%	60%	9%	26%	100%	19%	24%	14%	32%
17	4%	68%	30%	81%	9%	21%	80%	27%	31%	19%	41%
18	5%	87%	39%	82%	13%	25%	80%	33%	38%	25%	77%
19	5%	83%	20%	48%	9%	23%	100%	17%	22%	15%	35%

Fonte: Autor, 2025.

Na amostra 12, os teores de Cu (1171%), Zn (490%), Ag (319%) e Bi (121%), consideravelmente foram superiores aos valores Clarke, caracterizando como forte ponto anômalo. Dentro da amostra 18, revelou níveis anômalos de Cu (113%), Ce (123%) e As (152%).

Já as amostras 13 e 11, apenas o Bi excedeu a Clarke, sendo 142% a amostra 13 e 112% a amostra 11, podendo ser considerada pouca anômala devido estar próxima aos valores de Clarke, necessitando melhor aprofundamento para considerar uma anomalia em relação à média mundial.

A amostra 14 demonstrou três valores, sendo Ag (129%), Bi (102%) e Cu (162%). Apesar do bismuto ter passado dos 100%, em relação à média mundial estaria classificada como valor

normal, já em relação ao Cu e Ag, são consideradas como anomalias, principalmente a prata devida ser um metal valioso.

6.2 MINERALOGIA DO ALUVIÃO

O estudo mineralógico dos minerais pesados do aluvião do rio Araguari, não revelou a presença de minerais indicativos nem de ouro nem de diamante. No entanto, a presença de granada vermelha, sendo piropo, poderia ser indicativo da presença do diamante, assim como o anatásio.

Mas a presença de prata foi uma boa descoberta, indicando que a região pode ter esse metal, assim como já foi identificada a presença de ouro e diamante nos aluviões do rio Araguari, conforme discutido na introdução desse TCC.

No caso da granada vermelha, recomenda-se que, em havendo possibilidade analítica, que ela seja analisada em termos composicionais para confirmar a existência de piropo. Isso seria indicativo da presença de diamante no aluvião estudado, muito embora o diamante não tenha aparecido em nenhuma das nove amostras estudadas. Mas a presença de anatásio é uma boa indicação para a presença do diamante.

A ausência específica do diamante no aluvião estudado, pode ser relacionada ao modo de coleta do material ou relativa à época da coleta, que poderia ter sido prejudicada por chuvas torrenciais ocasionais anteriores a amostragem. Essas torrentes poderiam ter movimentado o aluvião e como os diamantes da região são pequenos a sua remoção poderia ter sido facilitada.

6.3 RECOMENDAÇÕES

Considerando que o planejamento da amostragem teve como estratégia de coleta a chegada dos afluentes das margens norte e sul do rio Araguari e que amostras foram coletadas logo após o desague desses afluentes ao rio, recomenda-se que, para continuidade do estudo de prospecção mineral dessa região, seja investigado as regiões ribeirinhas assim como os aluviões relativos as amostras 12 e 18.

A amostra 12 foi coletada logo após a chegada do afluente da margem sul do rio Araguari. Enquanto a amostra 18 foi coletada após a chegada do afluente da margem norte do rio Araguari.

Do mesmo modo, recomenda-se a continuidade dos estudos dos minerais pesados, utilizando técnicas analíticas mais sofisticadas, especialmente no caso da granada, para comprovar a presença de piropo nesses sedimentos.

7 REFERÊNCIAS

ADDAD, J. E. **Minerais pesados: uma ferramenta para prospecção, proveniência, paleogeografia e análise ambiental**. 2. ed. São Paulo: [Edição do autor], 2010. 208 p.

ANDRADE, M. J. D. **Caracterização geológica e mineralógica de sedimentos aluvionares da bacia do rio Jequitinhonha visando à prospecção de diamantes**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

ANDRADE, R. G. de. **Prospecção geoquímica de elementos metálicos e farejadores de ouro no distrito de Desemboque, município de Sacramento/MG**. Araxá: CEFET-MG, 2021. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) – CEFET-MG Araxá, 2021.

BRASIL. **Manual técnico do PGAGEM/Brasil – Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica**. Rio de Janeiro: CPRM/SGB, 2002.

CALDEIRA, J. **História da riqueza no Brasil: cinco séculos de pessoas, costumes e governos**. Rio de Janeiro: Estação Brasil, 2017.

CALÓGERAS, J. P. **A política exterior do Império. Vol. I: As origens**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão; Câmara dos Deputados; Companhia Editora Nacional “Brasileira”, 2021. Edição fac-similar da obra original de 1927.

CHAVES, M. L. S. C.; CHAMBEL, L. **Diamante: a pedra, a gema, a lenda**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 231 p.

DEVISMES, P. **Atlas photographique des minéraux d’alluvions = Photographic atlas of detrital minerals**. Paris: Éditions du BRGM, 1978. 203 p.

FERRAZ, E. **A origem do Centro de Estudos do Ciclo do Ouro**. João Pessoa: Editora C/Arte, 2006.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Gráficos: produção de ouro e população mineira no século XVIII**. Atlas da Descoberta do Ouro, s.d. Disponível em:

<<https://atlas.fgv.br/marcos/descoberta-do-ouro/mapas/graficos-producao-de-ouro-e-populacao-mineira-no-seculo-18>>. Acesso em: 5 abr. 2025.

GARY, M.; MCAFEE Jr., R.; WOLF, C. L. (Eds.). **Glossary of Geology**. Washington, D.C.: American Geological Institute, 1972. 857 p.

GEOTURISMO BRASIL. **Minerais indicadores de diamante**. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. Disponível em: <<https://www.geoturismobrasil.com/Material%20didatico/boletim%20SBDG.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2025.

GOLDFARB, R. J.; GROVES, D. I. **Orogenic gold: common or evolving fluid and metal sources through time**. *Lithos*, v.233, p.2–26, 2015.

GONÇALVES, C. C.; BRAGA, P. F. **Heavy mineral sands in Brazil: deposits, characteristics, and extraction potential of selected areas**. *Minerals*, v.9, n.3, p.176, 2019.

HOUGH, R. M.; BUTT, C. R. M. (Eds.). **Gold. Elements**, v.5, n.5, 2009.

KESLER, S. E.; SIMON, A. **Formation of placer gold deposit**. In: **Mineral Resources, Economics and the Environment**. 2. ed. New York: Macmillan, 1994.

KLIMETZ, M. P. **Cut slab of Moen kimberlite (diamondbearing) [amostra de kimberlito]**. Publicado c. 2018. Disponível em: <<http://earthphysicsteaching.homestead.com/Kimberlite.html>>. Acesso em: 22 mar. 2025.

LEMO, C. **Casa Paulista**. São Paulo: EdUSP, 1999.

LOBATO, L. M.; RIBEIRO-RODRIGUES, L. C.; ZUCCHETTI, M.; BALTAZAR, O. F. **Geology and gold mineralization in the Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brazil)**. In: 31st INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 2000, Rio de Janeiro. Field Trip Guide. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000. 40 p.

MANGE, M. A.; MAURER, F. W. **Heavy minerals in color**. London: Chapman & Hall, 1992.

MASON, B. H.; MOORE, C. B. **Principles of Geochemistry**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1982.

MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. **Operações unitárias na engenharia química**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

MESGRAVIS, L. **História do Brasil Colônia**. São Paulo: Contexto, 2015.

NABUT, J. A. **Desemboque: documentário histórico e cultural**. Uberaba: Fundação Cultural de Uberaba : Arquivo Público de Uberaba : Academia de Letras do Triângulo Mineiro, 1986.

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

PEREIRA, R. M.; ÁVILA, C. A.; LIMA, P. R. A. dos S. **Minerais em grãos: técnicas de coleta**, preparação e identificação. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

PONTES, H. **História de Uberaba e a civilização no Brasil Central**. Uberaba: Academia de Letras do Triângulo Mineiro, 1978.

PULSAR IMAGENS. **Garimpo manual – Rio Itacambiruçu – Vale do Jequitinhonha [fotografia]**. Disponível em: <<https://www.pulsarimagens.com.br/foto/Garimpo-manual---Rio-Itacambiru%C3%A7%C3%BA---Vale-do-Jequitinhonha?codigo-agem=128915>>. Acesso em: 30 mar. 2025.

QUEIROZ, D. M. R. **Prospecção geoquímica na região do Desemboque – MG**. Araxá: CEFET-MG, 2022. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) – CEFET-MG Araxá, 2022.

RIDLEY, J. **Ore deposit geology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. 409 p.

RISPOLI, A. **Fotografia da Igreja Matriz de Nossa Senhora do Desterro em Desemboque (Sacramento–MG), c. 1918**. In: CERCHI, C. A. *Memória Fotográfica de Sacramento*. Sacramento: s.n., [s.d.]. Disponível em: <<https://virginiadolabela.blogspot.com/2013/12/desemboque-notas-historicas.html>>. Acesso em: 9 abr. 2025.

ROS, L. F.; ANJOS, S. M. C.; MORAD, S. **Anfibólios autógenos em arenitos da Formação Pendência, Cretáceo Inferior da Bacia Potiguar, RN**. Boletim de Geociências da Petrobras, v.6, n.3/4, p.237–243, jul./dez. 1992.

SCATAMACCHIA, M. C. M.; DEMARTINI, C. M. C.; PRESTES, M. P.; GRANERO, A. C. **Arqueologia da primeira casa de fundição de ouro do Brasil, Iguape, SP.** Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, n.22, p.111–122, 2012.

SOUSA, A. de O. B. **Minerais pesados nos aluviões do rio Araguari, na região de Desemboque**, Minas Gerais. Araxá: CEFET-MG, 2022. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) – CEFET-MG Araxá, 2022.

ST. JOHN, J. Olivine **lamproite** (Prairie Creek Lamproite, Early Cretaceous; Crater of Diamonds State Park, Arkansas, USA) [amostra de lamproito]. Fotografado em: 3 ago. 2014. Disponível em: <<https://www.flickr.com>>. Acesso em: 22 mar. 2025.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mine production: gold: Brazil.** In: CEIC Data, 2025. Disponível em: <https://www.ceicdata.com/datapage/charts/ipc_brazil_gold-production>. Acesso em: 3 abr. 2025.

WORLD GOLD COUNCIL. **Gold demand by sector.** Em: Gold Demand Trends: Full Year 2024. 5 fev. 2025. Adaptado por EnergyMining. Disponível em: <<https://www.gold.org/goldhub/research/gold-demand-trends>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

ZAGO, V. C. P. **Manual para elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso I e II.** Belo Horizonte: CEFET-MG, 2014. 69 p.

Anexo 1- Resultado das análises químicas.

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	
		Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	B ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm	Cu ppm
		0.0002	0.001	0.01	0.01	10	0.5	0.01	0.0005	0.01	0.001	0.003	0.001	0.01	0.005	0.01
ARA-11		0.0006	0.021	2.21	1.45	<10	55.2	0.45	0.224	0.02	0.020	42.3	5.66	35.3	0.877	
ARA-12		0.0009	0.223	1.50	0.74	<10	80.7	0.71	0.241	0.03	0.084	34.5	9.76	92.7	1.220	
ARA-13		0.0004	0.023	1.42	0.50	<10	41.5	0.34	0.283	0.02	0.019	56.4	5.96	33.9	0.575	
ARA-14		0.0005	0.090	1.24	0.79	<10	36.9	0.32	0.216	0.01	0.044	42.8	4.85	29.8	0.525	
ARA-15		0.0003	0.023	1.44	0.98	<10	89.4	0.46	0.215	0.09	0.018	66.9	5.41	30.9	0.680	
ARA-16		0.0006	0.022	1.14	1.20	<10	76.5	0.40	0.1675	0.08	0.019	50.3	5.49	30.7	0.583	
ARA-17		0.0006	0.027	1.70	1.91	<10	97.9	0.54	0.1795	0.07	0.022	58.0	6.43	35.6	0.819	
ARA-18		0.0008	0.033	2.08	2.74	<10	122.0	0.67	0.1935	0.08	0.028	73.7	10.55	41.0	1.090	
ARA-19		0.0004	0.018	0.97	1.06	<10	71.3	0.36	0.1840	0.06	0.029	60.7	5.66	28.3	0.565	

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	
		Fe %	Ga ppm	Ge ppm	Hf ppm	Hg ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm
		0.001	0.004	0.005	0.002	0.004	0.005	0.01	0.002	0.1	0.01	0.1	0.01	0.001	0.002	0.04
ARA-11		2.99	7.30	0.056	0.099	0.022	0.029	0.13	12.80	5.0	0.06	342	0.94	0.015	0.916	
ARA-12		3.10	5.31	0.046	0.222	<0.004	0.026	0.27	12.05	8.6	0.14	436	0.37	0.018	1.110	
ARA-13		2.60	4.92	0.067	0.260	0.011	0.030	0.10	20.0	3.7	0.05	306	0.58	0.014	1.155	
ARA-14		2.43	4.45	0.055	0.210	0.006	0.021	0.06	14.00	3.3	0.04	159.0	0.80	0.009	0.929	
ARA-15		2.61	4.97	0.081	0.265	0.009	0.025	0.12	28.0	4.6	0.06	222	0.82	0.015	2.11	
ARA-16		2.41	4.02	0.058	0.304	0.016	0.022	0.10	19.85	4.0	0.05	237	0.90	0.013	1.715	
ARA-17		2.90	5.86	0.067	0.215	0.013	0.029	0.15	20.5	5.9	0.08	225	1.21	0.016	1.835	
ARA-18		3.40	7.15	0.081	0.237	0.011	0.033	0.16	26.2	7.7	0.10	514	1.23	0.016	2.50	
ARA-19		2.29	3.61	0.075	0.410	0.009	0.021	0.11	24.9	3.9	0.05	288	0.72	0.012	1.765	

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	
		P %	Pb ppm	Pd ppm	Pt ppm	Rb ppm	Re ppm	S %	Sb ppm	Sc ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Te ppm	Th ppm
		0.001	0.005	0.001	0.002	0.005	0.0002	0.01	0.005	0.005	0.003	0.01	0.01	0.005	0.003	0.002
ARA-11		0.022	7.88	<0.001	0.005	10.70	<0.0002	0.01	0.259	5.97	0.034	1.06	5.32	<0.005	0.010	
ARA-12		0.030	11.10	<0.001	0.002	16.65	<0.0002	0.01	0.215	6.07	0.024	8.00	8.25	<0.005	0.005	
ARA-13		0.016	10.25	<0.001	0.003	7.51	<0.0002	0.01	0.216	4.57	0.010	0.87	4.93	<0.005	0.003	
ARA-14		0.017	8.18	<0.001	0.003	6.28	<0.0002	0.01	0.204	3.97	0.019	0.75	3.93	<0.005	0.005	
ARA-15		0.047	8.57	0.003	0.004	9.42	<0.0002	0.01	0.207	4.94	0.027	0.95	28.2	0.006	0.008	
ARA-16		0.044	7.17	<0.001	0.005	7.67	<0.0002	0.01	0.215	4.12	0.035	0.82	25.3	<0.005	0.008	
ARA-17		0.042	7.88	0.001	0.004	11.55	<0.0002	0.01	0.254	5.88	0.041	0.90	25.7	<0.005	0.011	
ARA-18		0.050	11.85	<0.001	0.004	14.20	<0.0002	0.01	0.279	7.25	0.056	2.29	29.1	<0.005	0.016	
ARA-19		0.032	8.15	<0.001	0.005	8.29	<0.0002	0.01	0.240	3.63	0.015	0.68	19.75	<0.005	0.004	

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L	ME-MS41L
		Ti %	Tl ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zn ppm
		0.001	0.001	0.005	0.1	0.001	0.003	0.1
ARA-11		0.062	0.095	0.758	44.3	0.075	5.01	24.3
ARA-12		0.314	0.117	0.753	43.3	0.032	6.58	343
ARA-13		0.239	0.068	0.958	33.2	0.018	4.17	26.9
ARA-14		0.101	0.057	0.743	30.8	0.054	3.51	57.0
ARA-15		0.122	0.082	0.998	39.5	0.070	5.93	26.4
ARA-16		0.101	0.066	0.792	32.7	0.058	4.71	22.1
ARA-17		0.066	0.092	0.867	42.5	0.081	6.28	28.7
ARA-18		0.056	0.138	1.060	51.8	0.093	8.09	53.7
ARA-19		0.146	0.065	0.932	29.8	0.071	4.95	24.5