



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
CAMPUS ARAXÁ**

Luiz Otávio Barbosa de Oliveira

**PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA DE SOLOS E ROCHAS DA SEQUÊNCIA
SUPRACRUSTAL DA SERRA DE CLÁUDIO, MG.**

ARAXÁ/MG

2017

Luiz Otávio Barbosa de Oliveira

**PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA DE SOLOS E ROCHAS DA SEQUÊNCIA
SUPRACRUSTAL DA SERRA DE CLÁUDIO, MG.**

Projeto de trabalho de conclusão de curso 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

Co orientadora: Profa. MSc. Sylvania Alves Braga

ARAXÁ/MG

Luiz Otávio Barbosa de Oliveira

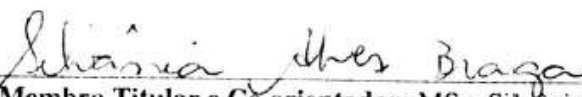
**PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA DE SOLOS E ROCHAS DA SEQUÊNCIA
SUPRACRUSTAL DA SERRA DE CLÁUDIO, MG.**

Trabalho de Conclusão de Curso 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.

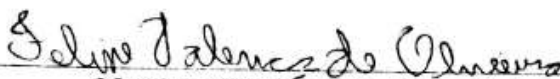
Araxá, 22 de junho de 2017.



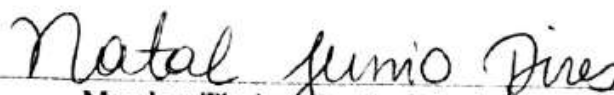
Presidente e Orientador: Dr. Maurício Antônio Carneiro
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá



Membro Titular e Co orientador: MSc. Silvânia Alves Braga
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá



Membro Titular: MSc. Felipe Valença de Oliveira
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá



Membro Titular: Dr. Natal Junio Pires
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá

DEDICO ESTE TRABALHO

Dedico este trabalho primeiramente ao Pai Celestial que sempre foi o meu Norte nessa vida, dedico aos meus pais por tudo que fizeram por mim, ao meu irmão por ser sempre companheiro e para todos meus amigos e familiares que me fizeram acreditar em meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma neste trabalho, diretamente ou indiretamente, agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro pela paciência, pelos ensinamentos e experiências que compartilhamos, agradeço a minha Co orientadora Profa. MSc Silvânia Alves Braga por todo apoio no momento que precisei, por juntamente comigo tentar superar todas as dificuldades que fomos submetidos durante o processo deste trabalho, ao Professor Natal Pires e ao amigo Marlos Borges, que mesmo não estando envolvidos diretamente ao trabalho tiveram prontidão e disponibilidade para me ajudar sempre que necessário, aos meus amigos pelo apoio moral durante essa difícil trajetória e a minha família sempre importante na minha vida.

“Cada sonho que você deixa para trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir”.

Steve Jobs

RESUMO

Uma campanha de amostragem geoquímica de rochas e solo, além de coleta de amostras de calha em poços de pesquisa, foi realizada nas rochas supracrustais região de Cláudio, Minas Gerais. As amostras foram analisadas em laboratórios especializados e um volumoso banco de dados geoquímicos foi obtido. Este banco de dados recebeu, neste trabalho, um tratamento estatístico com o objetivo de determinar, ou não, a presença de alguma anomalia de metais nobres nas rochas da sequência supracrustal de Cláudio. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os temas relativos à pesquisa, tratamento dos resultados em softwares apropriados (ArcGis e Minitab), e respectiva discussão dos resultados obtidos do tratamento realizado. Os resultados obtidos indicam que existem anomalias de Au, As, Cu, Cd, Ag, Cr, Sc, V, Pd, Pt e Co na região estudada. Mas, como em toda prospecção mineral, novos procedimentos prospectivos devem ser efetuados no sentido da caracterização de um, ou mais, depósito mineral na região.

Palavras chave: geoquímica; anomalias; estudo estatístico;

ABSTRACT

A geographic sampling of rocks and soil, as well as the collection of samples of calculations in research, was carried out in the supracrustal rocks of Cláudio, Minas Gerais. As samples were analyzed in specialized laboratories and a voluminous geochemical database for obtained. This database, in this work, a statistical treatment with the purpose of determining or not a presence of noble metal anomalies in the rocks of the supracrustal sequence of Cláudio. For this, a bibliographic review was carried out on the topics related to research, treatment of results in appropriate software (ArcGis and Minitab), and on the results obtained by the treatment performed. The results indicate that there are anomalies of Au, As, Cu, Cd, Ag, Cr, Sc, V, Pd, Pt and Co in the studied region. But, as in all mineral prospecting, new prospective procedures do not require a characterization requirement for one or more mineral deposits in the region.

LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Estilos de mapeamento geológico.	16
Figura 2.2 - Trincheiras abertas manualmente e mecanicamente (NETO 2010).	18
Figura 2.3 - Quarteador do tipo Jones (Fonte: SondaTerra.).....	22
Figura 2.4 - Perfil do solo (NETO, 2010).	25
Figura 2.5 - Esquema da localização da Folha Divinópolis (CPRM 2013).	30
Figura 2.6 - Mapa Geológico da Região estudada.	30
Figura 3.1 - Ferramenta do MINITAB utilizada para importar o banco de dados.	34
Figura 3.2 - Ferramenta do MINITAB utilizada para a análise estatística.	35
Figura 3.3 - Classes e cores da interpolação.	38
Figura 3.4 - IDW (IQD) e parâmetros utilizados.	38
Figura 4.1 - Configuração geográfica/geológica da malha de amostragem.	40
Figura 5.1 - Sumário Gráfico do Ouro (ppb), amostras em malha.	67
Figura 5.2 - Sumário para Pd (ppb), amostras em malha.	68
Figura 5.3 - Sumário para As (ppm), amostras em malha.	69
Figura 5.4 - Sumário para Co (ppm), amostras em malha.	70
Figura 5.5 - Sumário para V (ppm), amostras em malha.	71
Figura 5.6 – Sumário para Cd (ppm), amostras em malha.	72
Figura 5.7 - Sumário para Ni (ppm), amostras em malha.	73
Figura 5.8 - Sumário para Cu (ppm), amostras em malha.	74
Figura 5.9 - Sumário para Cr (ppm), amostras em malha.	75
Figura 5.10 - Sumário para Sc (ppm), amostras em malha.	76
Figura 5.11 - Sumário para Ag (ppm), amostras em malha.	77
Figura 5.12 - Sumário para Pt (ppb), amostras em malha.	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 5-1 - Background, CLARKE mundial e das rochas ultramáficas em ppm 66

SUMÁRIO

Resumo	7
Abstract	8
1 Introdução	13
2 Revisão Bibliográfica.....	15
2.1 Técnicas de pesquisa mineral.....	15
2.1.1 Mapeamento em superfície.....	15
2.1.2 Trincheiras e poços de pesquisa.....	17
2.1.2.1 Trincheiras	17
2.1.2.2 Poços de pesquisa.....	18
2.1.3 Amostragem.....	19
2.1.3.1 Coleta das amostras	19
2.1.3.1.1 Amostragem de canal	20
2.1.3.1.2 Amostragem de fragmentos	20
2.1.3.1.3 Redução das amostras	21
2.2 Geoquímica.....	22
2.2.1 Geoquímica de solo (Pedogeoquímica)	24
2.2.2 Geoquímica de rocha.....	25
2.3 Anomalias e background.....	26
2.4 Análises estatísticas de dados geoquímicos	28
2.5 Localização e contexto geológico.....	29
2.5.1 Geologia da região estudada	30
2.5.1.1 Cráton São Francisco	31
2.5.1.2 Complexo Metamórfico Campo Belo.....	31
3 Metodologia	33
3.1 Organização, validação e estudo do banco de dados	33
3.2 Tratamento estatístico dos resultados geoquímicos.....	33
3.3 Localização e tratamento gráfico das amostras com ArcGis	36
4 Tratamento dos resultados.....	40
4.1 Distribuição e configuração geográfica das curvas de Isoteores	40
4.1.1 Ouro.....	42
4.1.2 Arsênio.....	44
4.1.3 Cádmio	46
4.1.4 Prata	48
4.1.5 Escândio	50
4.1.6 Vanádio.....	52
4.1.7 Paládio.....	54
4.1.8 Cobalto	56
4.1.9 Platina	58
4.1.10 Cobre.....	60
4.1.11 Níquel	62
4.1.12 Cromo	64
5 Tratamento estatístico dos resultados geoquímicos.....	66
5.1 Ouro.....	66
5.2 Paládio.....	67
5.3 Arsênio.....	68
5.4 Cobalto	69
5.5 Vanádio.....	70
5.6 Cádmio	71
5.7 Níquel	72
5.8 Cobre.....	73
5.9 Cromo.....	74
5.10 Escândio	75
5.11 Prata	76

5.12	Platina.....	77
6	Conclusões	79
7	Referências.....	81
8	Anexo 1 – Análises geoquímicas das amostras da região de Cláudio, MG. ...	82

1 INTRODUÇÃO

Ocorre na região de Cláudio, no centro sul de Minas Gerais, uma sequência supracrustal constituída de rochas ultramáficas, pelíticas e arenosas, metamorfasadas em médio e alto grau, correlacionável ao Supergrupo Rio das Velhas que, sabidamente, é uma sequência supracrustal arqueana intensamente mineralizada, situada no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Assim posto, esse trabalho objetiva responder as seguintes questões: existem anomalias de elementos químicos na serra das supracrustais de Cláudio? Qual seria a explicação geológica para tal fenômeno?

Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar as prováveis anomalias, utilizando da geologia local e do banco de dados, obtendo uma relação entre eles, com intuito de identificar as prováveis anomalias existentes, chegando a traçar e definir um possível depósito mineral, apresentar estes resultados e fundamentar cientificamente outros estudos posteriores.

Então, para responder essas questões, no intuito de aferir um possível depósito mineral, as rochas da sequência supracrustal da Serra de Cláudio, especialmente as ultramáficas foram prospectadas geoquimicamente para identificação de possíveis anomalias de metais nobres. Isso gerou um grande banco de dados que será analisado e tratado estatisticamente neste trabalho (Anexo 1). Isso, aliado ao conhecimento geológico da região de Cláudio, poderá fundamentar novos procedimentos prospectivos no sentido de caracterizar algum tipo de depósito mineral na região.

Acreditamos que os resultados dessa investigação possam auxiliar na descoberta de um depósito mineral inexplorado, incentivando novas pesquisas no local, as quais podem confirmar a hipótese deste trabalho, trazendo grandes benefícios tanto para a comunidade científica por obter uma nova região para pesquisa, quanto para a sociedade da região, por trazer novos empregos caso for confirmado alguma relevância econômica na região.

Para o desenvolvimento deste trabalho, optou-se pela investigação quantitativa de dados, utilizada em um estudo de caso, que seria a região de Cláudio, utilizando um método de hipotético dedutivo, formulando a hipótese de um possível depósito mineral, e de um estudo que tenta comprovar esta hipótese, os procedimentos no processo do trabalho foi uma seleção minuciosa de bibliografias as quais se relacionassem ao máximo com o assunto do trabalho, tanto no âmbito geológico quanto no de pesquisa mineral.

Os autores que foram utilizados como base para este trabalho, foram os autores dos livros de pesquisa mineral lidos e dissertação de mestrado da UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto); Mário Tavares de Oliveira Cavalcanti Neto; Alexandre Magno Rocha da Rocha; R. M. Pereira; Ricardo Jorge Lôbo Maranhão - autores de livros sobre prospecção mineral e Danielly J. Figueiredo Couto, autora de uma dissertação de mestrado na região, que forneceu o arcabouço geológico para a pesquisa.

A metodologia a ser utilizada na realização desse trabalho consistiu em: revisão bibliográfica, tratamento estatístico dos resultados, análise e discussão dos resultados, comparação com regiões similares e conclusão. A revisão bibliográfica foi compartimentada em quatro etapas para o melhor desenvolvimento do conhecimento que será utilizado neste trabalho, a saber: Técnicas de pesquisa mineral; Estudo geoquímico de rocha e solos; Anomalias e background (Clarke); e Geologia da Região de Cláudio.

Para tal, foi utilizado o software ArcGis, visando correlacionar graficamente a geologia e os dados geoquímicos, tornando visível distribuição espacial das concentrações; auxiliando a sua interpretação no sentido de evidenciar características geológicas responsáveis por anomalias, assim como a extensão dessas anomalias e a correlação dos elementos químicos de comportamento similar.

O tratamento estatístico dos resultados foi realizado no Minitab e, também, dividido em tópicos, sendo eles: Tratamento estatístico dos resultados geoquímicos; Tabelamento de resultados e parâmetros estatísticos; e o emprego do software ArcGis para tratamento gráfico dos dados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Técnicas de pesquisa mineral

De acordo com o DECRETO-LEI Nº 227, DE 28 DE FEVEREIRO DE 1967, pesquisa mineral se entende por: “execução dos trabalhos necessários à definição da jazida sua avaliação e a determinação exequibilidade do seu aproveitamento econômico”.

Estes trabalhos ou processos são feitos em campo e também em laboratórios, a junção dos resultados destas técnicas e de outros fatores é que caracterizam ou não uma jazida, vale ressaltar que nem sempre estudos de pesquisa mineral irão identificar uma jazida. A pesquisa mineral é a etapa de origem de toda atividade mineral existente, logo sem ela não existe mineração.

2.1.1 Mapeamento em superfície

Os mapeamentos cartográficos e geológicos de superfície são de total importância para a pesquisa mineral. Tanto que, para se começar qualquer trabalho de pesquisa mineral, é fundamental a existência de uma base cartográfica local. Em suma, esses mapas são a base de uma pesquisa mineral, pois é a partir deles que é obtido informações importantes para traçar as técnicas e a localizar os prováveis depósitos identificados a partir da prospecção mineral.

Um princípio para se realizar um mapeamento geológico consiste na escolha de sua escala, que deve ser suportada por um mapeamento cartográfico precedente. No mapa geológico estarão os registros dos afloramentos na região, as diferentes unidades geológicas, as informações estruturais e estratigráficas, de modo a expressar todas as informações necessárias para fundamentar as conclusões posteriores da pesquisa mineral.

Sempre que se tem interesse de confeccionar algum mapa geológico, é necessária uma pesquisa acerca dos conhecimentos geológicos prévios da região tais como a consulta de mapas geológicos antigos; publicações em revistas; enfim, qualquer informação que possa fornecer quaisquer subsídios

que possam orientar a obtenção de novos elementos geológicos que serão introduzidas no novo mapa. Quanto mais informação for obtida, mais exato e de melhor qualidade será o novo mapa produzido.

Após obter todos os dados em pesquisa bibliográfica, é hora de recolher informações no campo, a execução em si do mapeamento. Quatro estilos de mapeamento geológico devem ser considerados: Caminhamentos perpendiculares às feições geológicas regionais; Caminhamentos paralelos às feições geológicas regionais; Mapeamento segundo LB (linha-base) e Picadas; e Mapeamento de Exposições (Afloramentos).

O caminhamento perpendicular às feições geológicas regionais é utilizado em várias escalas e diferentes mapas. Ele tem como objetivo identificar as litotipos, estratigrafias e as principais estruturas desta área. O caminhamento paralelo utiliza-se em estudos de poucos detalhes. Ele tem como único objetivo averiguar a continuidade das feições e também falhas de baixos ângulos.

Mapeamento segundo Linha Base e Picadas é utilizado em escalas de detalhes, que depende do levantamento topográfico da região. As picadas são identificadas com piquetes, assim como os afloramentos e as rochas. O método de mapeamento de exposições é produzido quando se tem necessidade de mostrar o que é um afloramento no mapa e o que é uma interpretação geológica. Na maioria dos mapas existentes, não se tem essa diferenciação, então ele é utilizado somente para mapas as quais são necessários esta distinção.

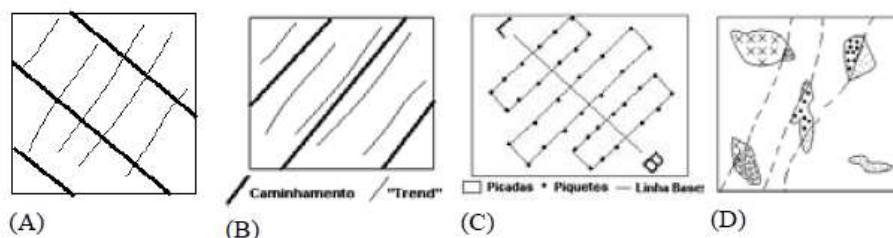


Figura 2.1 - Estilos de mapeamento geológico: (a) caminhamento perpendicular às feições geológicas regionais; (b) caminhamento paralelo às feições geológicas regionais; (c) mapeamento segundo linha-base e picada; (d) mapeamento de afloramentos (NETO 2010).

Em qualquer dos métodos de mapeamento, temos as estações; estações e algum ponto estratégico de parada para coleta de dados, descrição do afloramento, identificação da mineralogia, textura, estrutura e informações obtidas com a bússola, etc. Coletam-se também amostras nestas estações, e orientam-se espacialmente estas amostras.

Como algumas informações e traços dos afloramentos já são obtidos com o avanço do caminhar é possível já se ter um esboço do mapa geológico, fazendo com que já se tenha correlações e checagens nesta etapa, ajudando a definir os próximos passos a serem tomados a partir de cada ponto, fazendo com que na próxima etapa já se tenha ideia do traçado dos contatos das rochas fazendo a confecção do mapa geológico.

Após toda essa fase de estudo bibliográfico e de campo, já se obtém informações necessárias para a finalização do mapa geológico, depois de sua elaboração utiliza-se das informações nele contidas para continuar a fase de pesquisa mineral, escolhendo áreas para melhores estudos de sondagens, geoquímica, geofísicas, trincheiras, poços, etc.

2.1.2 Trincheiras e poços de pesquisa

2.1.2.1 *Trincheiras*

Trincheiras são valas ou furos, com pequena profundidade, as quais servem para ver continuidade e sequência de camadas de um solo, servem para fazer um afloramento artificial das rochas ou de alguma camada de solo. É de costume que não se tenha trincheiras com profundidades superiores a três metros, devido a fatores de segurança para amostragem. Entretanto, não se tem alguma profundidade máxima a ser utilizada pois isso depende da litologia e da competência da rocha, ou solo a qual é escavada a trincheira. As trincheiras podem ser abertas manualmente, com o uso de máquinas ou, até mesmo, usando explosivos quando se tem uma material dureza mais elevada. As trincheiras podem ser perpendiculares ou paralelas ao sentido da tendência geológica regional.



Figura 2.2 - Trincheiras abertas manualmente e mecanicamente (NETO 2010).

Antes de começar a escavação das trincheiras, deve ser feito um estudo nos mapas geológicos e nos dados obtidos em pesquisas anteriores. A locação e a dimensão das trincheiras são definidas também neste estudo. As coordenadas podem ser definidas com ajuda de dados GIS (Geographical Information System), e a localização em campo feita utilizando um GPS (Global Positioning System).

O material desmontado das trincheiras deve ser depositado em local onde não possa atrapalhar o andamento da pesquisa, e que não forneça nenhum perigo de soterramento para algum funcionário que ali trabalha, as trincheiras feitas de modo perpendicular as feições geológicas regionais servem para verificar os contatos e a continuidade do corpo, já aquelas feitas paralelas à tendência geológica regional servem apenas para verificar a continuidade do corpo de minério.

2.1.2.2 Poços de pesquisa

Os poços de pesquisa têm o mesmo objetivo das trincheiras, mas diferenciação deles está em sua geometria. Poços costumam ser mais profundos e podem conter seção quadrada, retangular ou circular. Ele é escolhido em detrimento à trincheira nas seguintes situações:

- a. No caso de a profundidade de três metros não satisfazer o objetivo da pesquisa;
- b. Para verificar a estratigrafia de corpos em profundidades superiores a três metros;

- c. Em locais onde o material é pouco coeso e resistente;
 - d. Onde a geometria de uma trincheira não seria aconselhável.
-

Tanto nos poços quanto nas trincheiras é aconselhável recolher amostras em diferentes contatos, profundidades, com intuito de se obter um estudo geoquímico e mineralógico dos mesmos. Isso é fundamental para definir e correlacionar diversos dados obtidos em cada um dos poços ou trincheiras.

2.1.3 Amostragem

Amostragem em geral, são porções pequenas de um montante, aos quais recolhemos para definir parâmetros onde interpolamos para todo o resto do solo ou rocha. São pequenas porções as quais tem que ser representativas, a escolha dessas amostras segue todo um manual, a qual deve ser seguida de melhor forma possível, a fim de evitar erros causados durante o processo de amostragem ou também na sua análise.

Em todo o processo de pesquisa mineral é utilizada a prática de amostragem, entretanto na fase inicial o processo de amostragem é bastante pequeno e pouco regular, já que essas amostras são recolhidas apenas em afloramentos, poços, trincheiras e em furos de sondagem. O objetivo da amostragem, nestas etapas, é obter um teor médio, comparar com o teor crítico de outras jazidas similares, para decidir se tem ou não a possibilidade avaliar com mais detalhes o provável depósito.

O processo de amostragem envolve três etapas:

- a. Coleta das amostras
 - b. Redução das amostras
 - c. Análise laboratorial.
-

2.1.3.1 Coleta das amostras

O processo da coleta de amostras pode ser realizado de diversas maneiras: amostragem de canal, amostragem de fragmentos, amostragem semindustrial, amostragem com sondas. A seguir serão expostas e discutidas

as amostragens de canal e fragmentos, que foram as utilizadas no processo de recolhimento de amostras deste trabalho.

2.1.3.1.1 Amostragem de canal

O processo consiste em abrir um canal na face exposta do minério, estes canais têm profundidade e largura constantes, o material recolhido cai sobre uma lona que é colocada em baixo do canal, quando o minério aflora nos poços, trincheiras e galerias, seus fragmentos caem sobre a lona.

Quando o minério não é homogêneo, abre-se canais tanto na parte pobre, quanto na parte rica a ser estudada. Estas amostras podem ser misturadas posteriormente e utilizadas como uma única amostra. Essa maneira de recolhimento é indicada, para que não haja um favorecimento a partes onde o material seja rico.

A maneira de como vai ser aberto este canal, vai depender sempre da orientação e da geometria do minério. Ele deve ser aberto sempre da maneira que tenha maior contato com este minério. A distância destes canais vai depender também da regularidade do minério.

Deve-se limpar a superfície do minério ou a faixa a ser amostrada antes da realização da amostragem, para que possa ter um alívio nos contaminantes na amostra, como lamas, sais solúveis, etc. Quando a limpeza é difícil pode utilizar escova de pelo duro e os fragmentos que se soltarem podem ser removidos e descartados.

Depois do processo, numeram-se as amostras, fazem-se todas as anotações em termos de esquemas geológicos, particularidades do minério e da mineração dos locais amostrados. Anota-se também a espessura, mergulho e o comprimento do minério e do canal.

2.1.3.1.2 Amostragem de fragmentos

É a técnica que consiste em uma amostragem que se recolhe uma série de fragmentos que são retirados das faces expostas do corpo de minério. Os fragmentos recolhidos devem ter o mesmo peso. É recolhido em média 12 a 16 fragmentos por cada local amostrado.

Quando se tem depósitos muito irregulares recolhe maior número de fragmentos podendo chegar a 50 fragmentos em cada local amostrado. A distância entre postos de amostragem pode ser definida do mesmo modo que na de canal. Também é aconselhável a lavagem do minério antes da amostragem para evitar as mesmas complicações da amostragem de canal.

2.1.3.1.3 Redução das amostras

Em qualquer método ou processo de amostragem, a quantidade em volume das amostras é muito grande para laboratórios, então é preciso fazer sua redução. Entretanto, essa diminuição deve ser feita de tal forma que o conteúdo de importância dessas amostras não sofra alguma diminuição ou aumento em quantidade relativa. Admite-se erros por redução somente da grandeza de gramas, o que dá uma grande importância a essa fase da amostragem.

Um processo de redução que solucionaria o problema, seria a britagem. Ela reduziria a granulometria de todas as partículas e, após essa redução, este material poderia ser quarteado e as alíquotas não apresentariam um grande erro. Entretanto, para que se tenha uma liberação nas partículas, elas deveriam estar entre 0,1 e 0,07 mm. Para grandes partículas, esse processo, além de depender muito tempo, teria um alto custo.

De certa maneira, todas as amostras passam por uma britagem, ou uma redução primária, a qual tende a deixar homogêneo o material da amostragem. Dependendo da granulometria deste material, a britagem pode ser feita com moinhos. Após essa primeira redução, o material é aferido granulometricamente com o auxílio de peneiras ou manuais ou vibratória. Isso vai depender do tamanho das amostras. O material aferido e aprovado no teste de granulometria passará por uma segunda redução seja ela feita por quarteamento, ou com o auxílio de aparelhos aos quais chamamos de redutores.

O quarteamento é quando se reúne a amostra em um cone, que é subdividido em quatro partes iguais. As amostras do 1º e do 3º quadrante são separadas do conjunto e o restante é misturado até ficar homogêneo e faz

novamente outro quarteamento. São retiradas neste segundo quarteamento o 2º e o 4º quadrante. Assim uma redução de $\frac{1}{4}$ realizada no volume da amostra primária. O quarteamento é indicado quando se tem amostras de grande volume. Esse processo pode ser feito quantas vezes quiser, depende da quantidade de material que se quer ter no final da quarteamento (Neto 2010)

Quando se tem pequena quantidade de material é utilizado aparelhos aos quais denominamos redutores, podem ser eles do tipo Jones, Splitter ou Kolomeichenko's Splitter, eles promovem uma redução mais correta.



Figura 2.3 - Quarteador do tipo Jones (Fonte: SondaTerra.)

2.2 Geoquímica

Geoquímica é qualquer tipo de estudo a qual procura medir o conteúdo de elementos ou traços de qualquer tipo de material geológico, possa ele ser solo, rocha, sedimentos de corrente, etc. O intuito dessa parte da prospecção mineral é definir uma comparação entre valores de elementos na rocha amostrada e no seu background, com intuito de localizar anomalias.

Essa etapa é importante na definição de jazidas, pois os elementos encontrados na superfície ou em rochas são frutos da mobilidade do mesmo. Ela pode ocorrer de diversas maneiras, pode estar elas ligadas ao fenômeno

mineralizante, como por exemplo veios de fluidos termais, ou a fatores externos, como por exemplo intemperismo.

Todos os depósitos, aos quais foram encontrados no planeta até hoje, estão relacionados a, no mínimo, dois fenômenos geoquímicos, segundo Neto (2010). Os elementos têm diferentes mobilizações e, por isso, de acordo com a quantidade de cada elemento é possível prever a ocorrência de depósitos numa região. Elementos com grande mobilidade podem ser encontrados a maiores distâncias de um depósito. Já elementos de pequena mobilidade são encontrados nas proximidades de um depósito. Assim certos elementos ajudam a definir mais ou menos a localização de um depósito.

De acordo com essa mobilização classificamos os elementos como elementos móveis e elementos imóveis. Como os nomes já dizem os elementos móveis são aqueles que tem facilidade de solubilização e são carregados facilmente por fluidos. Elementos imóveis também são transportados, porém devido a sua dificuldade com a solubilização, o seu transporte ocorre apenas por fenômenos mecânicos. Elementos que tem grande afinidade entre si, costumam sempre ser dispersados em comum.

Devido a essa associação de elementos, quando se faz uma pesquisa ou análise química, dá-se maior importância para o elemento farejador ou indicador. Este elemento é o que ocorre em associação com o elemento desejado, as vezes em pequena proporção. O que caracteriza esses elementos farejadores é a facilidade de mobilidade, e serem determinadas analiticamente com facilidade. Essas características os tornam mais fáceis de serem localizados devidos também a maior extensão e intensidade de sua dispersão.

A pesquisa geoquímica utilizada neste trabalho foi realizada em solos e rochas, em amostras coletadas no solo, poços, afloramentos, etc. O entendimento da mobilização dos elementos, os elementos que se associam e o grau de mobilidade de cada é o que importa pela parte de geoquímica estudada, pois vai ajudar na interpretação da possível caracterização do depósito mineral.

2.2.1 Geoquímica de solo (Pedogeoquímica)

Pedogeoquímica é o processo de análise geoquímica do solo. Solo é a parte resultante do intemperismo das rochas. Portanto as amostras que recolhemos do solo representam, em parte, a geoquímica das rochas das quais este solo se originou.

Os solos podem ser solos que originaram no local (autóctones) ou foram transportados (alóctones). Os solos que estão no local de sua origem são chamados de “in situ” e os que sofreram transportes são chamados de solos transportados. Quando o solo é “in situ” ele fornece informações do que está abaixo dele. Diferente de sedimentos de correntes ou solos transportados.

O solo em si é separado em horizontes, que respondem a estratigrafia deste solo e se diferenciam por graus de intemperismos, quanto mais distante da rocha mãe, mais intemperizado está o solo. A espessura de cada camada depende do ambiente onde ele se encontra e essas camadas são chamadas de: A, B, C e R. As camadas A e B formam o *solum*, a camada C é a rocha parcialmente intemperizado e a camada R é a rocha sã. Uma outra camada pode surgir sobre a camada A que é a camada de matéria orgânica que chamamos de húmus.

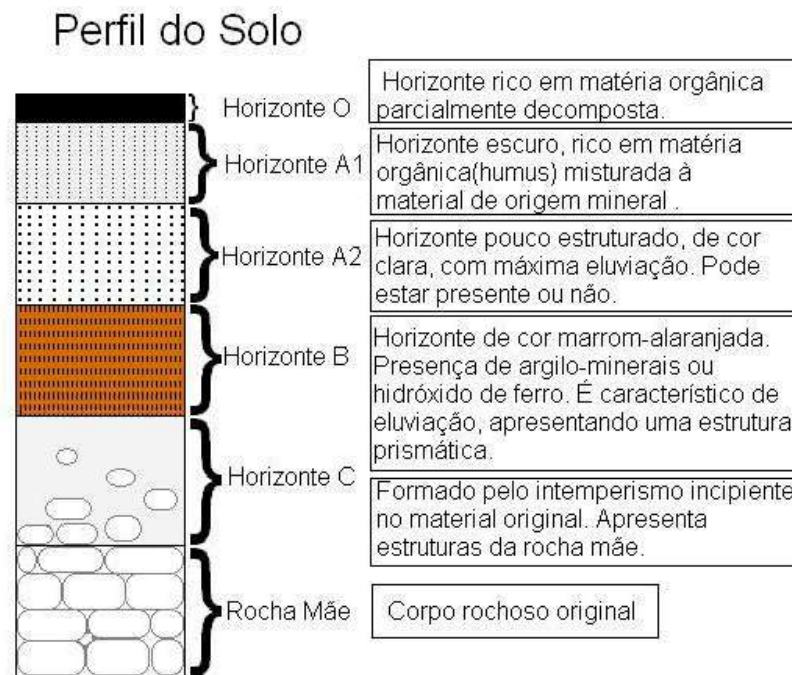


Figura 2.4 - Perfil do solo (NETO, 2010).

As amostras de solo costumam seguir uma malha de coleta com afastamento e espaçamento constantes, entretanto pode ir alterando essa malha de acordo com os resultados obtidos, ou por modificações no conhecimento no avançar da pesquisa. Essas coletas costumam ser perpendiculares ao trend ou na direção do corpo de minério. Em geral, recolhe-se apenas o Horizonte B. Em regiões semiáridas onde se tem pequena espessura de solos podemos chegar a recolher amostras no saprolito com auxílio de equipamentos que facilitam essa coleta.

A malha de coleta vai depender da mobilidade dos elementos que se tem interesse, por exemplo, se tem maior mobilidade utiliza-se uma malha menos densa, e quando se tem pouca mobilidade utiliza-se uma malha mais densa, quem define a malha é a chefia e a gerência do projeto, sendo que todo cuidado com a malha é tomado para que não se perca informação ou recolha informação desnecessária.

2.2.2 Geoquímica de rocha

É o método onde se estuda a geoquímica nas rochas. Esta geoquímica abrange dois métodos de coleta de dados: fragmentos de rochas e amostragem de canal. Ambos são utilizados nas campanhas que visam à

cubagem das reservas. Nesse caso, a distância entre as amostras e os tamanhos dos canais é definido matematicamente para que tenhamos uma amostra representativa.

Nesta fase da geoquímica, conceitos que envolvem quantificar o depósito devem ganhar maior importância. As suas comparações com o background se tornam mais importantes, desde que essas amostras sejam recolhidas na rocha hospedeira. Quando não é feito na rocha hospedeira não se utiliza o pensamento de quantificar o depósito.

Durante o campo é importante que o técnico responsável pela pesquisa fique monitorando todo o trabalho, para que o espaçamento entre as amostras e suas dimensões sejam mantidas durante todo o processo. Abordagem e isolamento das amostras, para que não sejam contaminadas, também deve ser conferida pelo técnico responsável. A identificação, o transporte o armazenamento, tudo que envolve o trajeto destas amostras até o momento que é entregue o laboratório, é de responsabilidade do técnico responsável.

O volume a ser amostrado varia de acordo com a textura da rocha ou granulometria da mesma. Quanto menor a textura ou granulometria, menor deve ser sua amostra, pois também se necessita de menor redução antes do envio para o laboratório. Empresas especializadas em pesquisa costumam ter local onde armazenam, separam as amostras, britam, reduzem e enviam para os laboratórios. Podendo também fazer a separação por minerais, o que não se utiliza se for análise de rocha total.

As análises feitas podem ser de rocha total ou por minerais, estes resultados são expressos em relatórios, mapas, perfis geológicos, blocos diagramas, de maneira com que torne visíveis os resultados desta pesquisa, e começa a se ter ideia do depósito mineral.

2.3 Anomalias e background

Anomalias e background são termos que se relacionam no momento em que se tenta quantificar um depósito. Nessa etapa de comparação entre teores obtidos em uma análise química de rocha ou solo, definimos, ou não, se as

anomalias são relevantes. Essa classificação também depende da comparação entre os teores médios das amostras e seu background.

Podemos definir como anomalia, uma concentração elevada de certo elemento em uma rocha, a qual é muito superior se comparado com outras rochas de mesma natureza. A concentração normal, a qual deve ser comparada, é o CLARKE. Entretanto, a considerar e classificar alguma discrepância química como anomalia, deve-se observar se a rocha amostrada tem tendências de conter esse elemento. Pois, alguns tipos de rochas têm afinidades com alguns elementos e, por isso, são metalotectos, como por exemplo, o nióbio por carbonatitos (Neto 2010).

Quando se quer fazer a comparação dos resultados de uma amostra com um nível de detalhe mais regional, comparamos esses resultados com o que chamamos de Background. Esse seria um tipo de CLARKE, só que com um enfoque mais regional. Por exemplo, cria-se para uma região pesquisada, uma relação geral de teores geoquímicos dos elementos analisados regionalmente. Isso será o Background local ou regional, enquanto o CLARKE corresponde o enfoque mundial da distribuição dos elementos por rochas, solos, água, etc.

O teor que separa uma anomalia de um background, chamamos de limiar, todos esses valores dependem de uma série de variáveis que são calculados utilizando técnicas estatísticas, podendo depender até do valor deste mineral no mercado, pois envolto teor de corte entre outros fatores também.

Na pesquisa sempre se procura valores de anomalias positivas, o que seria valores acima da concentração normal do local. Em uma primeira fase de análise de dados consideram-se anomalias todos os valores superiores ao CLARKE. Depois de uma análise mais profunda e específica, consideram-se anomalias os valores maiores que o valor médio do elemento em seus Metalotectos. Para que se torne um depósito mineral e tenha uma relevância econômica, seus valores médios devem ser maiores que o cut-off (teor de corte) do minério (NETO 2010)

2.4 Análises estatísticas de dados geoquímicos

Sempre que se tem uma análise geoquímica, acontecem problemas e sempre se tem dificuldades em definir parâmetros estatísticos aos quais vão ajudar na análise e interpretação deste banco de dados, para chegar a identificar as anomalias, que é o objetivo de todo estudo de pesquisa mineral. Sempre é importante salientar, que quando se depara com um banco de dados, não é possível identificar estas anomalias, isso também contando que toda parte de amostragem foi feita de forma correta (Andriotti 2010).

A análise estatística de dados geoquímicos vai girar em torno de vários parâmetros estatísticos aos quais vão auxiliar na interpretação e na análise deste banco de dados, dentre eles vai ser utilizado a média, mediana, primeiro quartil, terceiro quartil, curtose, simetria, uma representação em boxplot e em histograma também, para que junto com a simetria e a curtose haja uma comparação com a distribuição normal.

Para uma melhor interpretação e entendimento de qual o objetivo de cada parâmetro e o que ele significa, será feito uma breve explicação de cada um deles e de sua importância neste estudo.

- Média: é a média aritmética dos dados, é utilizada na maioria das vezes como um ponto de referência padrão, seu objetivo neste trabalho é utilizar e comparar com outras medias dos backgrounds.
- Mediana: É o valor central da distribuição dos dados, onde metade dos dados ou é menor ou igual a ele, usado na análise da distribuição, caso a distribuição fugir muito da normal, é utilizado a mediana no lugar da média para comparação entre backgrounds.
- Quartis: Estes são utilizados em medidas de dispersão, representados no boxplot, ajuda a identificar outlier (anomalias), importante neste estudo como parâmetro de representatividade de anomalias.

- Curtose: é o quanto é achatado a curva de distribuição, em relação a distribuição normal, é utilizado mais como comparação com a normal para definir qual tipo de distribuição se tem.
- Assimetria: é o grau de desvio de uma curva no sentido horizontal em relação a normal, podendo ele ser positivo ou negativo, juntamente com a curtose é utilizado como comparação e definição de qual distribuição os dados seguem. Onde valores de assimetria estiverem entre -1 e 1 são considerados altamente assimétricos, valores entre -1 e -0.5 ou entre 0.5 e 1 são considerados moderadamente assimétricos, e valores entre -0.5 e 0.5 são aproximadamente simétricos.

Diferente de outros estudos estatísticos, em um estudo geoquímico nem sempre se descarta *outliers*, a menos que seja notório que sua presença seja efeito de algum erro. Estes *outliers* são interessantes para o estudo, porém esses *outliers* devem ser estudados com mais detalhe para que eles não estejam superestimando e atrapalhando a análise estatística. Existem diversas técnicas para fazer um estudo destes dados, e para fazer a sua exclusão. Muitos descrevem a técnica mais utilizada como definir um limiar de duas vezes o desvio padrão, três vezes o desvio padrão, ou até mesmo utilizar quartis para calcular esse limiar, porém é considerado importante a interpretação destas anomalias e sua utilização no estudo (Adriotti 2010).

2.5 Localização e contexto geológico

A cidade de Cláudio localiza-se na porção meridional do Cráton São Francisco, em Minas Gerais, na folha topográfica Divinópolis (escala 1:100000; Figura 2.6). Esta região abrange tanto rochas do Complexo Metamórfico Divinópolis, quanto o Complexo Metamórfico Barbacena, sendo que ambos pertencem ao complexo metamórfico de Campo Belo (Ferreira 2004).

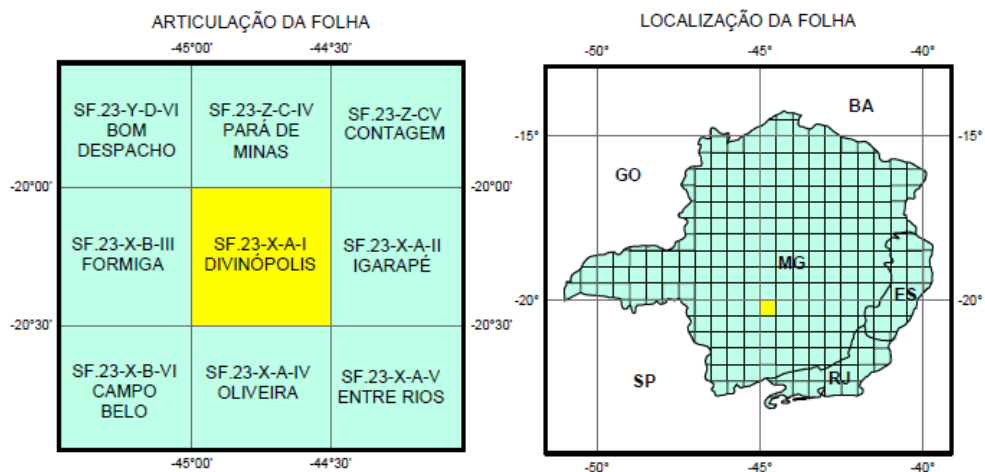


Figura 2.5 - Esquema da localização da Folha Divinópolis (CPRM 2013).

2.5.1 Geologia da região estudada

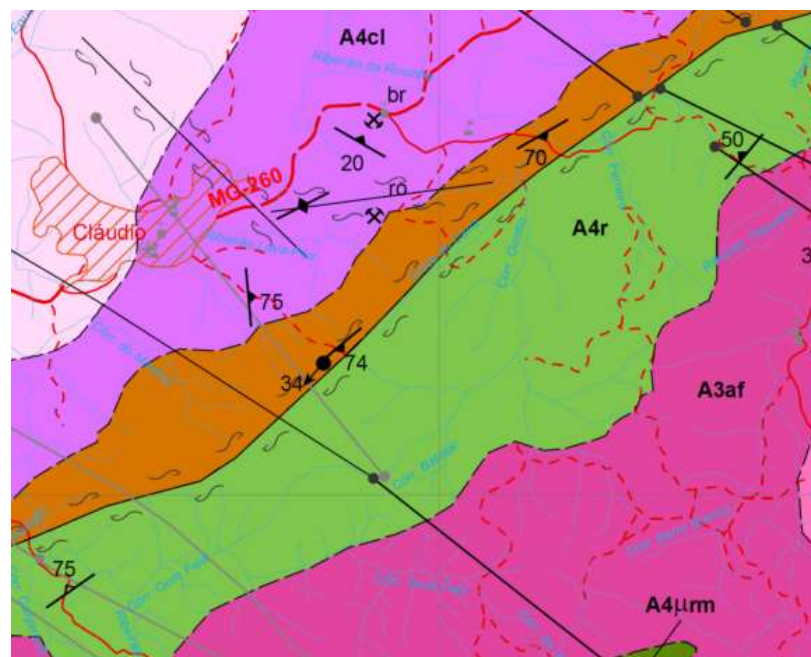


Figura 2.6 - Mapa Geológico da Região estudada. Unidades Geológicas: Supergrupo Rio das Velhas (verde), Supergrupo Minas (marrom), Gnaiss Alberto Flores (rosa) e Gnaiss Claudio (roxo), escala 1:100.000 (Fonte CPRM, 2013).

A região encontra-se na parte inferior da folha Divinópolis, perto da folha Oliveira, o local onde foi feita as amostragens é possível identificar quatro estratigrafias diferentes, sendo elas mostradas no mapa (Figura 2.6). O SGRV

(Supergrupo Rio das Velhas) é limitado em suas extremidades por descontinuidades, é constituído grande parte por rochas máficas e ultramáficas (Komatiitos) e contendo algumas formações ferríferas, tem sua datação no Neoarqueano. Supergrupo Minas é uma sequência paleoproterozoica com bastante sequencias metassedimentares, que está sobre o Supergrupo Rio das Velhas, composta por quartzitos, filitos e xistos. O Gnaiss Alberto Flores é de idade mesoarqueana é um gnaiss bandado, de cor cinza e granulação média. O Gnaiss Cláudio é uma formação do Neoarqueano com características bastante parecidas com o Gnaiss Alberto Flores.

2.5.1.1 Cráton São Francisco

O Cráton São Francisco abrange em sua extensão os estados da Bahia e Minas Gerais e é a mais exposta e estudada unidade tectônica da plataforma Sul-Americana (Almeida 1977).

Definido por Almeida (1977), o Cráton do São Francisco é uma feição tectônica do Neoproterozóico, que foi moldada pelo Evento Brasileiro, e delimitada pelas faixas Brasília, a sul e oeste, Rio Preto a noroeste, Riacho do Pontal e Sergipana, a norte e Araçuaí a sudeste (Alkmin *et al.*, 1993).

Apud: A porção meridional do Cráton São Francisco é constituída por um substrato siálico e por um cinturão móvel marginal, a maior parte da região do cráton e coberta por sedimentos do meso- e Neoproterozóico, esses sedimentos são relacionados aos Supergrupos Espinhaço e São Francisco (Alkmin *et al.* 1993; Brueckener *et al.*, 2000; Teixeira *et al.*, 2000).

2.5.1.2 Complexo Metamórfico Campo Belo

O Complexo Metamórfico Campo Belo é formado predominante por gnaisses migmatizados e anfíbolitos, sobrepõe eles uma sequência supracrustal lenticular, com direção NE-SW, formada por metaultramáficos, anfíbolitos, quartzitos, itabiritos e xistos (Couto *et al.*, 2004).

É a unidade predominante na região estudada, é composta de uma associação de litotipos gerados no Arqueano, os gnaisses dessa região, é denominado por Gnaiss Cláudio, eles apresentam cor cinza, bandas félsicas e

máficas bem definidas e mostram composições tonalítica e graníticas, são compostas basicamente por plagioclásio, álcali-feldspato, quartzo, biotita, anfibólio e granada (Couto 2002).

3 METODOLOGIA

3.1 Organização, validação e estudo do banco de dados

O entendimento e a organização do banco de dados são importantes e fundamentais para este tipo de estudo, pois ele é a base e o fator mais importante do estudo. Consta no banco de dados, originais 218 análises geoquímicas provenientes de vários tipos de materiais geológicos, compreendendo amostras de solos, rochas, sedimentos de corrente e, poços. Dentre as rochas, têm-se itabiritos, ultramafitos, quartzitos, filitos, diques máficos e pegmatitos.

Com esse banco de dados em mão, foi necessária uma organização do mesmo, com um numero quantidades de tabelas, provenientes dos resultados dos laboratórios, foram estudados e organizados os mesmos, pois continha um grande número de repetição de dados em diferentes tabelas, além de divergência entre a ordem de elementos e formatações diferentes de tabelas, foi feito uma junção de todas as amostras com uma formatação padrão no Excel para a utilização deste banco de dados nos softwares ArcGis e Minitab, ambos utilizados no tratamento destes dados em partes posteriores do trabalho.

Após a organização de todos os dados, exclusão dos dados repetidos e também formatação homogênea entre as tabelas, é hora de excluir os dados que não serão utilizados, mantendo apenas os elementos de interesse: Cr, Ni, V, Co, Cu, Au, Pt, Ag, As, Sc, Pd, e Cd. Sendo que para alguns dados obtidos, não se tinha valores para arsênio (As), então essas lacunas foram preenchidas com os valores médios para não influenciar estatisticamente no estudo, na parte do estudo de mapas de isoteores, essas amostras foram excluídas para evitar comprometer a interpolação. Depois de todas as etapas feitas o banco de dados está pronto para ser desenvolvido o restante do trabalho.

3.2 Tratamento estatístico dos resultados geoquímicos

Com o banco de dados em mãos, foi necessária a aplicação de técnicas estatísticas para ter melhores parâmetros de comparação. Quando se tem um

banco de dados, não é possível estabelecer se tem ou não anomalias nestes dados.

Com o auxílio do software Minitab, foi feita uma análise estatística onde foi obtido vários parâmetros mostrados para cada elemento. Foi exportado para o Minitab o arquivo em formato Excel contendo todas as amostras do banco de dados. Utilizando a ferramenta de resumo da estatística básica, foi obtido resumo estatístico de todos os elementos, onde se encontra um histograma dos dados com uma curva normal sobreposta, boxplot, intervalos de confiança de 95% para a média e intervalos de confiança de 95% para a mediana e média, além de fornecer outros parâmetros estatísticos, que auxiliam na visualização e interpretação de anomalias.

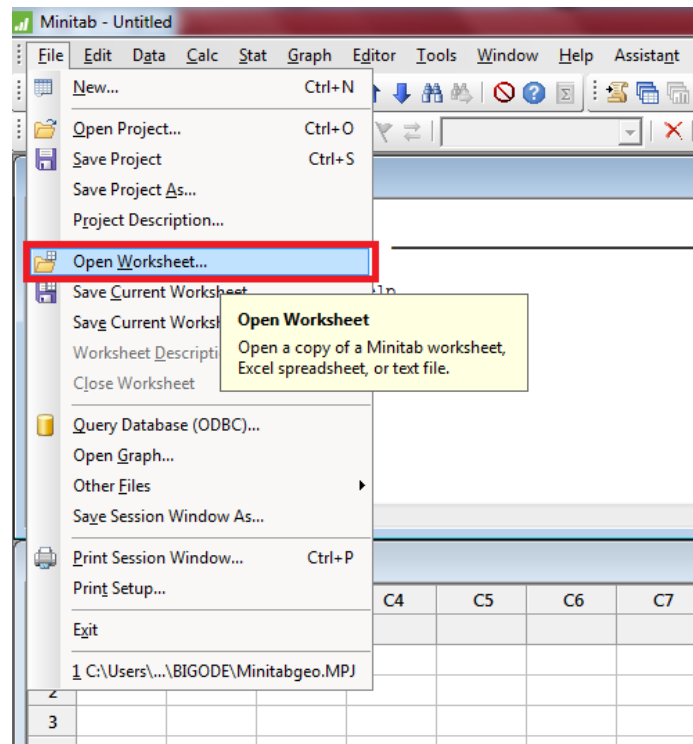


Figura 3.1 - Ferramenta do MINITAB utilizada para importar o banco de dados.

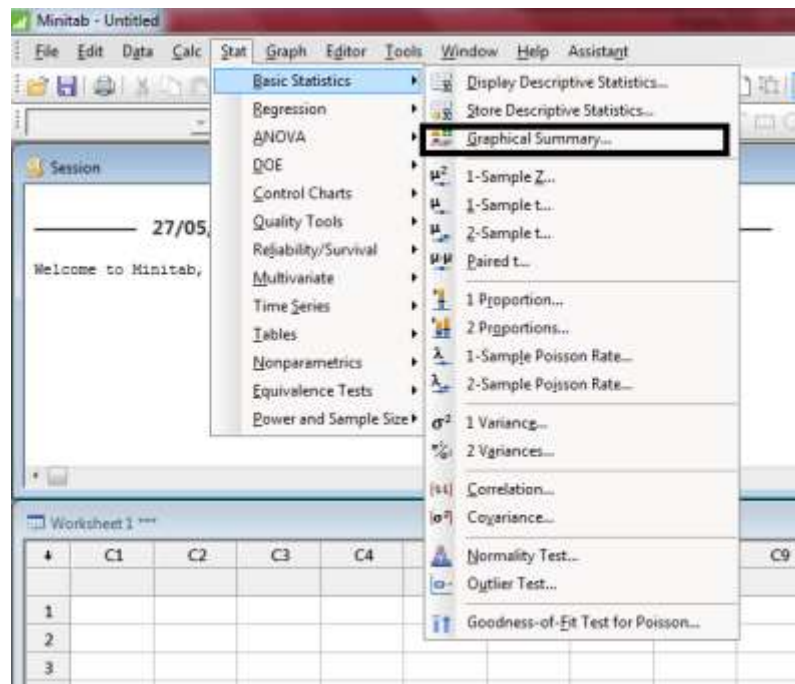


Figura 3.2 - Ferramenta do MINITAB utilizada para a análise estatística.

É arquivado, organizado e apresentado em imagens os resultados de cada elemento, nesta etapa do trabalho ainda não se tem uma comparação e uma interpretação geológica ou mineral dos dados. Assim os resultados são tratados de forma matemática, com intuito de obter melhores estimativas e de serem feitas melhores escolhas quando for fazer sua comparação com tabelas.

Quando se tem estes resultados estatísticos, é importante observar a distribuição dos elementos, e também definir parâmetros e falhas encontradas no banco de dados, por muitas vezes como é definido um valor mínimo de teor que se obtém em uma análise química, às vezes é necessário o descarte desses resultados, com o intuito de diminuir a influência desta falha de análise.

Depois de feito este estudo é possível estabelecer qual parâmetro será utilizado para comparação com o CLARKE e com o background, obtendo resultados aos quais podem ser ou não interpretado como anomalias. Depois da comparação com o CLARKE, é feita a comparação dos mesmos resultados com backgrounds de cenários parecidos para termos uma confirmação destas anomalias.

Os parâmetros estatísticos utilizados foram média, mediana, moda, desvio padrão, assimetria, curtose, diferença entre quartis, histograma e boxplot.

A metodologia adotada para a criação do background foi a descrita no livro do Maranhão (1989), onde com todo o banco de dados em mão é considerado que a média geométrica de cada elemento represente o background da mesma, então foi utilizado o banco de dados inteiro para o cálculo da média geométrica para cada elemento, e definindo o limiar como a média geométrica mais duas vezes o desvio padrão aritmético da população.

É tabelado todos os parâmetros de cada elemento, para organização dos mesmos, ainda nesta etapa a localização geográfica ainda não interfere ou se torna importante, o que se for levado em conta é apenas a litologia do local, pois será comparado além dos resultados do CLARKE (mundial), será feita a comparação com o background do tipo de litologia que ali existe, isso tudo com objetivo de comparar e identificar anomalias no estudo do projeto.

3.3 Localização e tratamento gráfico das amostras com ArcGis

Nessa etapa do trabalho, utilizaram-se os dados junto com suas coordenadas e faz sua representação e localização em forma de mapas. O objetivo desta etapa é uma representação mais visual e ver a disposição dos teores das amostras juntamente com suas localizações. Foi feito interpolações para cada elemento, obtendo um mapa de isoteores para cada elemento, é um fator importante para tornar visual a região anômala, e poder comparar regiões anômalas em comum para diferentes elementos.

Para que ocorra esse mapeamento correto é necessário um georreferenciamento bem exato do mapa do local, que servirá de base geográfica foi utilizado o mapa da folha Divinópolis, retirado do site do CPRM, onde se localiza a região de Cláudio, nesse mapa da folha foi feito um corte, na região da cidade, para diminuir o tamanho da imagem do mapa, e com a grade das coordenadas do mapa foi feito seu georreferenciamento no ArcGis.

Depois da importação do mapa e de seu georreferenciamento, foi criado um shape de coordenadas no ArcGis, utilizando planilha de estudo geoquímico de solos, a escolha desta planilha se dá por a mesma ser feita em malha facilitando e melhorando a estimativa feita pela interpolação no software, entretanto no estudo estatístico é utilizado o banco de dados completo, pois a localização dos mesmos não influencia no estudo estatístico do mesmo, já na parte de representação gráfica, as coordenadas junto com os teores se tornam essenciais.

O método de interpolação escolhido foi o IQD (inverso do quadrado da distância), depois de inúmeras tentativas em outros métodos, o que melhor interpolou o banco de dados foi o IQD, devido à grande variância dos elementos, a krigagem, excluía maioria das amostras, que ficavam a um limiar superior a duas vezes o desvio padrão, fazendo com que a interpolação não fosse totalmente exata, então a escolha do IQD foi a melhor, para melhor visualização da interpolação foi escolhido um esquema de cores que variam de cores frias(pequenas concentrações), para cores quentes(maiores concentrações), e dividido toda a interpolação em 10 classes de divisões, melhorando a escala de visualização da do aumento da concentração dos elementos.

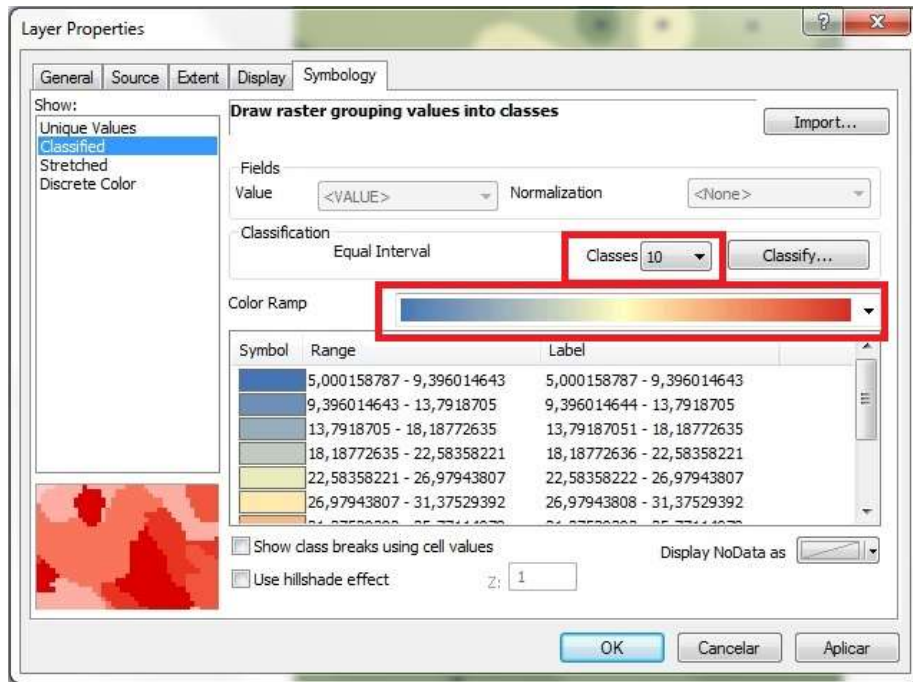


Figura 3.3 - Classes e cores da interpolação.

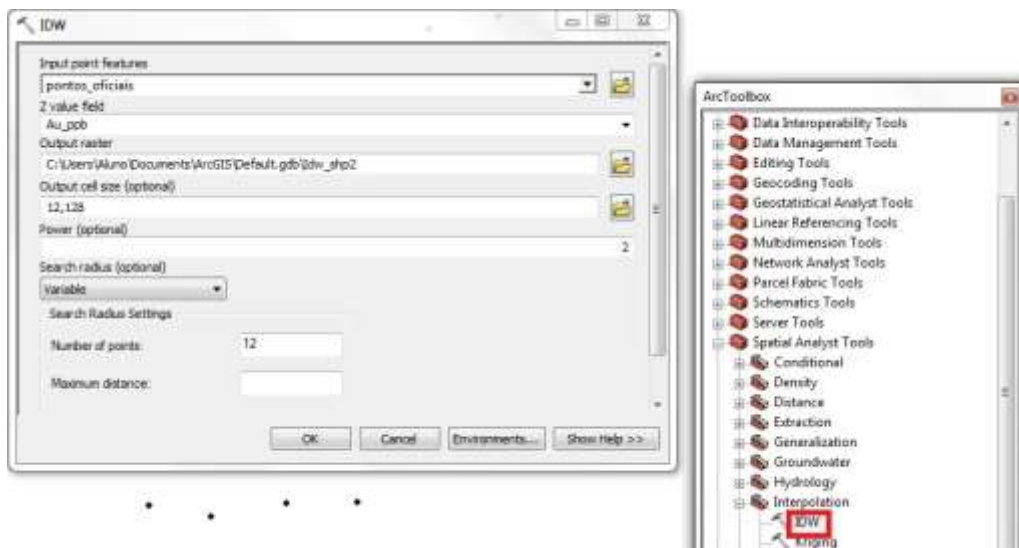


Figura 3.4 - IDW (IQD) e parâmetros utilizados.

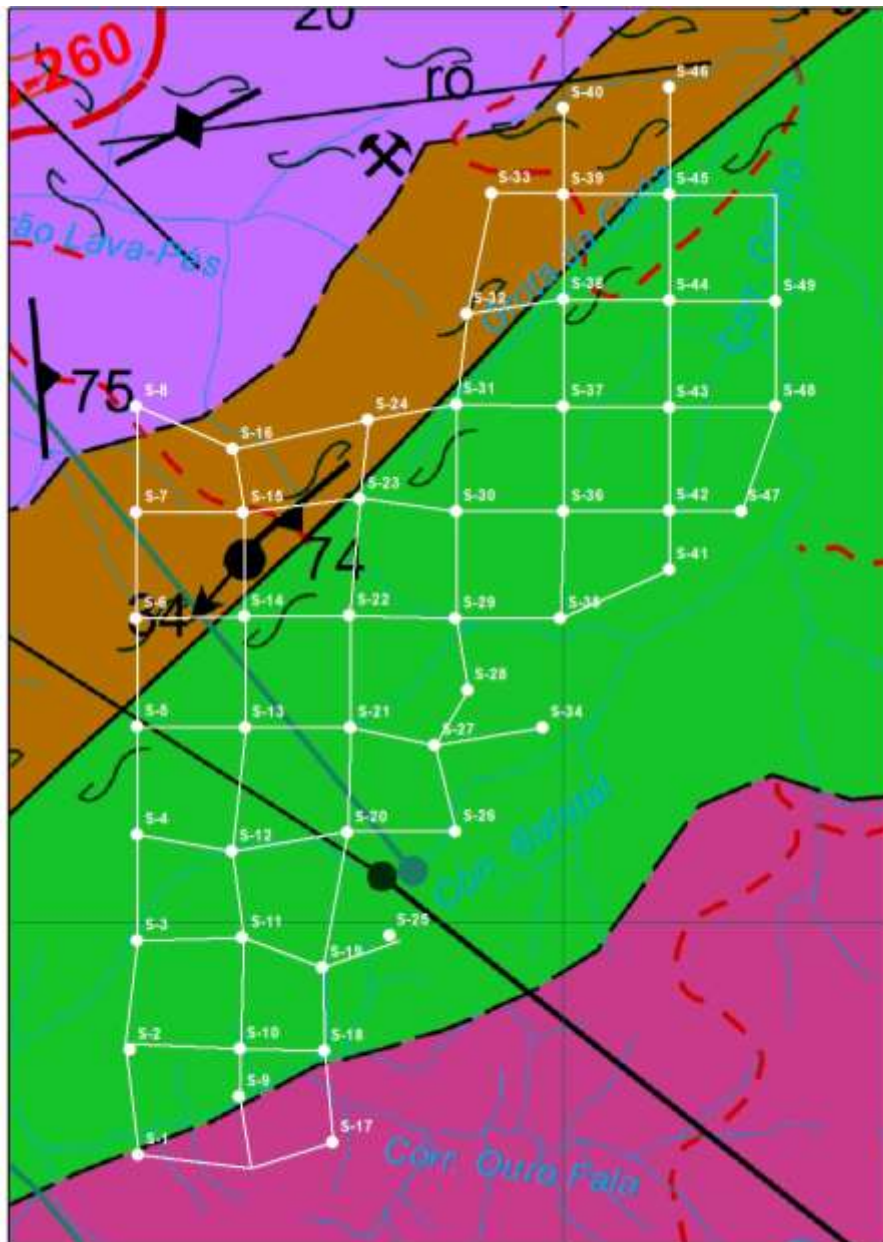
Através desse software foram obtidos treze mapas. O primeiro mostra todas as amostras localizadas no mapa geológico. Os outros doze são os resultados das estimativas de teores para cada elemento escolhido. Depois de feito todas as estimativas, são organizadas e salvas em imagens, com legenda, orientação, escala e utilizado todos os resultados para análise e conclusões

entre relações entre a posição geológica de cada anomalia, possível explicação para cada, e se realmente foi efetiva a interpolação dos mesmos.

4 TRATAMENTO DOS RESULTADOS

4.1 Distribuição e configuração geográfica das curvas de Isotopes

Os mapas com as curvas de isotopes foram gerados pelo método IQD no ARCGIS e mostraram resultados satisfatórios para as amostras analisadas de acordo a malha de coleta apresentada na Figura 4.1.



Amostras(ponto branco), malha amostragem(linha branca), Super Grupo Rio das Velhas(verde)
Super Grupo Minas(marrom), Gnaiss Alberto Flores(rosa) e Gnaiss Claudio(roxo)

Figura 4.1 - Configuração geográfica/geológica da malha de amostragem.

De posse desses mapas é possível observar a relação do contexto geológico local com a localização das concentrações elevadas para diversos elementos estudados. Do mesmo modo, se percebe a correlação entre concentrações de elementos diferentes, evidenciando a afinidade entre eles. Destaca-se, também, predominância das concentrações por uma mesma região geográfico-geológica da área.

Visivelmente, a interpolação foi efetiva, deixando evidente a diversificação/concentração dos teores para os elementos analisados. Com relação à simbologia utilizada nos mapas, as cores frias representam os teores menores e as cores quente teores altos. A configuração dos intervalos das curvas de isovalores do elemento se apresenta para cada mapa elaborado.

No entanto, observa-se que algumas curvas de isoteores, para alguns elementos, apresentam desenho irregular, quando na realidade deveriam ser suaves e arredondados. Sistemáticamente isso ocorre para teores muito baixos. Acredita-se que esse formato irregular está relacionando a algum erro no algoritmo de interpolação e não houve meios de resolver o problema, apesar das inúmeras tentativas do autor para sua solução.

4.1.1 Ouro

A Figura 4.2 mostra as curvas de isotores, em ppb, para o elemento químico Au.

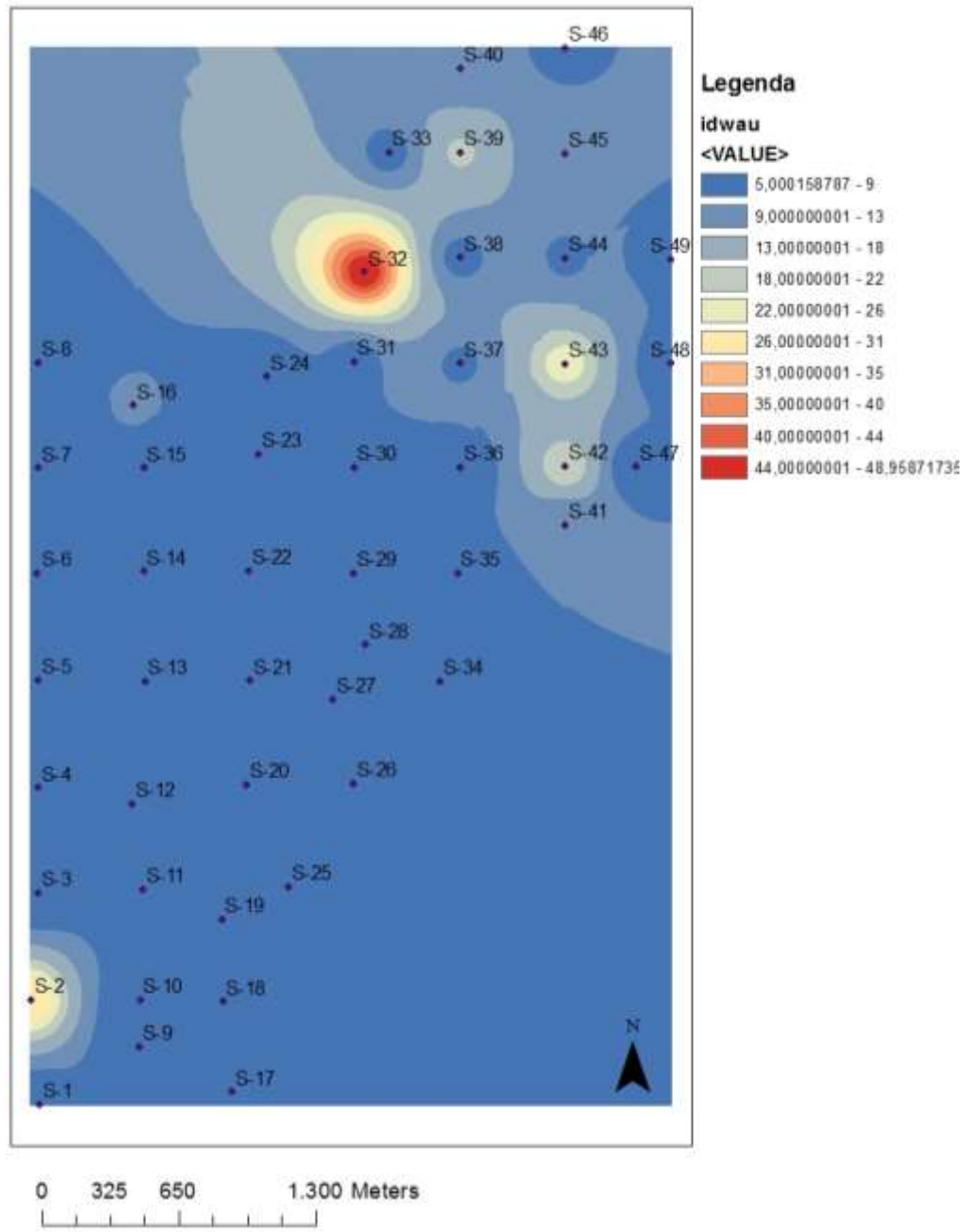


Figura 4.2 – Mapa de Isotores para Au (ppb).

Geograficamente as maiores concentrações de ouro estão localizadas na porção norte da malha de amostragem, especificamente no ponto S-32. Nesse ponto tem-se uma concentração de Au de 48 ppb. Em outros três locais

S-43, S-42 e S-2 tem-se concentrações menos pronunciadas, com valores da ordem de 31 ppb. Apesar de serem valores mais baixos, os teores encontrados nesses pontos ainda são elevados em relação à média da região interpolada (Figura 4.2). Geologicamente a explicação para a elevada concentração do ponto S-32 é a localização, exatamente, ao longo zona de cisalhamento entre o Supergrupo Minas e o Supergrupo Rio das Velhas (Figura 4.1).

Como se sabe, zonas de cisalhamento são metalotectos para mineralização de ouro. Entretanto, esses teores elevados não foram encontrados em outros pontos de amostragem localizados nas proximidades da zona de cisalhamento (Figura 4.1), que tem direção NE/SW. Isso, no entanto, não quer dizer que não existam altas concentrações desse elemento ao longo dessa estrutura geológica.

Portanto, novas amostras deveriam ser coletadas e analisadas para confirmação, ou não, da hipótese da mineralização ao longo da zona de cisalhamento.

4.1.2 Arsênio

A Figura 4.3 apresenta as curvas de isotores (em ppm) para o elemento arsênio.

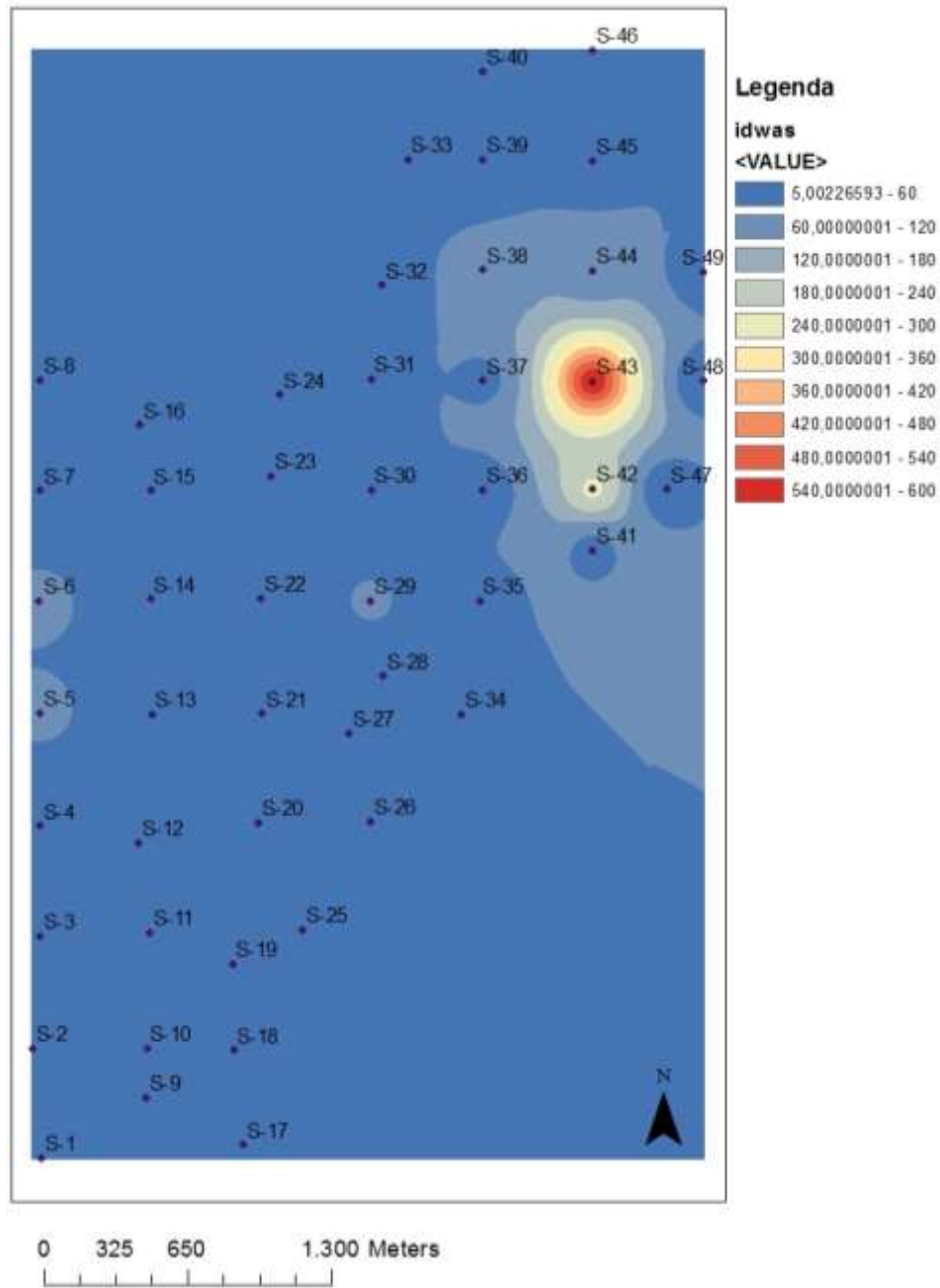


Figura 4.3- Mapa de Isotores para As (ppm)

A concentração mais elevada desse elemento também localizada na parte norte da malha de amostragem, especificamente no ponto S-43. Nesse local tem-se uma concentração de 580 ppm. Trata-se de um valor muito

elevado e, como esperado, nesse local tem-se, também, uma das elevadas concentrações de ouro da região.

Curiosamente, no entanto, no ponto S-32 onde foi encontrado o teor mais elevado de ouro, não foi detectado a uma concentração elevada para As.

4.1.3 Cádmi

Na Figura 4.4, observa-se a distribuição das curvas de isotores de Cd de acordo com a malha de amostragem.

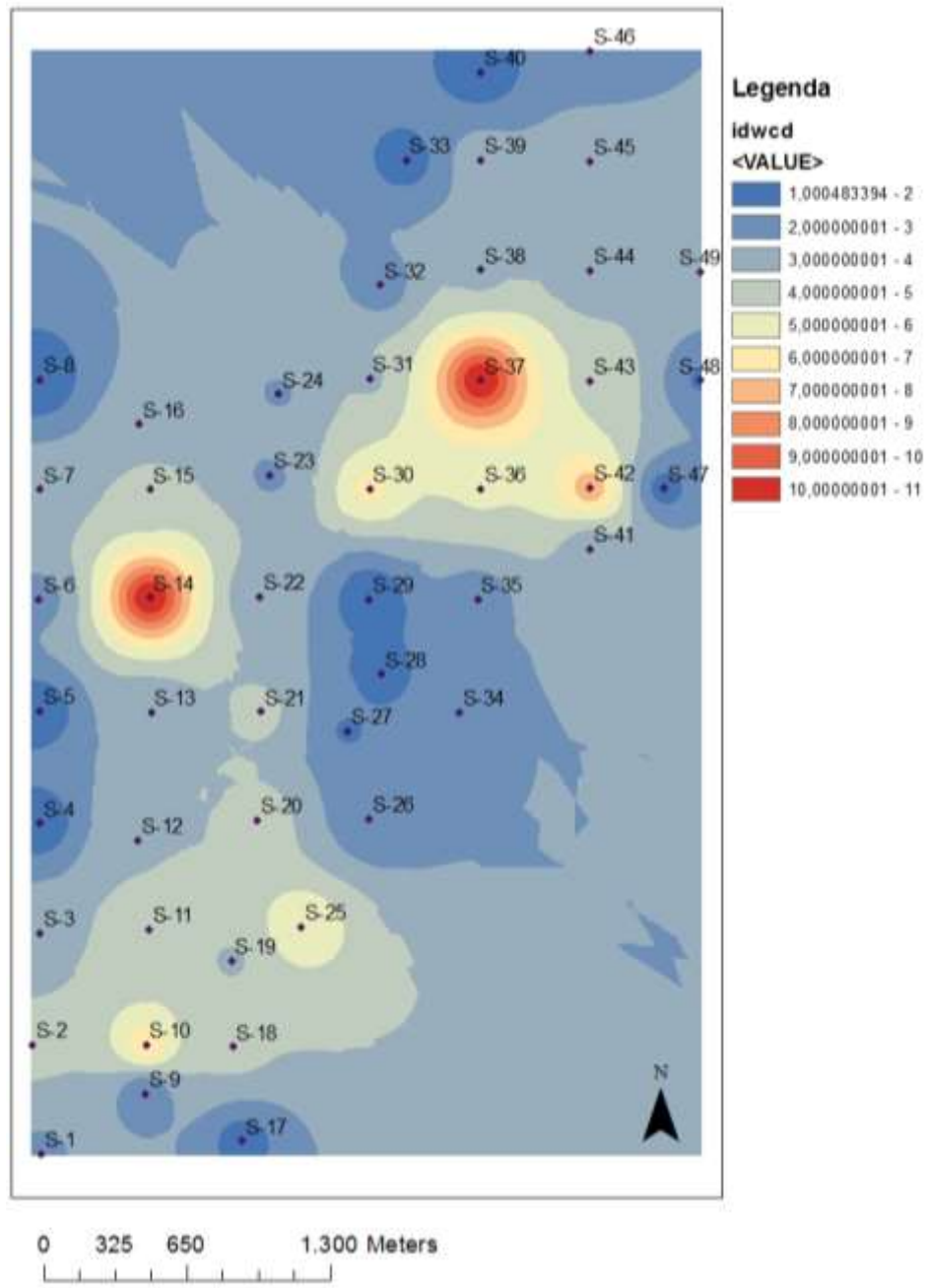


Figura 4.4 - Mapa de Isotores para Cd (ppm).

A distribuição geográfica dos teores em ppm mais elevados de Cd, em termos de suas curvas de isotores, ocupa três regiões distintas (Pontos S-37,

S-14 e S-42), guardando uma certa proximidade geográfica com os locais onde foram encontradas as concentrações de Au e As.

No entanto, os teores de Cd são relativamente baixos, próximos a 10 ppm. Isso, relacionado com o seu estudo estatístico salienta a baixa variabilidade entre os valores, tendo uma diferença pequena entre o menor e o maior teor na região.

4.1.4 Prata

Observa-se na Figura 4.6 a distribuição das curvas de isotores em ppm de Ag, ao longo da malha de amostragem.

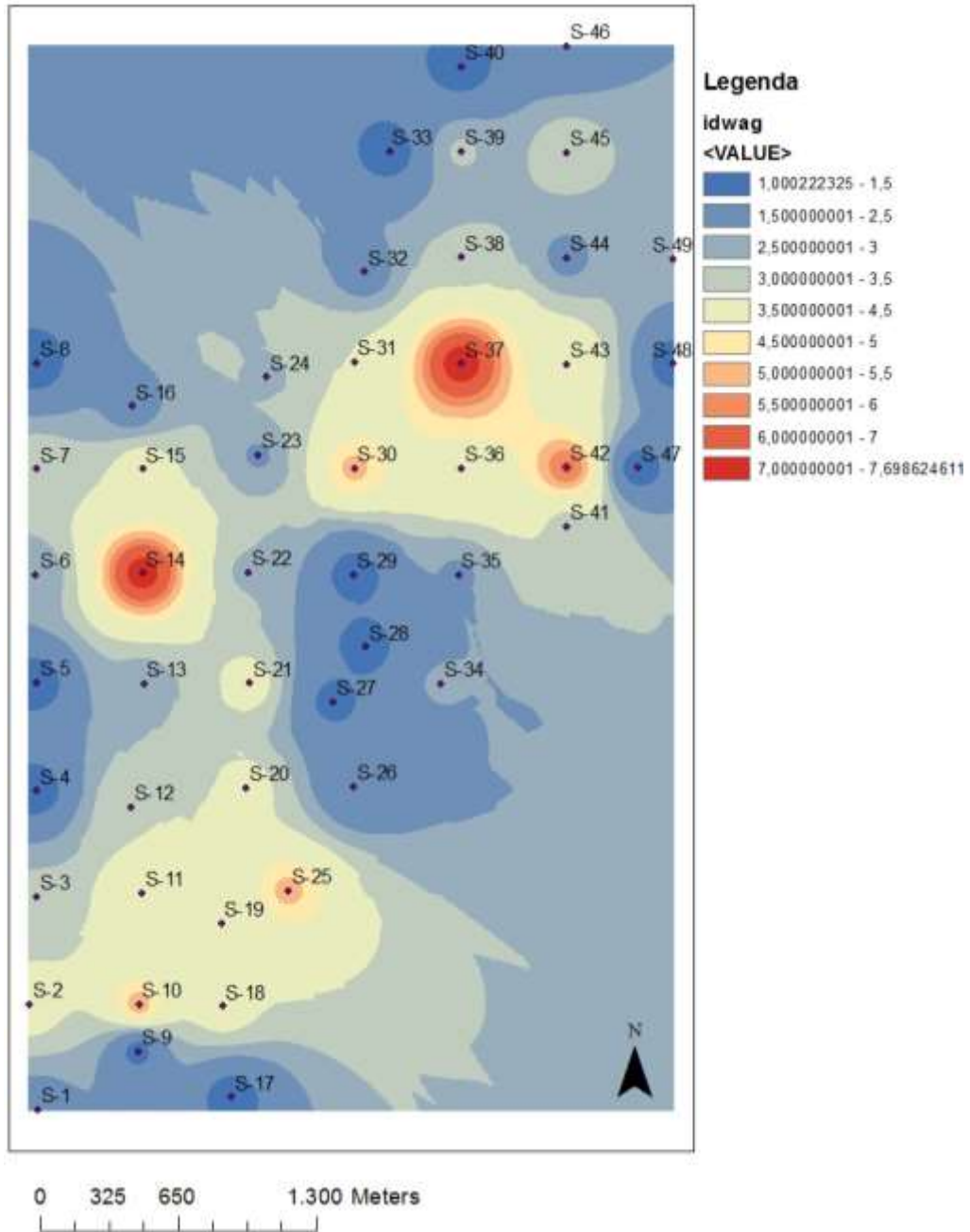


Figura 4.5 – Mapa de Isotores para Ag (ppm)

No caso desse elemento as concentrações mais elevadas estão localizadas em dois sítios diferentes nos pontos S-14 e S-37, com valores próximos a 7 ppm.

Além dessas duas concentrações mais elevadas temos outras quatro de menor valor, localizadas nos pontos S-42, S-30, S-10 e S-25 que tem concentrações na casa dos 6 ppm.

É notável a concentração de prata com aquela de outros elementos já apresentados.

4.1.5 Escândio

As curvas de isoteores em ppm para Sc podem ser observadas na Figura 4.6.

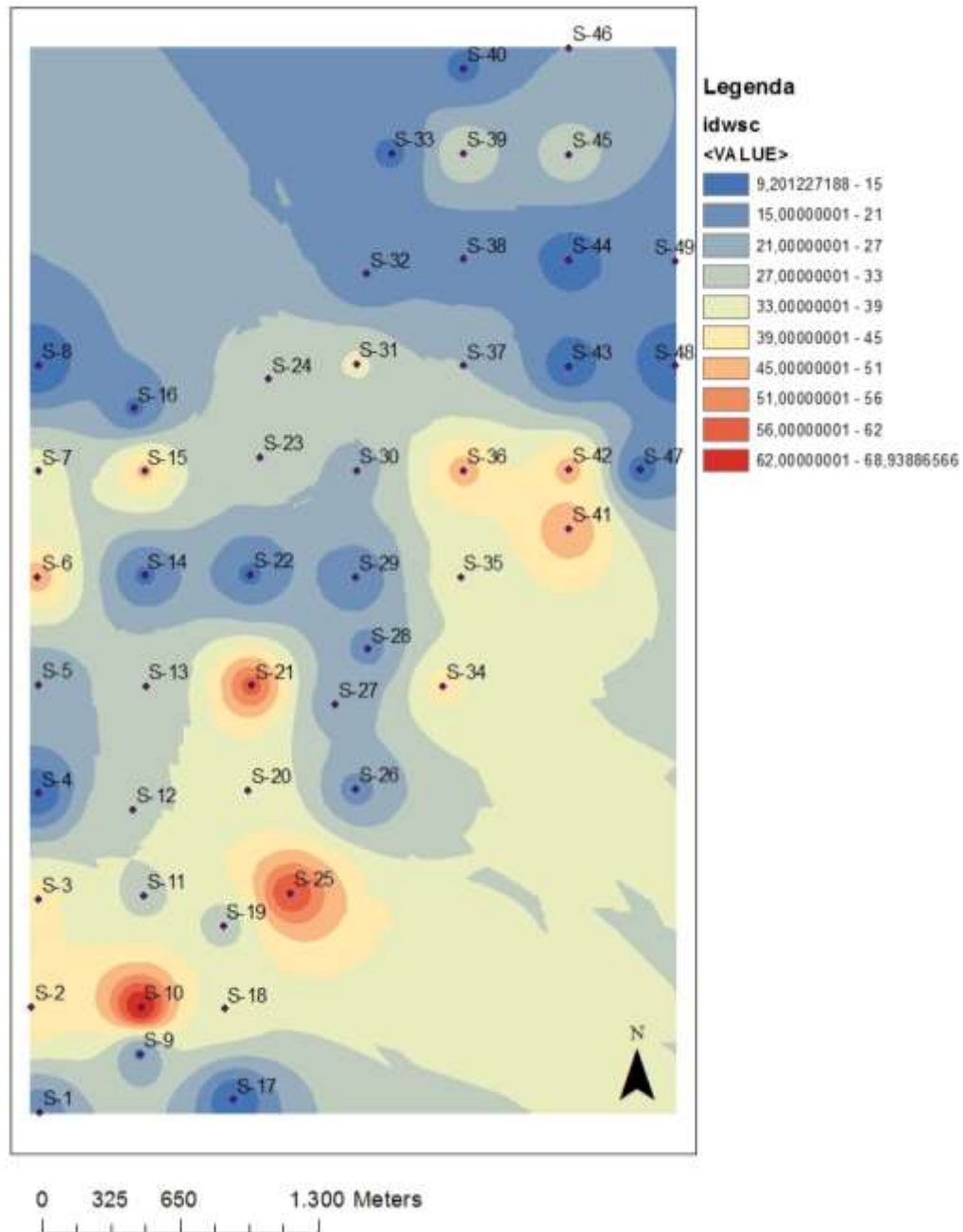


Figura 4.6 – Curva de Isoteores para Sc.

Para esse elemento já é possível identificar uma maior zona de teores médios na região. Por outro lado, tem-se três pontos (S-10, S-25 e S-21) onde

a concentração desse elemento é elevada, próxima a 68 ppm, além de uma grande área com valores por volta de 30 ppm.

Além desta grande região, e dos três pontos de alta concentração, outros três pontos (S-41, S-42 e S-36), localizados em parte mais nordeste do mapa, apresentam uma contração por volta de 50 ppm.

4.1.6 Vanádio

Observa-se na Figura 4.7 as curvas de isotores em ppm do elemento vanádio.

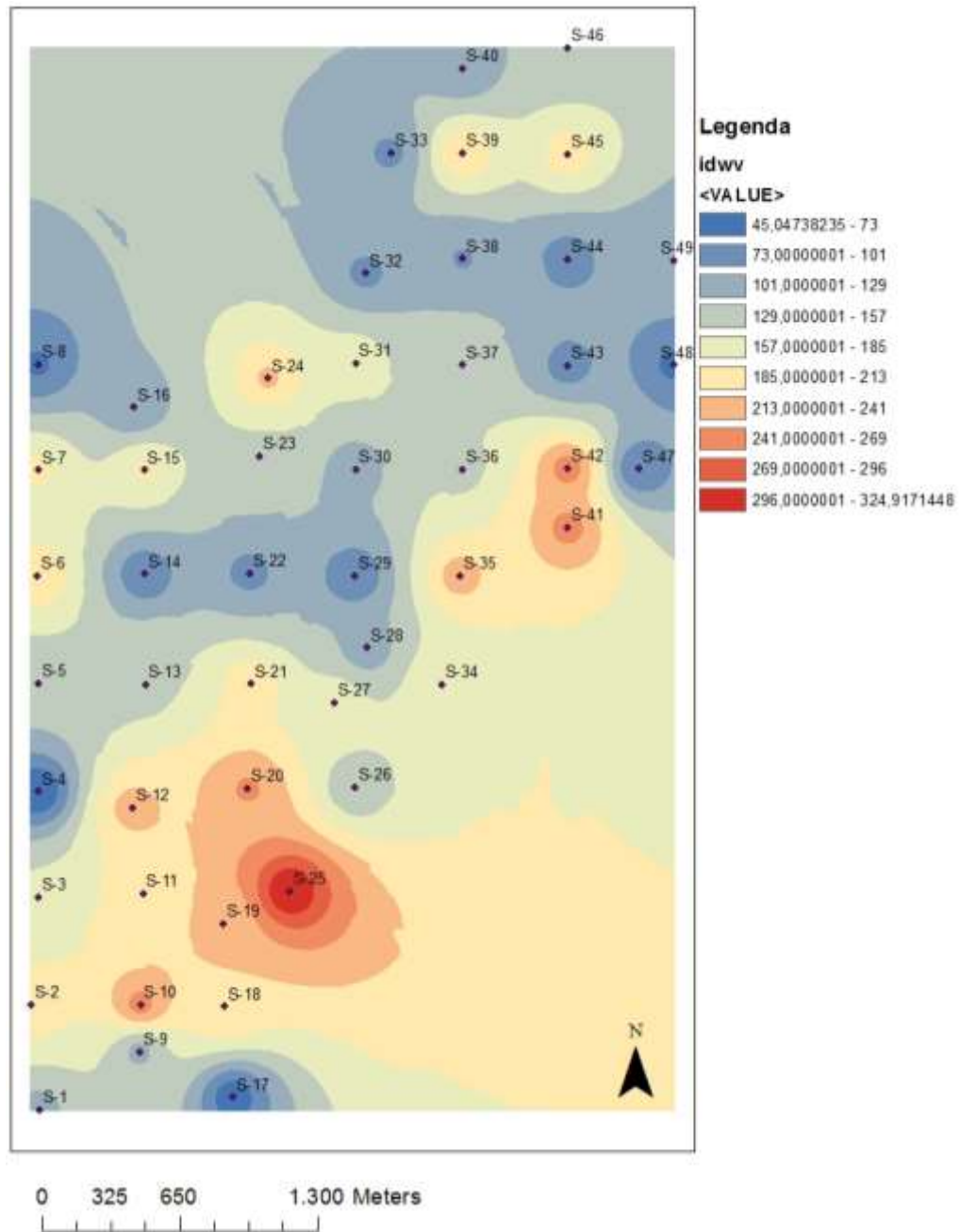


Figura 4.7 – Mapa de Isotores para V (ppm)

Diferentemente dos outros elementos o vanádio tem uma distribuição mais ampla na malha de amostragem e as concentrações mais elevadas estão localizadas na parte meridional da região amostrada.

Os teores de vanádio variam de 45 até aproximadamente 324 ppm, tem uma boa porção de alta concentração e um foco de concentração maior e dois menores em uma região mais superior e relativamente distante do maior sítio.

O ponto S-25 é o que apresenta maior teor de vanádio, com um valor de 324 ppm. Em outros sete pontos (S-10, S-12, S-19, S-20, S-35, S-41 e S-42) a concentração está por volta de 240 ppm.

Quatro desses pontos estão próximos ao ponto S-25 e o restante formando um sítio de concentração em uma porção mais ao norte que o ponto S-25.

4.1.7 Paládio

A Figura 4.8 apresenta as curvas de isotores em ppb de paládio.

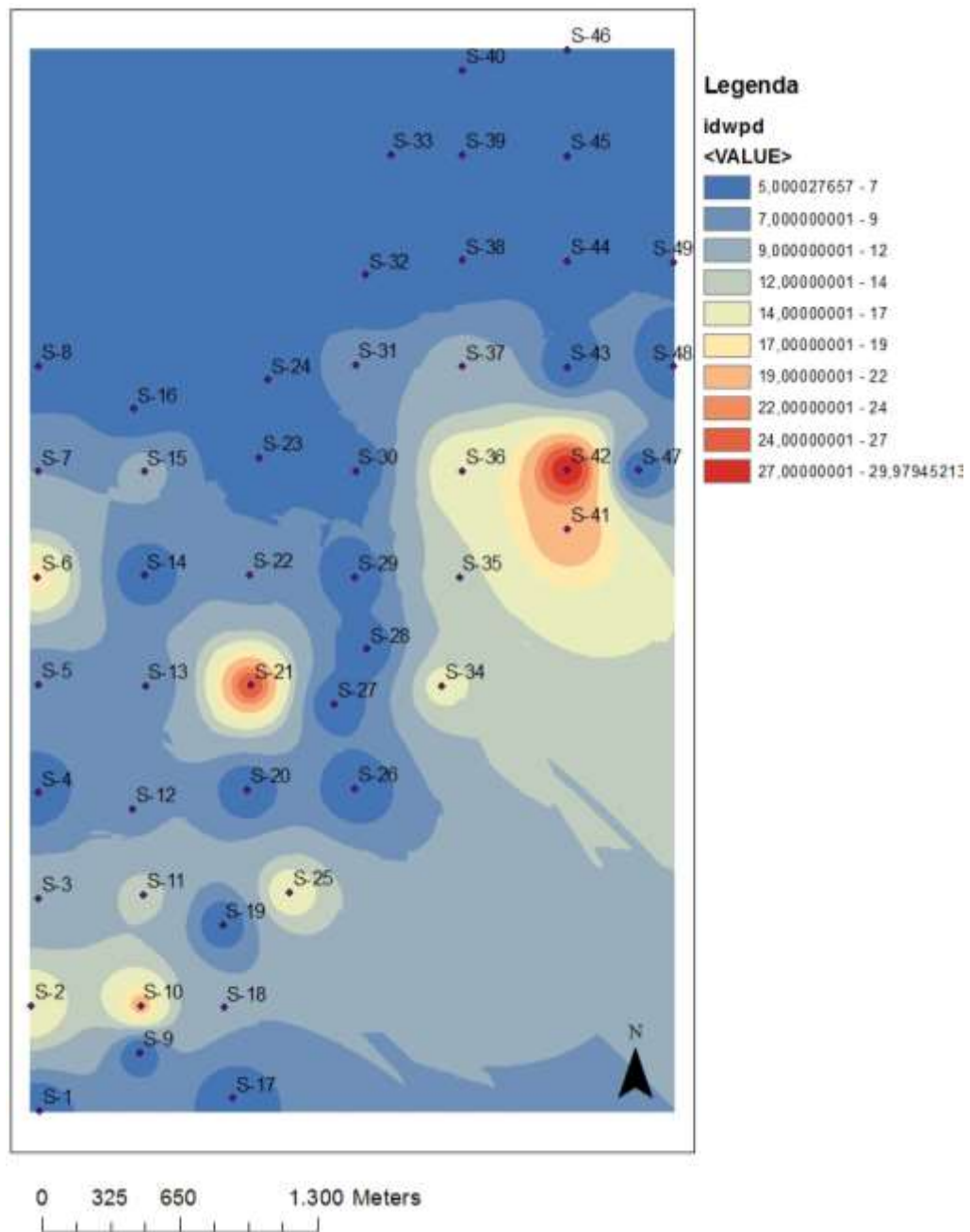


Figura 4.8 – Mapa de Isotores para Pd (ppb).

Paládio tem teores que variam de 5 até aproximadamente 40 ppb, e a maior concentração está na parte central da região.

As concentrações mais elevadas de paládio foram encontradas nos pontos S-42 e S-21 e são da ordem 29 ppb.

Além dos pontos de maior concentração, é possível perceber mais cinco pontos de menor valor de teor, que se encontram mais na porção sudoeste do mapa, estes pontos são S-2, S-10, S-25, S-5 e o S-34 que se encontra mais próximo do S-42.

De modo geral a distribuição do Pd é compatível com distribuição de alguns elementos já anteriormente apresentada, com duas concentrações bastante nítidas e outras de menor expressão.

4.1.8 Cobalto

Na Figura 4.9 é possível observar a distribuição das curvas de isotores em ppm de cobalto

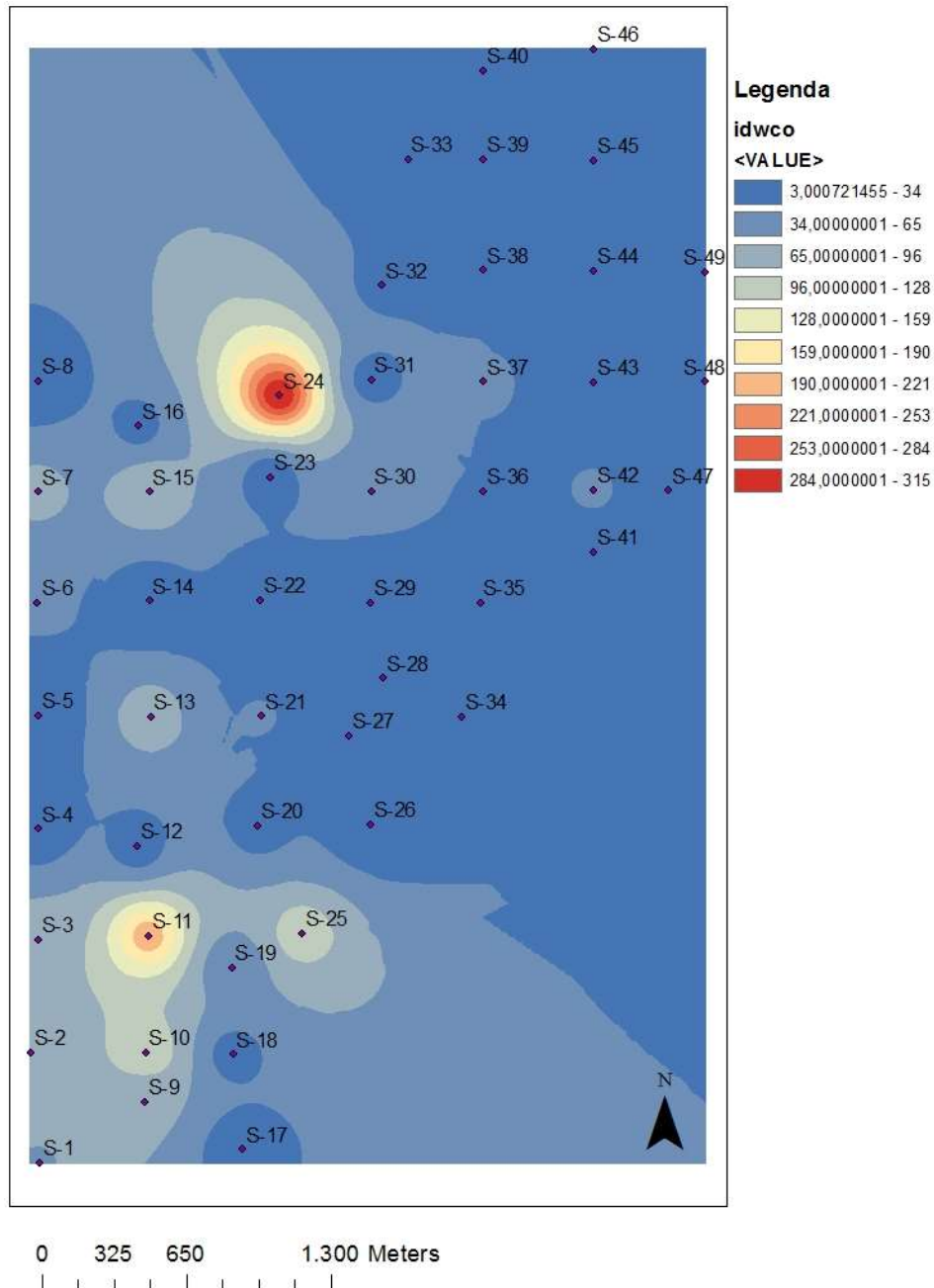


Figura 4.9 – Mapa de isotores para Co (ppm).

Os teores de cobalto variam de 3 até aproximadamente 310 ppm. A maior concentração de cobalto está no ponto S-24. Uma segunda concentração aparece no ponto S-11.

Curiosamente o ponto S-24 está localizado próximo a zona de cisalhamento, logo a sul do ponto de maior concentração de ouro.

4.1.9 Platina

A figura 4.10 apresenta as curvas de isotores em ppb de Platina.

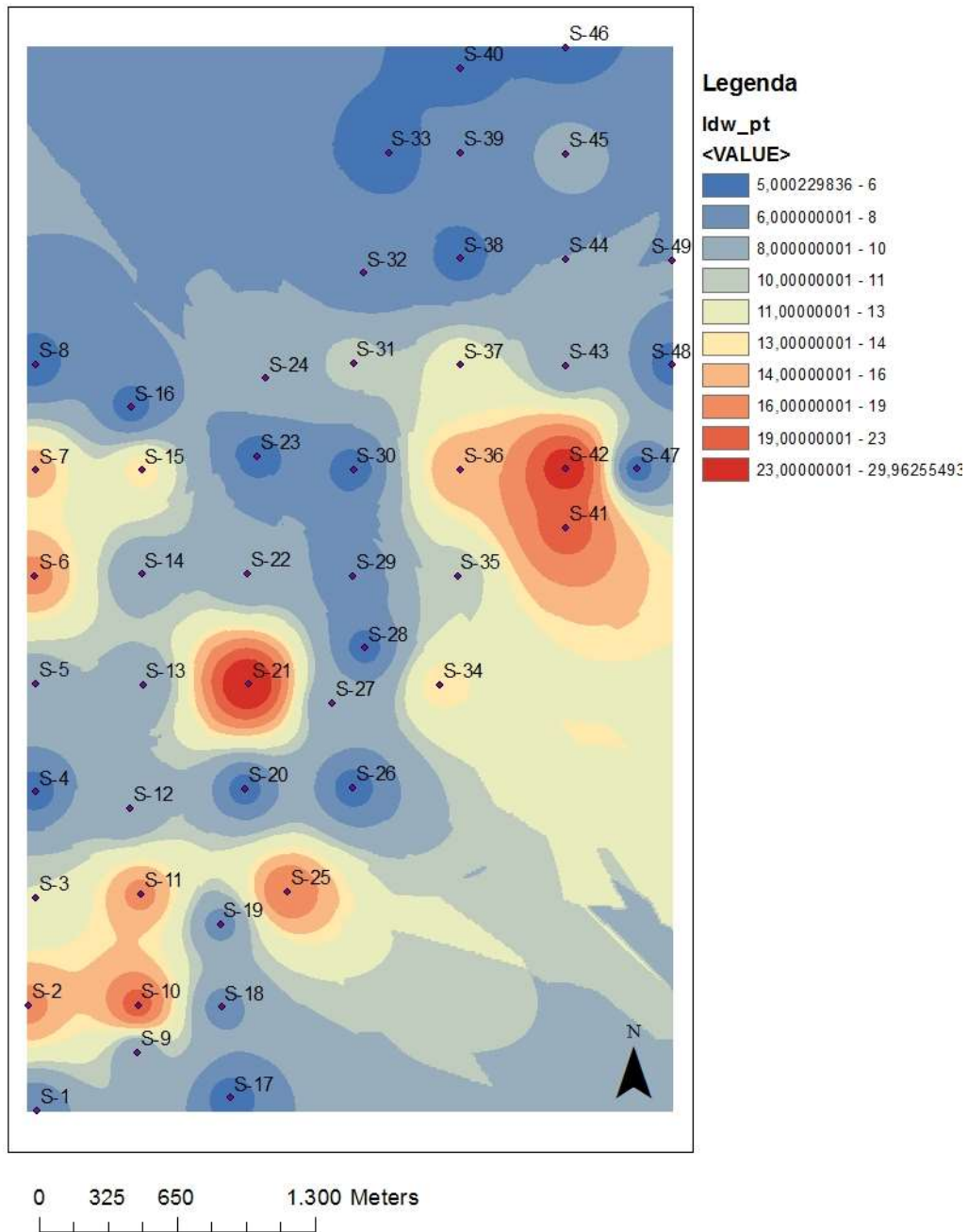


Figura 4.10 - Mapa de Isotores para Pt (ppb).

Os teores de platina variam de 5 até aproximadamente 29 ppb. No total, existem 5 regiões com teores elevados. Algumas dessas concentrações foram encontradas nas proximidades da zona de cisalhamento.

As concentrações mais elevadas, sem relação aparente entre elas, foram encontradas nos pontos S-42 e S-21.

Concentrações de menor expressão estão espalhadas pela região, especialmente na parte ocidental da malha de amostragem, pontos S-6 e S-7 e na parte meridional os pontos S-10, S-2, S-11 e S-25.

4.1.10 Cobre

A distribuição das curvas de isotores de cobre em ppm está apresentada na Figura 4.11.

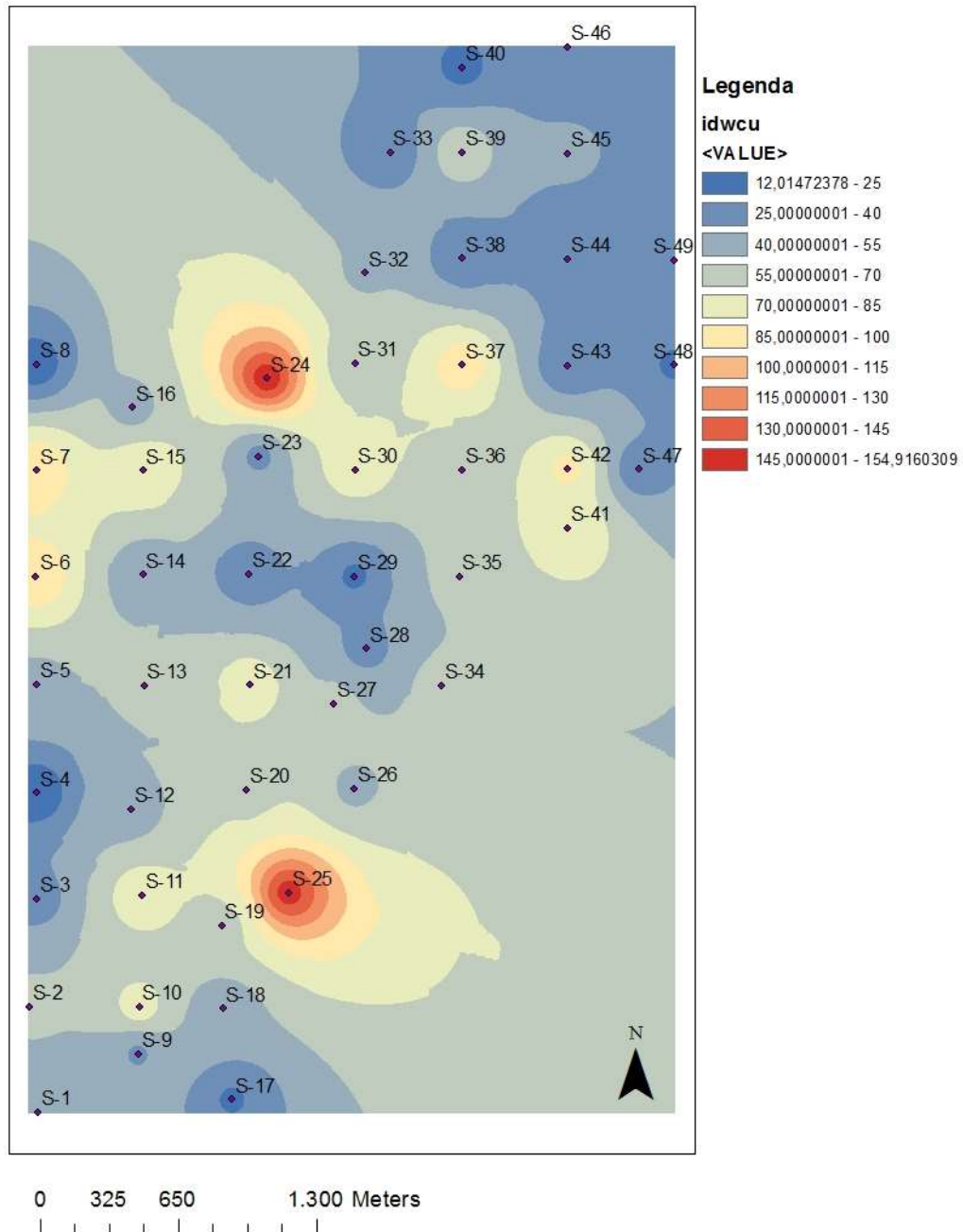


Figura 4.11 - Mapa de Isotores para Cu (ppm).

É possível perceber dois pontos de maior concentração, os pontos S-25 e S-24, tem uma concentração próxima a 150 ppm, fora esses pontos encontramos mais outros nove pontos que tem valores na casa dos 80 ppm, e

possível perceber uma quantidade maior de cobre na região central do mapa e na região sul do mesmo.

Curiosamente, o ponto S-24 está localizado nas proximidades da zona de cisalhamento.

4.1.11 Níquel.

A Figura 4.12 mostra a distribuição das curvas de isotores para o Ni.

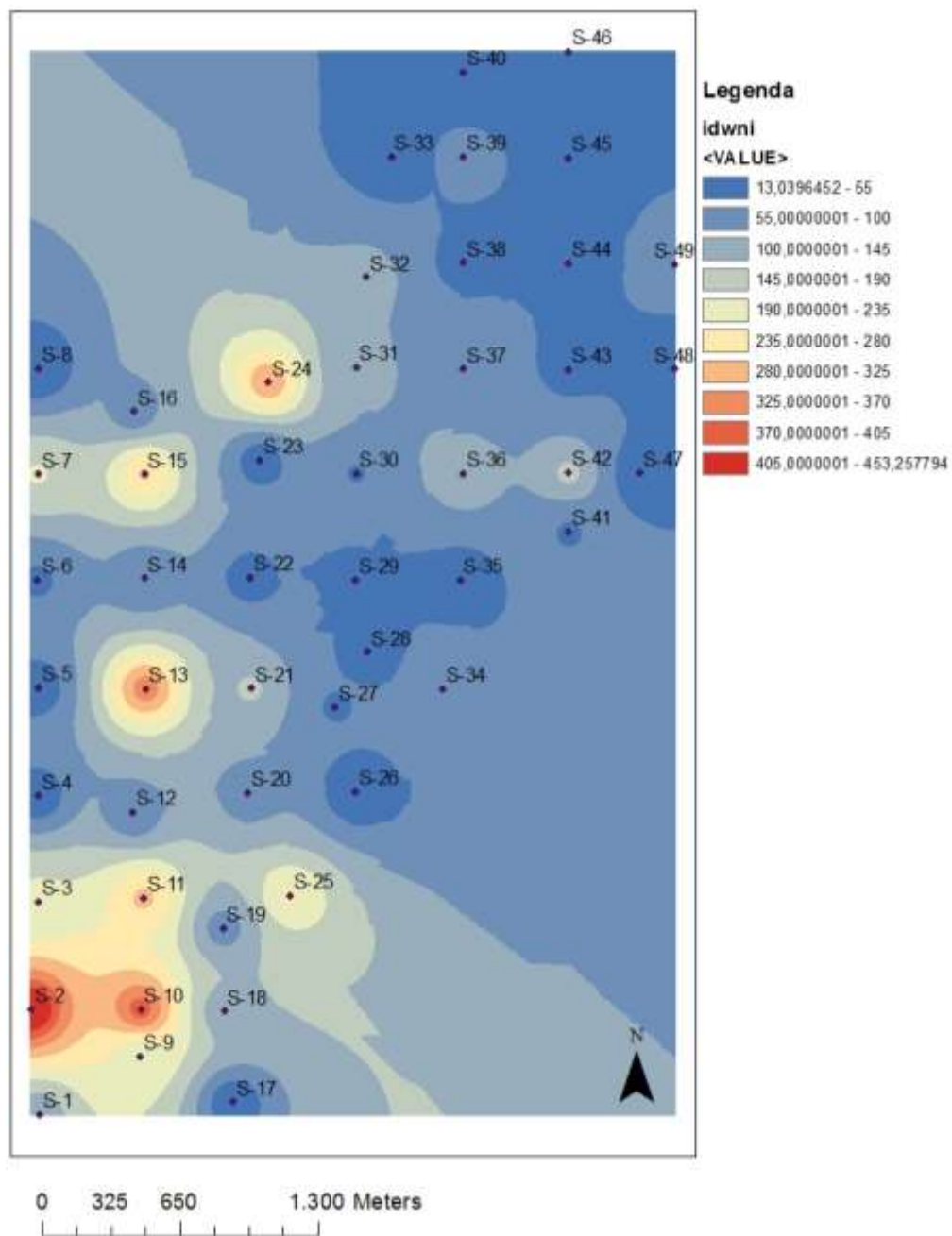


Figura 4.12 - Mapa de Isotores para Ni (ppm).

Esse elemento ocorre de forma concentrada em dois pontos S-2 e S-10 e, em menores concentrações, nos pontos S-11, S-13, S-15 e S-24.

As maiores concentrações estão localizadas na região sudoeste do mapa, onde é encontrada concentrações de até aproximadamente 450ppm.

Os pontos de maior concentração seguem um alinhamento grosseiramente NE, paralelo a zona de cisalhamento que, também, tem dois pontos de concentração elevada, apesar não os pontos de maior concentração.

4.1.12 Cromo

A distribuição das curvas de isotores em ppm de cromo pode ser observada na Figura 4.13.

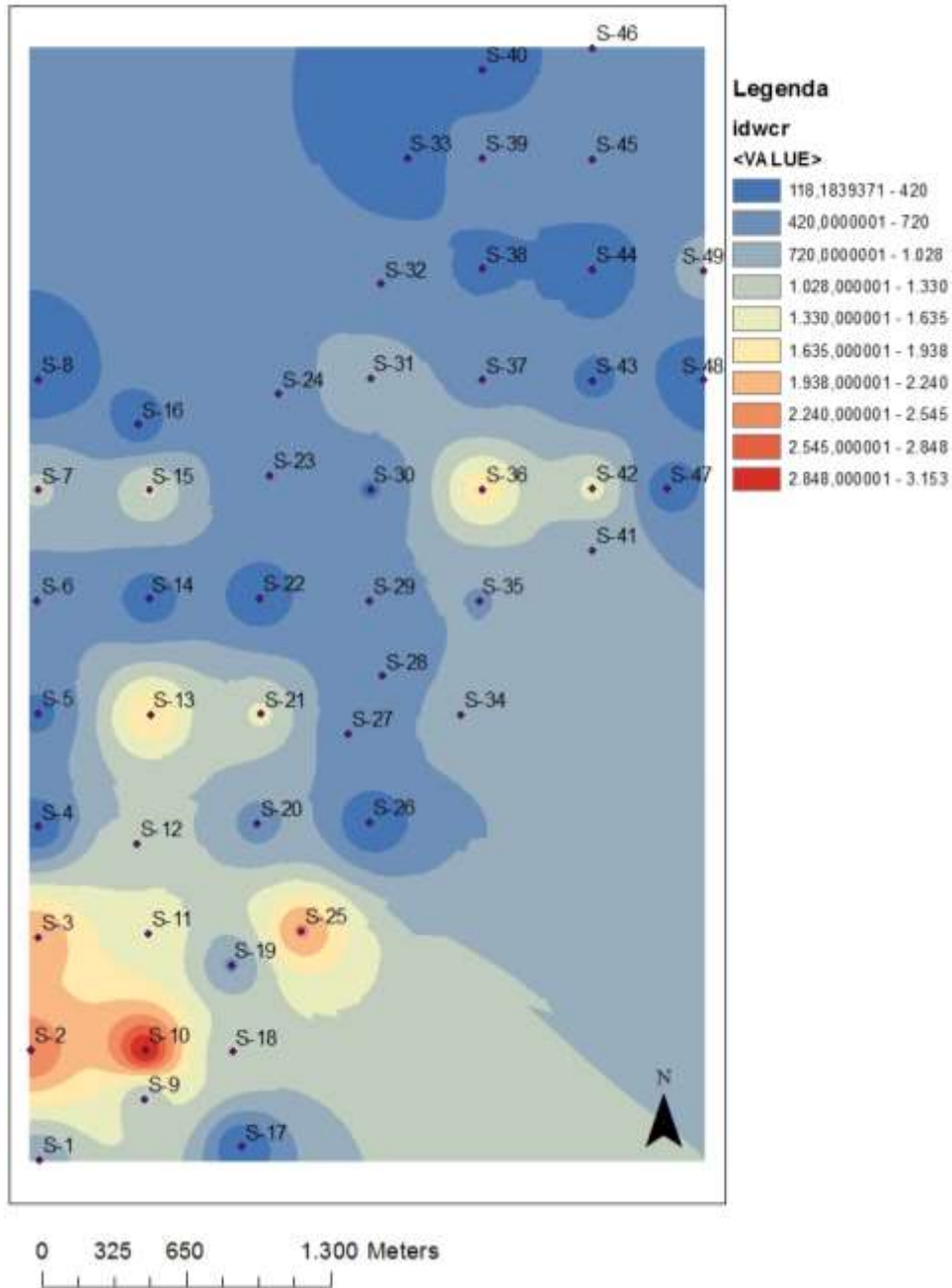


Figura 4.13 - Mapa de isotores para Cr (ppm).

Guardando uma nítida correlação com as curvas de isotores de níquel, o cromo está mais concentrado na parte meridional da área, nos pontos S-10, S-2, S-3 e S-25.

No ponto S-10 temos uma concentração de aproximadamente 3000 ppm. Além da maior concentração na parte meridional do mapa, é possível observar dois pontos com valores mais altos que os em sua vizinhança em uma região mais ao norte do mapa, os pontos S-36 e S-42.

Novamente se observa uma distribuição grosseiramente NE para os teores de Cr, grosseiramente paralela à zona de cisalhamento.

5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS GEOQUÍMICOS

Os dados geoquímicos foram tratados estatisticamente e os resultados obtidos estão apresentados neste capítulo, na forma de sumários estatísticos, identificados pelos elementos estudados. Os parâmetros analisados foram os seguintes: média, mediana, quartis, variância, curtose, assimetria, desvio padrão e background.

O cálculo do background dos elementos abordados neste trabalho obedeceu a proposta de Maranhão (1989), que é a média geométrica as amostras utilizadas. Para o cálculo do background, além das amostras da malha de amostragem, foram utilizadas todas as amostras encontradas no banco de dados (Anexo 1), no intuito de obter uma maior acuidade dos resultados, foram utilizados. Os valores do background estão na Tabela 5.1, assim como os valores do CLARKE mundial e das rochas ultramáficas.

Tabela 5-1 - Background, CLARKE mundial e das rochas ultramáficas em ppm

	Au	Pd	Pt	Ag	Sc	Cr	Cu	Ni	Cd	V	Co	As
Background local (Med. Geo.)	0,006	0,008	0,007	2,383	20,33	598,02	46,78	182,08	2,907	119,43	43,06	26,49
CLARKE Mundial	0,003	0,015	0,0005	0,05	13	100	50	75	0,1	150	25	1,80
CLARK (Rochas Ultramáficas)	0,006	0	0	0,06	0	1800	15	2000	0,1	40	175	0,8

5.1 Ouro

Na Figura 5.1 o histograma mostra a distribuição estatística das análises para ouro, com teores variando de 5 a 49 ppb. A curva vermelha mostra um perfil de distribuição assimétrico, porque predomina amostras com 5 ppb ou menos que isso, devido à imprecisão da técnica analítica empregada.

Entretanto, eliminar esses valores do banco de dados reduziria o universo amostral, o que influenciaria o cálculo estatístico. Então, optou-se por sua permanência no estudo, já que são valores mínimos enriquecem os resultados.

Entre o valor mínimo de 5 ppb e o máximo de 49 ppb, existem amostras com 10, 20, 25 e 30 ppb. Desses valores, aqueles de 20, 25, 30, 49 seriam *outliers*.

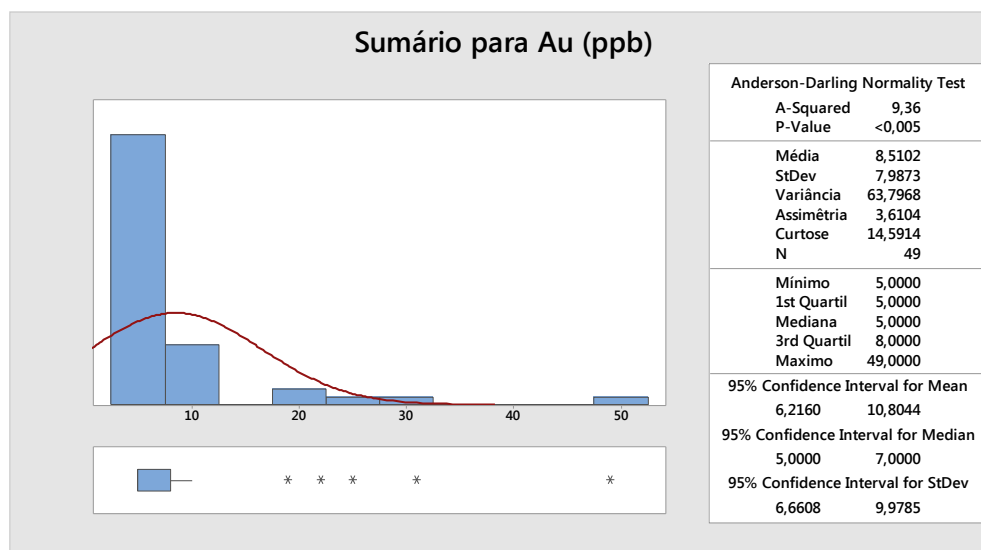


Figura 5.1 - Sumário Gráfico do Ouro (ppb), amostras em malha.

Analisando o boxplot (Figura 5.1) é possível ver a grande variância do banco de dados, da ordem de 63,79, porque o intervalo, entre os valores máximo e mínimo, é elevado e, nesse intervalo, estão as maiores concentrações de ouro.

Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1 (da ordem de 6 ppb), as concentrações de ouro encontradas apresentam valores muito superiores, aos valores dessa tabela.

Nesse caso, as concentrações de ouro, superiores a 6 ppb, podem ser considerados valores anômalos/anomalias e, a maior anomalia, é de 49 ppb de ouro.

5.2 Paládio

Na figura 5.2 é possível observar o sumário estatístico para o Pd. O histograma mostra valores entre 5 ppb e 30 ppb. A curva vermelha mostra um perfil de distribuição assimétrico, onde predomina amostras com 5 ppb ou menos que isso, devido à imprecisão da técnica analítica empregada.

Entre o valor mínimo de 5 ppb e o máximo de 30 ppb, existem várias concentrações de Pd. Desses valores, aqueles superiores a 17 ppb seriam *outliers*.

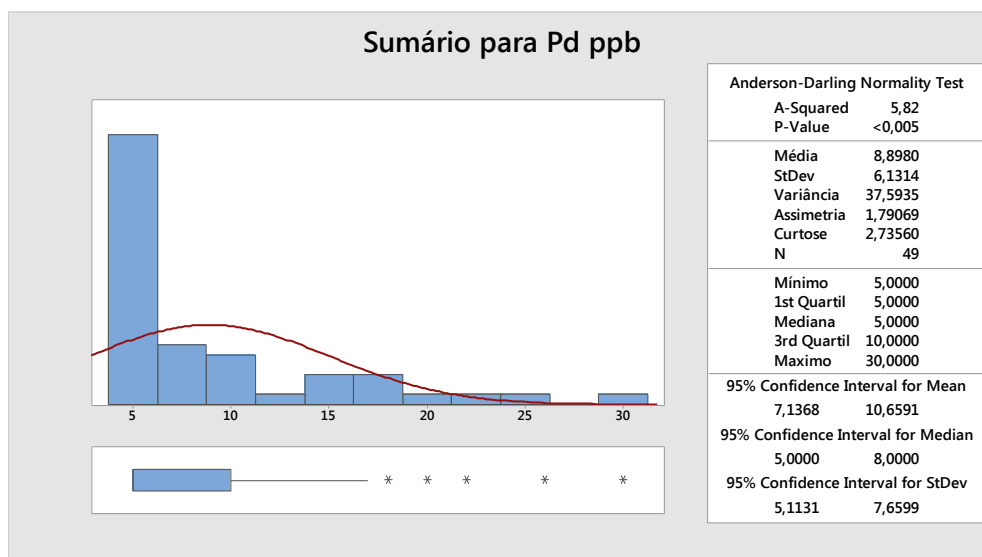


Figura 5.2 - Sumário para Pd (ppb), amostras em malha.

Analisando o boxplot (Figura 5.2) é possível ver a grande variância do banco de dados, da ordem de 37,59.

Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o paládio apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 15 ppb).

Portanto, os teores de paládio, superiores a 15 ppb podem ser considerados valores anômalos/anomalias e, a maior anomalia, é de 30 ppb de paládio.

5.3 Arsênio

Na figura 5.3 é possível observar o sumário estatístico para o As. O histograma mostra valores entre 5 e 585 ppm. A curva vermelha mostra um perfil de distribuição assimétrico, com predominância de amostras com 5 ppm, ou menos que isso, devido à imprecisão da técnica analítica empregada.

Entre o valor mínimo de 5 ppm e o máximo de 585 ppm, existem amostras com valores diferentes de ppm.

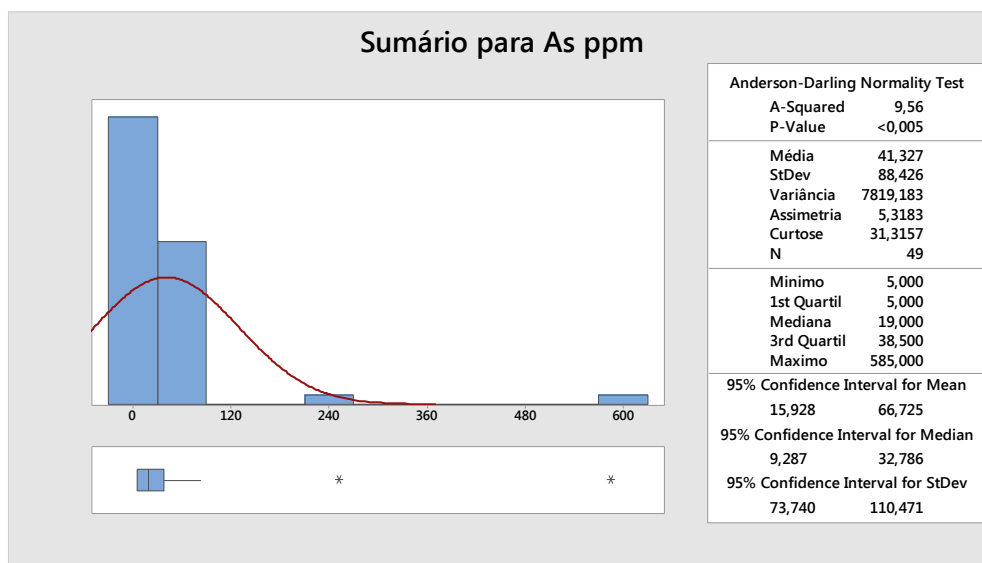


Figura 5.3 - Sumário para As (ppm), amostras em malha.

Analisando o boxplot (Figura 5.3) é possível ver a enorme variância do banco de dados, da ordem de 7819,183, isso se justifica pela grande amplitude de valores presentes.

Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o arsênio apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 1,8 ppm).

Portanto os teores de arsênio, superiores a 1,8 ppm, podem ser considerados valores anômalos/anomalias e, a maior anomalia, é de 585 ppm de As.

5.4 Cobalto

Na figura 5.4 é possível observar o sumário estatístico para o Co. O histograma mostra concentrações entre 3 e 316 ppm. A curva vermelha mostra um perfil de distribuição assimétrico com predominância de amostras de 3 ppm ou menos que isso.

Entre o valor mínimo de 3 ppm e o máximo de 316 ppm, existem amostras com diferentes valores de ppm. Desses valores, aqueles superiores a 80 ppm seriam *outliers*, sendo o maior deles o valor máximo de 316 ppm.

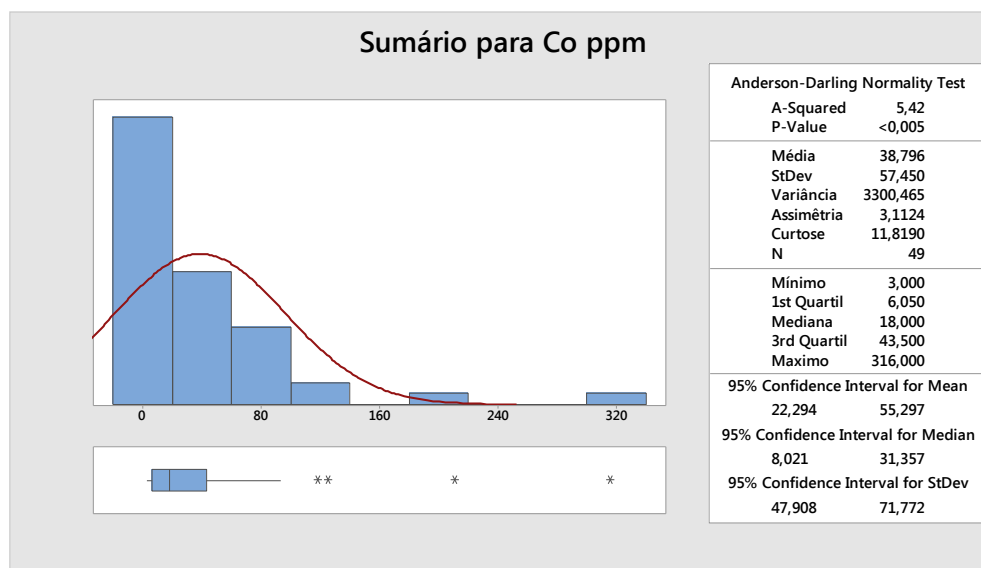


Figura 5.4 - Sumário para Co (ppm), amostras em malha.

Analisando o boxplot (Figura 5.4) é possível ver a grande variância do banco de dados, da ordem de 3300, pois o intervalo entre os valores máximo e mínimo é muito grande.

No entanto, considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o cobalto apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 175 ppm).

Portanto os teores de cobalto, superiores a 175 ppm podem ser considerados valores anômalos/anomalias e, a maior anomalia, é de 316 ppm de cobalto.

5.5 Vanádio

Na figura 5.5 é possível observar o sumário estatístico para o V. O histograma mostra concentrações entre 45 ppm e 325 ppm. A curva vermelha mostra um perfil de distribuição simétrico onde os teores variam entre 60 e 240 ppm.

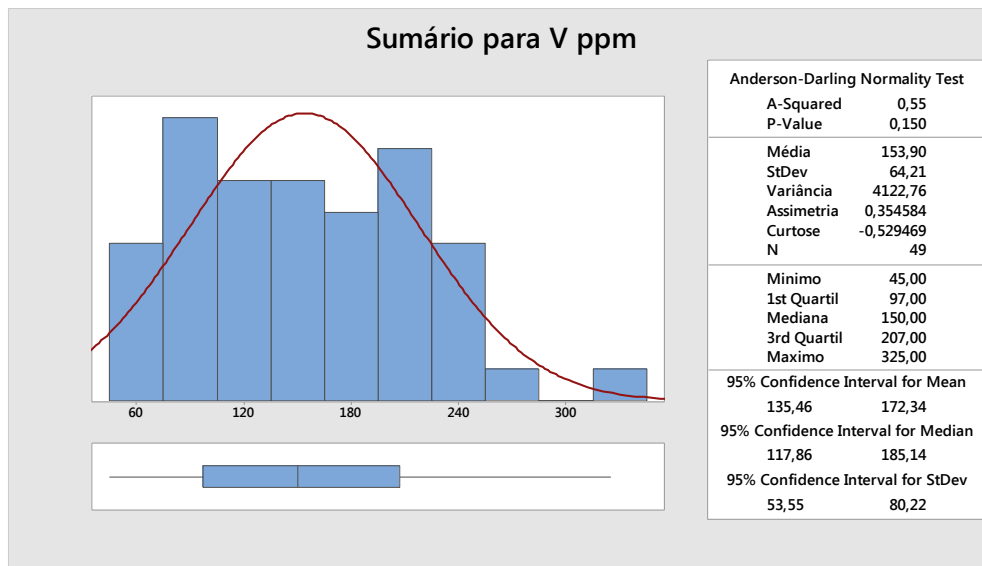


Figura 5.5 - Sumário para V (ppm), amostras em malha.

Entre o valor mínimo de 45 ppm e o máximo de 325 ppm, existem amostras com valores diferentes de ppm. Desses valores, nenhum foi considerado outlier.

Analisando o boxplot (Figura 5.5) é possível ver a grande variância do banco de dados, da ordem de 4122.

Mas, considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o vanádio apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 150 ppm).

Portanto os teores de vanádio, superiores a 175 ppm podem ser considerados valores anômalos/anomalias, mesmo não sendo *outliers* e, a maior anomalia, é de 325 ppm de vanádio.

5.6 Cádmio

Na figura 5.6 observa-se o sumário estatístico para o Cd. O histograma mostra valores entre 1 ppm e 11 ppm. A curva vermelha mostra um perfil de distribuição assimétrico com predominância de amostras entre 2 e 4 ppm.

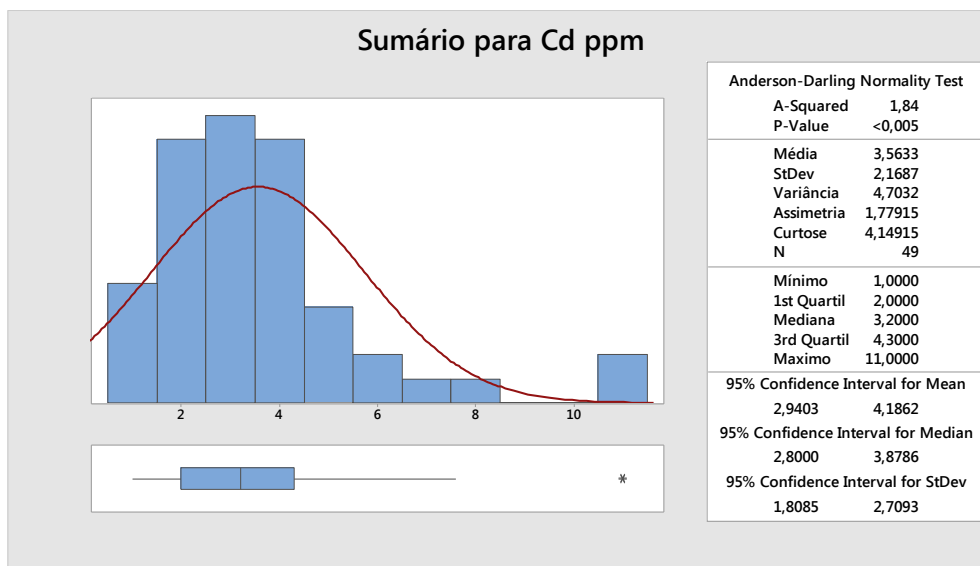


Figura 5.6 – Sumário para Cd (ppm), amostras em malha.

Entre o valor mínimo de 1 ppm e o máximo de 11 ppm, existem amostras com valores diferentes de ppm. Desses valores, apenas o valor de 10 ppm foi considerado outlier.

Analisando o boxplot (Figura 5.6) é possível ver uma pequena variância do banco de dados, da ordem de 4,70, isso é devido a pequena diferença entre o valor máximo e mínimo.

Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o cádmio apresenta valores anômalos muito superiores aos valores dessa tabela (da ordem de 0,1 ppm).

Portanto, a concentração de cádmio pode considerada anômala, sendo a maior anomalia da ordem de 11 ppm de Cd.

5.7 Níquel

Na figura 5.7 observa-se o sumário estatístico para o Ni.

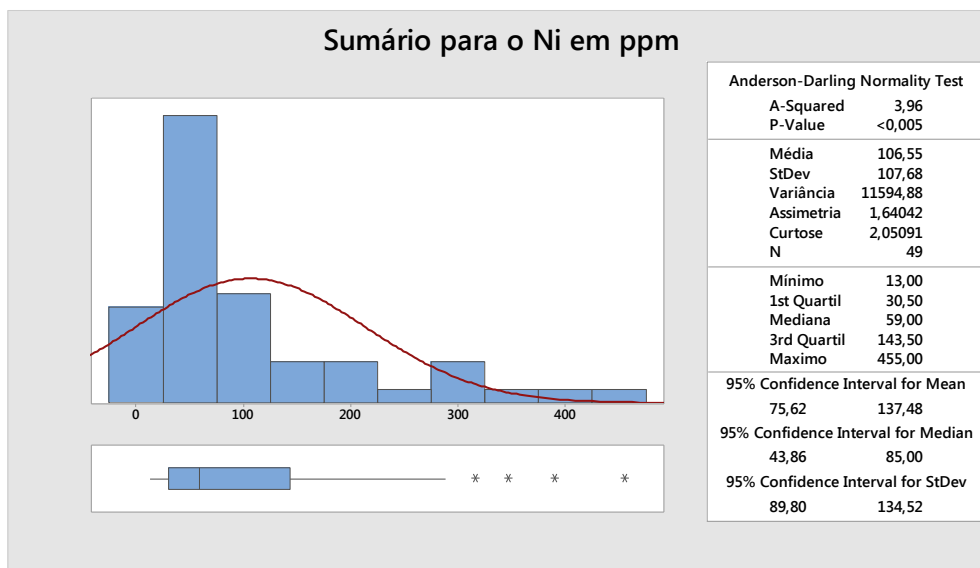


Figura 5.7 - Sumário para Ni (ppm), amostras em malha.

O histograma mostra valores entre 13 e 455 ppm. A curva vermelha mostra um perfil de distribuição assimétrico com predominância de amostras entre 50 e 100 ppm.

Entre o valor mínimo de 13 ppm e o máximo de 455 ppm, existem amostras com diferentes valores em ppm. Desses valores, aqueles acima de 300 ppm foram considerados *outliers*.

Analisando o boxplot (Figura 5.7) é possível ver uma alta variância do banco de dados, da ordem de 11.594,88, isso é devido a grande diferença entre o valor máximo e mínimo.

Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o níquel não apresenta nenhum acima dos valores dessa tabela (da ordem de 2000 ppm).

Portanto, as concentrações de níquel na região não podem ser consideradas anômalas, estando abaixo do background.

5.8 Cobre

Na figura 5.8 observa-se o sumário para o Cu.

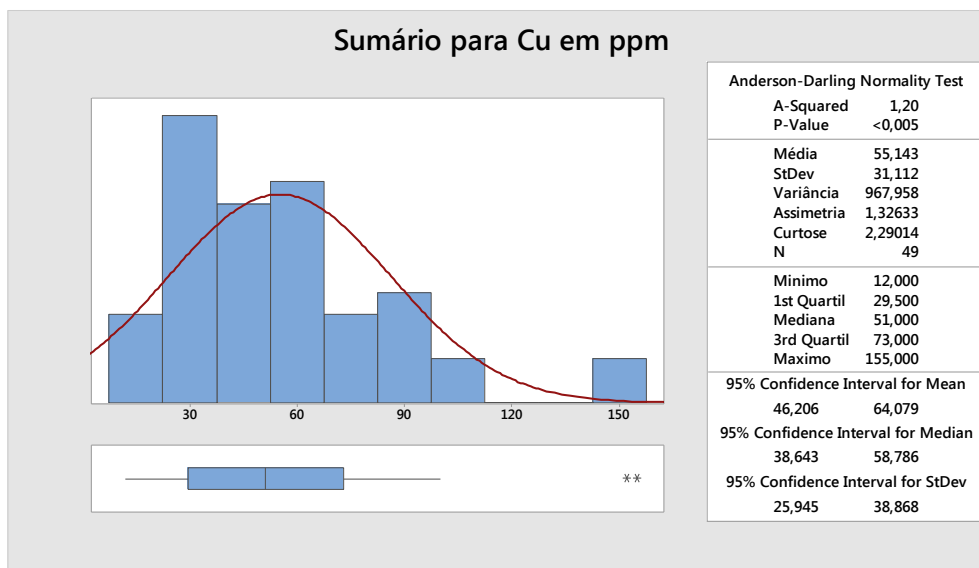


Figura 5.8 - Sumário para Cu (ppm), amostras em malha.

O histograma mostra valores entre 12 e 155 ppm. A curva vermelha mostra um perfil simétrico de distribuição que predomina amostras que variam entre 30 e 90 ppm.

Entre o valor mínimo de 12 ppm e o máximo de 155 ppm, existem amostras com valores diferentes ppm. Desses valores, os de 150 ppm foram considerados *outliers*.

Analisando o boxplot (Figura 5.8) é possível ver uma alta variância do banco de dados, da ordem de 967,958. Isso está relacionado a grande diferença entre o valor máximo e mínimo. Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o cobre apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 50 ppm). Portanto os teores de cobre acima de 50 ppm podem ser considerados valores anômalos/anomalia, sendo o maior deles o valor de 155 ppm.

5.9 Cromo

Na figura 5.9 é possível observar o sumário para o Cr.

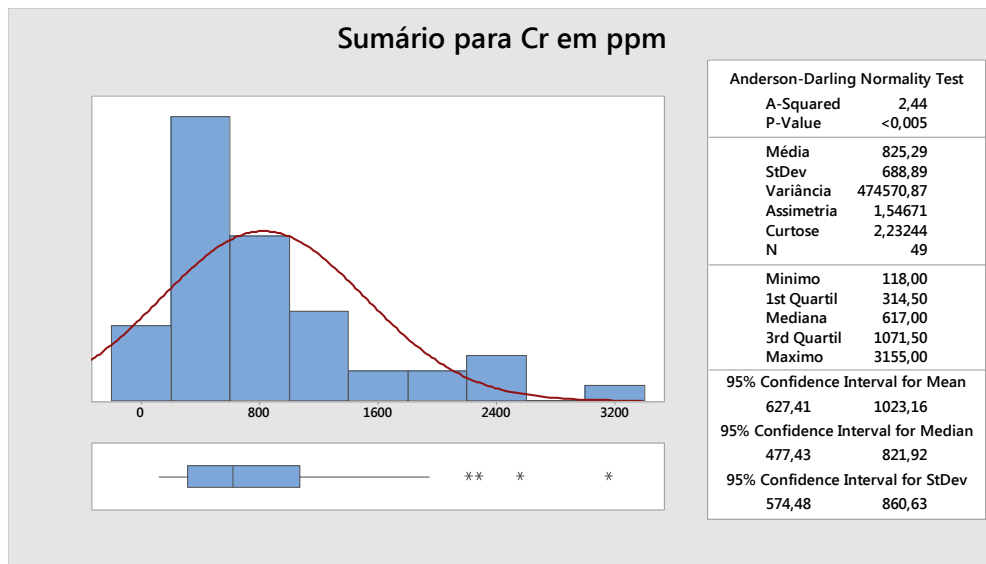


Figura 5.9 - Sumário para Cr (ppm), amostras em malha.

O histograma mostra valores que variam entre 118 ppm e 3155 ppm. A curva detalha um perfil de distribuição simétrico com valores entre 500 e 800 ppm.

Entre o valor mínimo de 118 ppm e o máximo de 3155 ppm, existem amostras com valores diferentes de ppm. Desses valores, aqueles acima de 3200 ppm foram considerados *outliers*.

Analisando o boxplot (Figura 5.9) é possível ver uma alta variância do banco de dados, da ordem de 474.570,87, isso é devido a vasta diferença entre o valor máximo e mínimo dos teores.

Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o Cromo apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 1800). Portanto, as concentrações de Cr superiores a 1800 ppm podem ser considerados valores anômalos/anomalias.

5.10 Escândio

Na figura 5.10 é possível observar o sumário estatístico para o Sc.

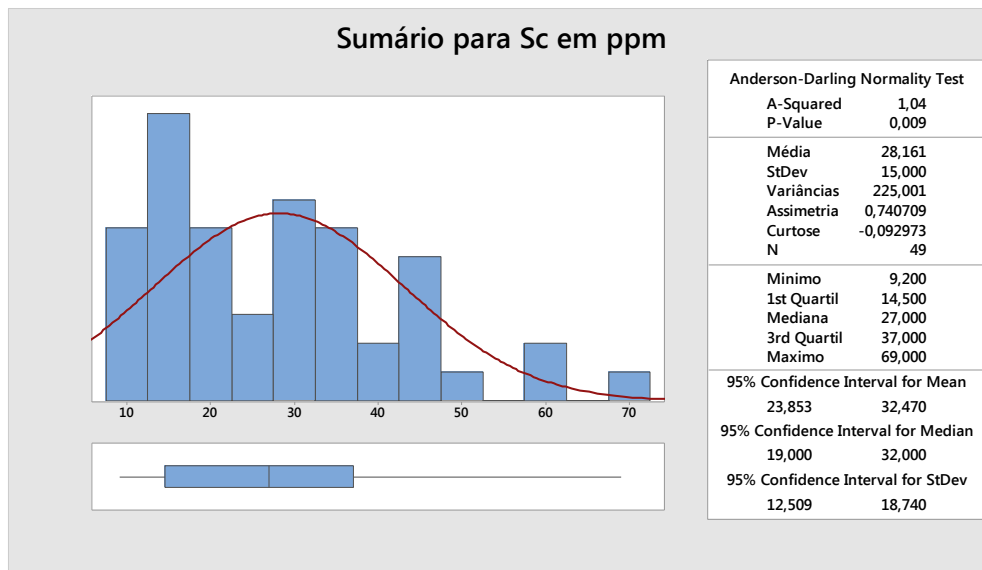


Figura 5.10 - Sumário para Sc (ppm), amostras em malha.

O histograma expõe valores entre 9,2 e 69 ppm. A curva de distribuição simétrica abarca, praticamente, todos os valores existentes.

Neste único caso é possível obter um valor de curtose negativo, onde indica que a distribuição é mais achatada que a normal, entretanto esse valor negativo é bastante próximo a zero, fazendo com que a distribuição seja parecida com a normal.

Entre o valor mínimo de 118 ppm e o máximo de 3155 ppm, existem amostras com valores diferentes ppm. A variância do escândio é de 225.

Analisando o boxplot (Figura 510) é possível confirmar a falta de *outliers*.

Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, o escândio apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 13). Portanto, as concentrações de Sc superiores a 13 ppm podem ser considerados valores anômalos/anomalias.

5.11 Prata

Na figura 5.11 é possível observar o sumário estatístico para a prata.

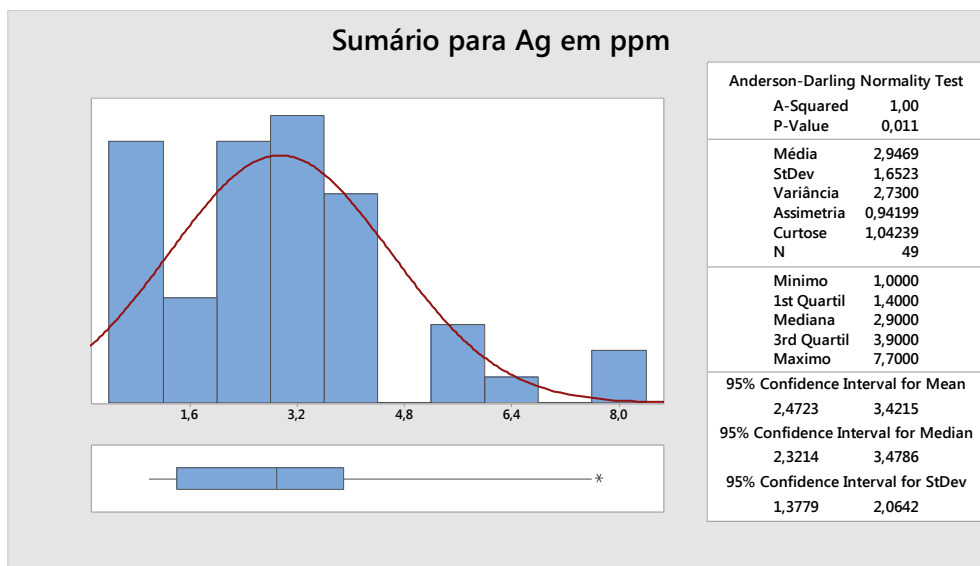


Figura 5.11 - Sumário para Ag (ppm), amostras em malha.

Analisando a distribuição do histograma (Figura 5.11), é possível perceber valores entre 1 e 7,7 ppm, com uma maior concentração de valores entre 1 ppm e 4,8 ppm.

Entre o valor mínimo de 1 ppm e o máximo de 7,7 ppm, existem amostras com valores diferentes ppm. Desses valores, apenas pode ser considerado como outlier, com 7,7 ppm.

A distribuição da prata tem uma pequena variância com o valor de 2,73 ppm, devido a pequena amplitude entre os valores máximos e mínimos encontrados para o teor desse elemento.

Considerando os valores de background e Clarke da Tabela 5.1, a prata apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 0,06). Portanto os teores de Ag, acima de 0,06 ppm podem ser considerados valores anômalos/anomalias que, no caso da prata, engloba todos os teores encontrados.

5.12 Platina

Na figura 5.12 é possível observar o sumário para o Pt.

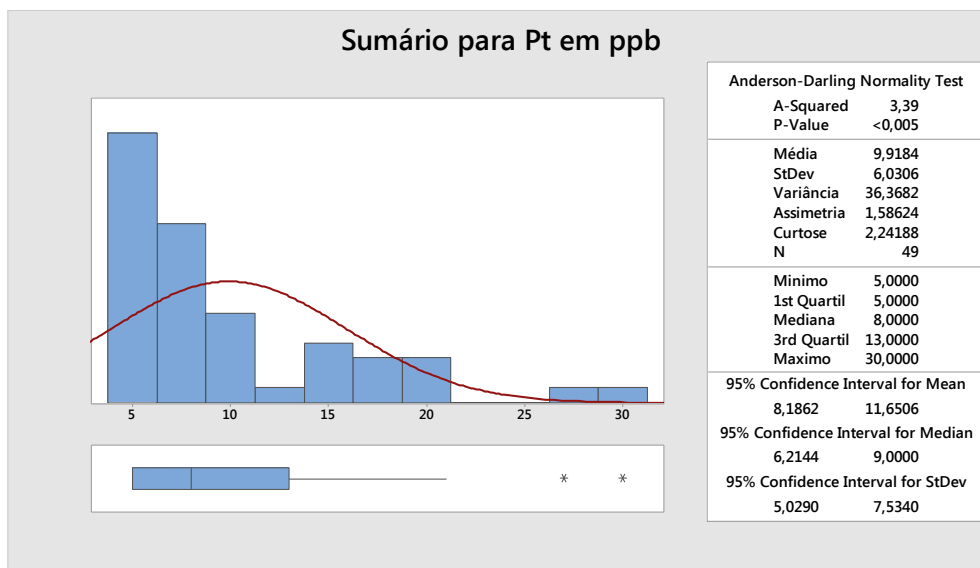


Figura 5.12 - Sumário para Pt (ppb), amostras em malha.

O histograma expõe valores que variam entre 5 ppb e 30 ppb. A curva detalha um perfil de distribuição suave e assimétrico com predominância das amostras de 5 ppb, por causa da acuidade da técnica analítica empregada.

Entre o valor mínimo de 5 ppb e o máximo de 30 ppb, existem amostras com valores diferentes de ppb. Desses valores, foi considerado como outlier os teores de 27 e 30 ppb.

Platina, tem uma variância de 36,38, com valores que variam entre 5 e 30 ppb. Considerando os valores de background e CLARKE da Tabela 5.1, a platina apresenta valores anômalos muito superiores, aos valores dessa tabela (da ordem de 0,00050 ppm).

Portanto os teores de platina, acima a superiores a 0,00050 ppm ou 5 ppb são considerados valores anômalos/anomalias.

6 CONCLUSÕES

O estudo geoquímico estatístico realizado revelou que, por causa das questões intrínsecas à geologia, os parâmetros obtidos são totalmente inesperados se comparado aos estudos estatísticos usuais. No caso em questão, os *outliers* são valorizados, diferentemente de outros estudos estatísticos, onde eles são considerados problemas para a análise de resultados.

Igualmente, foram encontrados elevados valores de Variância e Desvio Padrão, em virtude da amplitude dos teores que são naturalmente encontrados numa etapa de uma prospecção geoquímica. Pois, a concentração de um elemento, dentro de uma unidade geológica qualquer, depende de vários fatores, às vezes, absolutamente aleatórios entre si.

Num estudo estatístico usual é possível observar erro na amostragem quando ocorre uma excessiva repetição de valores. No entanto, numa prospecção geoquímica, isso é uma variável comum, seja pela distribuição, totalmente imprevisível dos teores, que dependem de inúmeras variáveis geológicas, seja pela baixa acuidade de procedimentos analíticos. Pois, estando o elemento em concentração muito baixa, é provável que a técnica analítica não consiga detectar a sua real concentração na amostra.

Assim, após as várias etapas de trabalho realizadas nesse estudo, que consistiram, principalmente, na configuração espacial das concentrações e análise estatística do banco de dados, para demonstrar a correlação entre as concentrações e o contexto geológico do local, é possível concluir, preliminarmente, que:

- I. Relativamente aos mapas de isoteores observa-se uma correlação entre as concentrações mais elevadas e fatores geológicos presentes na região.
- II. Por exemplo, as concentrações mais elevadas, de vários elementos Ni, Cu, Co, Cd, As, Au e Ag, se encontram ao longo da zona de cisalhamento, ou nas suas proximidades, confirmando a lógica

prospectiva de que zonas de cisalhamento são metalotectos primordiais para vários elementos.

- III. Adicionalmente, é possível correlacionar, para um mesmo ponto ou região de pontos no mapa, elevadas concentrações para diferentes elementos químicos que, no entanto, tem afinidades geoquímicas intrínsecas.
- IV. É o caso, por exemplo, do ponto S-42 que tem concentrações elevadas de platina e paládio e do ponto S-25 que tem concentrações elevadas de Vanádio e Cobre.
- V. Quanto a definição de algum depósito mineral da região, é necessário a continuidade do estudo, seja adensando a malha de amostragem, seja adicionando novas técnicas prospectivas ao projeto como, por exemplo, uma campanha geofísica para determinar anomalias em profundidade.
- VI. Finalmente, o estudo realizado indica que nas supracrustais de Cláudio tem-se consideráveis anomalias dos seguintes metais nobres: Au, As, Cu, Cd, Ag, Cr, Sc, V, Pd, Pt e Co. Apenas o níquel, dos elementos estudados, não apresentou valores superiores ao background.

Para concluir, recomenda-se a continuidade dos estudos no sentido de confirmar a presença, ou não, de algum depósito mineral de algum desses elementos químicos na região de Cláudio.

7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. **O Cráton do São Francisco**. Revista Brasileira Geociências, 7: 349-364. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11179/10638>>
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Interpretação de dados de Prospecção Geoquímica com o auxílio da Estatística**. CPRM, 2010. Disponível em :<http://www.cprm.gov.br/publique/media/rli_Andriotti.pdf>
- COUTO, D. J. F. **Petrogênese dos Metaultramafitos e Mafitos da Região de Cláudio (MG)**. 2004. Tese (Mestrado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2004.
- FERREIRA, S. N. **Geologia Estrutural Aplicada às Rochas Ornamentais na Pedreira Knawa, Cláudio (MG)**. 2004. Tese (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Universidade Estadual Paulista, 2004. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92887/ferreira_sn_m_e_rcla.pdf?sequence=1>
- GUILBERT, J. M. **The Geology of Ore Deposits**. 4 ed. New York : Editora W.H Freeman, 1986.
- LANDIM, P. M. B. **Análise Estatística de dados Geológicos**. 2.ed. São Paulo: Editora Unesp, 2003.
- MARANHÃO, R. J. L. **Introdução à Pesquisa Mineral**. 3.ed. Fortaleza: Editora, Banco do Nordeste do Brasil, 1985.
- NETO, M. T. O. C. & ROCHA, A. M. R. da, **Noções de Prospecção e Pesquisa Mineral para Técnicos de geologia e mineração**. Natal/RN: Editora do IFRN-RN, 2010.
- PEREIRA, R. M. **Fundamentos de Prospecção Mineral**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003.

8 Anexo 1 – Análises geoquímicas das amostras da região de Cláudio, MG.

Amostra	X_DD	Y_DD	Au (ppb)	Pd (ppb)	Pt (ppb)	Ag (ppm)	Sc (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Cd (ppm)	V (ppm)	Co (ppm)	As (ppm)
A 1 Itabirito	528315,00	7739050,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	51,00	5,50	48,00	6,60	26,00	31,00	39,05
A 2 Itabirito	528310,00	7739910,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	38,00	3,60	19,00	5,70	22,00	10,00	39,05
A 3 Itabirito	528230,00	7738950,00	5,00	6,00	9,00	3,00	15,00	272,00	34,00	171,00	11,00	46,00	38,00	39,05
A 5 Itabirito	528040,00	7738650,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	43,00	4,10	40,00	7,20	19,00	10,00	39,05
A 6 Itabirito	528160,00	7738750,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	53,00	20,00	53,00	8,10	14,00	11,00	39,05
E 17 Itabirito	527650,00	7738000,00	5,00	5,00	5,00	3,00	18,00	696,00	116,00	170,00	18,00	56,00	35,00	39,05
E 18 Itabirito	527560,00	7737960,00	5,00	5,00	5,00	3,00	12,00	706,00	171,00	259,00	16,00	136,00	161,00	39,05
E 18 A Itabirito	526590,00	7737550,00	5,00	5,00	5,00	3,00	11,00	661,00	161,00	250,00	15,00	128,00	161,00	39,05
G 23 Itabirito	526620,00	7737480,00	5,00	5,00	5,00	3,00	14,00	119,00	224,00	345,00	20,00	261,00	214,00	39,05
No 03 Itabirito	526770,00	7737630,00	5,00	5,00	5,00	5,70	6,60	554,00	41,00	55,00	10,00	26,00	8,00	39,05
Itabirito Fora da Área	529280,00	7739270,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	98,00	3,00	13,00	3,00	19,00	8,00	39,05
No 34 Itabirito	525950,00	7735450,00	5,00	16,00	7,00	3,00	18,00	326,00	41,00	70,00	9,10	85,00	13,00	39,05
No 34 A Itabirito	525950,00	7735450,00	5,00	15,00	8,00	3,00	19,00	332,00	39,00	66,00	11,00	94,00	14,00	39,05
No 35 Itabirito	525735,00	7735105,00	5,00	24,00	9,00	3,00	23,00	399,00	65,00	108,00	10,00	99,00	17,00	39,05
C 4a Ultramáfica Amarela	527740,00	7738750,00	5,00	5,00	9,00	3,00	19,00	1659,00	19,00	1179,00	3,00	142,00	69,00	39,05
C 4b Ultramáfica Amarela	527770,00	7738720,00	5,00	6,00	8,00	3,00	19,00	1603,00	10,00	1215,00	3,00	112,00	64,00	39,05
No 14 Rocha Ultramáfica Amarela	526810,00	7737280,00	5,00	18,00	13,00	3,00	23,00	3123,00	45,00	1117,00	3,00	175,00	128,00	39,05
No 28 Rocha Ultramáfica Amarela	526800,00	7737400,00	5,00	5,00	6,00	3,80	13,00	73,00	136,00	59,00	3,10	70,00	44,00	39,05
No 29 Rocha Ultramáfica Amarela	526790,00	7737510,00	5,00	19,00	12,00	3,00	22,00	2064,00	27,00	774,00	3,00	139,00	78,00	39,05
No 51 Rocha Ultramáfica Amarela	526780,00	7736840,00	5,00	28,00	14,00	3,00	49,00	2173,00	182,00	778,00	3,00	231,00	67,00	39,05
No 15 Rocha Ultramáfica Amarela	526805,00	7736910,00	10,00	24,00	28,00	3,00	60,00	4893,00	151,00	1261,00	3,00	349,00	251,00	39,05
Nº 89 Rocha Ultramáfica Amarela	526420,00	7736610,00	5,00	7,00	5,00	3,00	21,00	2591,00	13,00	723,00	6,70	143,00	74,00	39,05
I 19 Ultramáfica Amarela	526780,00	7736805,00	5,00	10,00	11,00	3,00	35,00	2682,00	141,00	1653,00	3,00	230,00	182,00	39,05

I 20 Ultramáfica Amarela	526760,00	7736750,00	47,00	8,00	12,00	3,00	25,00	1845,00	90,00	863,00	3,00	199,00	125,00	39,05
No 53 Rocha Ultramáfica Amarela	526730,00	7736640,00	5,00	20,00	15,00	3,00	31,00	1552,00	65,00	814,00	3,00	175,00	104,00	39,05
No 54 Rocha Ultramáfica Amarela	526725,00	7736730,00	5,00	22,00	18,00	3,00	50,00	1812,00	125,00	757,00	3,00	203,00	72,00	39,05
Nº 90 Rocha Ultramáfica Amarela	526260,00	7735675,00	5,00	11,00	6,00	3,00	25,00	3133,00	64,00	755,00	8,40	186,00	84,00	39,05
Nº 98 Rocha Ultramáfica Amarela	526220,00	7735585,00	5,00	6,00	5,00	3,00	5,00	197,00	12,00	91,00	3,00	17,00	8,00	39,05
Nº 86 Rocha Ultramáfica Amarela	525720,00	7735080,00	5,00	9,00	10,00	3,00	56,00	3497,00	32,00	822,00	13,00	221,00	86,00	39,05
Nº 92 Rocha Ultramáfica Amarela	525810,00	7735090,00	5,00	5,00	5,00	3,00	14,00	931,00	72,00	53,00	20,00	507,00	9,60	39,05
Nº 93 Rocha Ultramáfica Amarela	526050,00	7735095,00	5,00	26,00	12,00	3,00	26,00	3896,00	51,00	973,00	12,00	269,00	100,00	39,05
Nº 97 Rocha Ultramáfica Amarela	526070,00	7735100,00	5,00	18,00	8,00	3,00	34,00	2661,00	46,00	819,00	12,00	258,00	116,00	39,05
No 38 Rocha Ultramáfica - Amarela	526010,00	7735485,00	5,00	17,00	11,00	3,00	30,00	2002,00	13,00	1010,00	3,00	143,00	88,00	39,05
No 34 Rocha Ultramáfica Amarela	525950,00	7735430,00	5,00	7,00	6,00	3,00	18,00	1719,00	51,00	656,00	3,00	151,00	68,00	39,05
No 35 Rocha Ultramáfica Amarela	525910,00	7735380,00	5,00	8,00	16,00	3,00	18,00	2538,00	57,00	850,00	3,00	139,00	61,00	39,05
No 36 Rocha Ultramáfica Amarela	525830,00	7735320,00	5,00	12,00	9,00	3,00	17,00	1462,00	26,00	607,00	3,00	143,00	70,00	39,05
Nº 61 Quartzó/Bif	528565,00	7739715,00	5,00	5,00	5,00	3,00	30,00	536,00	529,00	521,00	24,00	464,00	1829,00	39,05
No 06 Quartzó/Bif	528660,00	77397700,00	13,00	5,00	5,00	5,00	38,00	111,00	766,00	848,00	3,00	181,00	3225,00	39,05
Nº 70 QUARTZO	527790,00	7737905,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	721,00	40,00	41,00	17,00	21,00	14,00	39,05
Nº 68 QUARTZO	526670,00	7737930,00	5,00	5,00	5,00	3,00	17,00	284,00	644,00	1277,00	13,00	72,00	3140,00	39,05
H 25 Quartzó	526850,00	7736950,00	18,00	248,00	181,00	3,00	5,00	16,00	10,00	11,00	3,00	176,00	14,00	39,05
No 33A Quartzó	526845,00	7736940,00	5,00	5,00	5,00	3,00	9,30	20,00	5,60	25,00	3,00	8,00	8,00	39,05
Nº 74 QUARTZO	526850,00	7737005,00	5,00	5,00	5,00	3,00	20,00	1895,00	40,00	41,00	19,00	79,00	11,00	39,05
I 21 Quartzó	526800,00	7736780,00	5,00	6,00	9,00	3,00	32,00	1464,00	111,00	194,00	15,00	271,00	32,00	39,05
Nº 75 QUARTZO	526770,00	7736550,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	15,00	3,20	4,80	3,00	8,00	8,00	39,05
No 32 Quartzó	525695,00	7735160,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	19,00	8,10	25,00	3,00	8,00	8,00	39,05
No 33 Quartzó	525615,00	7735080,00	5,00	16,00	5,00	3,00	5,00	12,00	8,50	23,00	3,00	8,00	8,00	39,05
No 40 Quartzó	525715,00	7735060,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	63,00	7,70	39,00	3,00	8,00	8,00	39,05
Nº 69 QUARTZO	527670,00	7739305,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	29,00	11,00	18,00	3,00	8,00	20,00	39,05
Nº 73 QUARTZO	526470,00	7737480,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	46,00	7,90	30,00	13,00	8,20	8,00	39,05

Nº 76 QUARTZO	527670,00	7739305,00	23,00	5,00	5,00	3,00	5,00	27,00	10,00	21,00	3,00	8,00	8,00	39,05
No 46 Quartzo	527670,00	7739305,00	17,00	5,00	5,00	3,00	8,80	130,00	29,00	84,00	3,00	59,00	23,00	39,05
D 10 Canga	527745,00	7738250,00	5,00	5,00	6,00	3,00	17,00	1641,00	21,00	1164,00	3,00	117,00	86,00	39,05
D 11 Canga	527850,00	7738320,00	5,00	5,00	23,00	3,00	147,00	446,00	1414,00	688,00	15,00	1662,00	1649,00	39,05
D 12 Canga	527910,00	7738275,00	5,00	8,00	12,00	3,00	20,00	541,00	43,00	18,00	9,00	513,00	15,00	39,05
D 13 Canga	527855,00	7738190,00	5,00	7,00	16,00	3,00	29,00	2336,00	76,00	784,00	3,00	214,00	110,00	39,05
D 14 Canga	527905,00	7738160,00	5,00	10,00	21,00	3,00	20,00	912,00	40,00	430,00	3,00	135,00	54,00	39,05
D 16 Canga	527980,00	7738130,00	5,00	6,00	9,00	3,00	25,00	1620,00	75,00	766,00	3,00	164,00	73,00	39,05
B 7 Canga	528570,00	7738450,00	14,00	5,00	5,00	3,00	7,00	534,00	50,00	80,00	15,00	85,00	16,00	39,05
B 15 Canga	528270,00	7738240,00	14,00	5,00	5,00	3,00	5,00	244,00	188,00	169,00	15,00	9,50	792,00	39,05
B 15a Canga	528310,00	7738300,00	18,00	5,00	5,00	3,00	5,00	150,00	58,00	56,00	14,00	10,00	68,00	39,05
A 8 Canga	527715,00	7738496,00	5,00	5,00	5,00	3,00	6,40	66,00	13,00	45,00	6,10	23,00	29,00	39,05
A 9 Canga	527660,00	7738370,00	20,00	6,00	6,00	3,00	7,10	107,00	77,00	189,00	11,00	70,00	118,00	39,05
No 19 Canga	526530,00	7737540,00	5,00	5,00	5,00	6,00	5,00	33,00	28,00	67,00	10,00	89,00	9,40	39,05
No 25 Canga	527005,00	7737590,00	5,00	5,00	5,00	3,00	12,00	168,00	62,00	169,00	5,50	139,00	14,00	39,05
No 26 Canga	526990,00	7737630,00	5,00	5,00	8,00	6,30	12,00	1326,00	798,00	998,00	12,00	193,00	235,00	39,05
No 08 Canga	526840,00	7737205,00	5,00	6,00	7,00	3,70	43,00	2196,00	103,00	604,00	4,60	147,00	109,00	39,05
No 11 Canga	526850,00	7736960,00	5,00	5,00	5,00	6,50	25,00	2184,00	74,00	291,00	9,80	156,00	39,00	39,05
No 49 Canga	526840,00	7736980,00	5,00	17,00	6,00	3,00	40,00	3856,00	49,00	369,00	14,00	236,00	32,00	39,05
No 36 Canga	526005,00	7735460,00	5,00	18,00	7,00	3,00	15,00	2774,00	98,00	346,00	22,00	676,00	32,00	39,05
Nº 65 CANGA	525610,00	7735060,00	9,00	5,00	5,00	3,00	11,00	914,00	36,00	17,00	37,00	94,00	17,00	39,05
Nº 96 CANGA	525715,00	7735150,00	5,00	5,00	5,00	3,00	6,30	256,00	82,00	156,00	44,00	175,00	64,00	39,05
Nº 99 CANGA	525690,00	7735160,00	5,00	9,00	5,00	3,00	11,00	1116,00	134,00	486,00	49,00	604,00	68,00	39,05
Nº 99 CANGA	525690,00	7735160,00	7,00	9,00	5,00	3,00	11,00	1003,00	127,00	463,00	47,00	568,00	64,00	39,05
No 47 Canga	527660,00	7739290,00	5,00	9,00	5,00	3,00	17,00	433,00	47,00	229,00	3,00	117,00	36,00	39,05
Nº 71 Sedimento	527800,00	7737900,00	5,00	12,00	8,00	3,00	38,00	479,00	126,00	170,00	3,00	250,00	23,00	39,05
Nº 72 Sedimento	527800,00	7737900,00	5,00	5,00	7,00	3,00	41,00	368,00	125,00	197,00	3,00	295,00	34,00	39,05

No 01 Sedimento	526730,00	7737910,00	73,00	5,00	5,00	3,00	26,00	833,00	93,00	325,00	3,00	177,00	46,00	39,05
No 23 Sedimento	526815,00	7737800,00	5,00	5,00	5,00	3,00	18,00	935,00	35,00	106,00	3,00	154,00	18,00	39,05
No 57 Sedimento	526375,00	7738085,00	21,00	11,00	5,00	3,00	21,00	529,00	79,00	213,00	3,00	149,00	43,00	39,05
No 58 Sedimento	526475,00	7738015,00	17,00	14,00	12,00	3,00	28,00	893,00	69,00	211,00	3,00	182,00	37,00	39,05
No 59 Sedimento	526815,00	77378785,00	5,00	9,00	7,00	3,00	18,00	537,00	40,00	103,00	3,00	117,00	18,00	39,05
No 60 Sedimento	526750,00	7737900,00	16,00	17,00	8,00	3,00	22,00	698,00	92,00	146,00	3,00	137,00	44,00	39,05
No 10 Sedimento	526870,00	7737510,00	5,00	6,00	10,00	3,00	30,00	2113,00	62,00	241,00	3,00	203,00	31,00	39,05
No 12 Sedimento	526875,00	7737310,00	5,00	5,00	6,00	3,00	18,00	1896,00	37,00	162,00	3,20	181,00	35,00	39,05
No 13 Sedimento	526875,00	7737250,00	5,00	5,00	6,00	3,00	19,00	2046,00	34,00	165,00	4,40	206,00	35,00	39,05
No 17 Sedimento	526775,00	7737370,00	5,00	5,00	8,00	3,00	22,00	2243,00	44,00	214,00	3,00	173,00	33,00	39,05
No 18 Sedimento	526840,00	7737330,00	5,00	8,00	5,00	3,00	17,00	2125,00	29,00	214,00	4,60	189,00	34,00	39,05
No 09 Sedimento	526850,00	7736950,00	5,00	5,00	5,00	3,00	25,00	852,00	43,00	99,00	3,00	173,00	19,00	39,05
No 42 Sedimento	525645,00	7734920,00	23,00	7,00	5,00	3,00	14,00	1621,00	88,00	369,00	3,00	95,00	64,00	39,05
Nº 62 Sedimento	525620,00	7735010,00	8,00	18,00	9,00	3,00	55,00	3732,00	67,00	1097,00	3,00	156,00	72,00	39,05
Nº 84 Sedimento	525645,00	7734920,00	5,00	9,00	14,00	3,00	41,00	2292,00	40,00	1388,00	3,00	124,00	92,00	39,05
Nº 87 Sedimento de Corrente	525625,00	7734910,00	5,00	5,00	5,00	3,00	14,00	935,00	21,00	344,00	3,00	82,00	57,00	39,05
Nº 88 Sedimento de Corrente	525625,00	7734910,00	5,00	5,00	8,00	3,00	16,00	583,00	18,00	555,00	3,00	94,00	43,00	39,05
H 22 Ultramáfica Verde	526810,00	7737210,00	5,00	5,00	5,00	3,00	8,70	54,00	479,00	1841,00	3,00	40,00	2419,00	39,05
H 22a Ultramáfica Verde	526810,00	7737250,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	31,00	13,00	33,00	3,00	8,00	37,00	39,05
No 02 Rocha Ultramáfica Verde	526850,00	7736950,00	5,00	15,00	16,00	3,00	46,00	2733,00	209,00	1945,00	3,00	219,00	230,00	39,05
No 07 Rocha Ultramáfica Verde	526810,00	7737230,00	35,00	23,00	32,00	3,00	64,00	4878,00	133,00	1446,00	3,00	423,00	212,00	39,05
No 16 Rocha Ultramáfica Verde	526810,00	7737240,00	5,00	17,00	18,00	3,00	51,00	3123,00	164,00	2132,00	3,00	269,00	248,00	39,05
Nº 67 Rocha Ultramáfica Verde	526840,00	7736970,00	5,00	6,00	13,00	3,00	35,00	3013,00	127,00	1122,00	9,40	176,00	154,00	39,05
No 52 Rocha Ultramáfica Verde	526710,00	7736800,00	5,00	22,00	11,00	3,00	29,00	1339,00	53,00	903,00	3,00	177,00	86,00	39,05
No 55 Rocha Ultramáfica Verde	526630,00	7736750,00	5,00	10,00	5,00	3,00	20,00	1705,00	3,50	551,00	3,00	113,00	76,00	39,05
No 56 Rocha Ultramáfica Verde	526580,00	7736720,00	5,00	5,00	5,00	3,00	20,00	1688,00	9,30	721,00	3,00	129,00	72,00	39,05
Nº 91 Rocha Ultramáfica Verde	526320,00	7736610,00	5,00	10,00	11,00	3,00	16,00	2571,00	12,00	631,00	7,10	116,00	68,00	39,05

No 31 Rocha Ultramáfica Verde	526180,00	7735510,00	10,00	17,00	13,00	3,00	8,50	96,00	58,00	75,00	3,00	25,00	12,00	39,05
No 37 Rocha Ultramáfica Verde	526160,00	7735490,00	5,00	18,00	7,00	3,00	25,00	2666,00	13,00	1561,00	3,00	129,00	109,00	39,05
No 37A Rocha Ultramáfica Verde	526140,00	7735470,00	5,00	24,00	14,00	3,00	33,00	2673,00	42,00	1155,00	3,00	170,00	104,00	39,05
No 41 Rocha Ultramáfica Verde	525710,00	7735110,00	9,00	18,00	13,00	3,00	35,00	1636,00	34,00	1390,00	3,00	140,00	313,00	39,05
No 50 Rocha Ultramáfica Verde	526010,00	7735480,00	17,00	14,00	5,00	3,00	24,00	1774,00	25,00	1523,00	3,00	93,00	170,00	39,05
Nº 63 Rocha Ultramáfica Verde	526390,00	7735685,00	5,00	6,00	10,00	3,00	24,00	1684,00	26,00	1158,00	5,60	96,00	216,00	39,05
Nº 64 Rocha Ultramáfica Verde	526280,00	7735625,00	6,00	5,00	5,00	3,00	35,00	1899,00	32,00	970,00	13,00	219,00	111,00	39,05
Nº 66 Rocha Ultramáfica Verde	526440,00	7735730,00	9,00	6,00	5,00	3,00	55,00	2018,00	61,00	627,00	26,00	461,00	122,00	39,05
Nº 94 Rocha Ultramáfica Verde	525695,00	7735150,00	5,00	13,00	7,00	3,00	35,00	2950,00	10,00	1208,00	7,10	167,00	216,00	39,05
Nº 95 Rocha Ultramáfica Verde	525760,00	7735110,00	10,00	15,00	15,00	3,00	57,00	2517,00	68,00	651,00	12,00	310,00	43,00	39,05
Nº 101 Rocha Ultramáfica Verde	525635,00	7734910,00	5,00	11,00	6,00	3,00	29,00	2126,00	60,00	883,00	17,00	355,00	82,00	39,05
Nº 102 Rocha Ultramáfica Verde	525640,00	7734900,00	5,00	15,00	5,00	3,00	32,00	2076,00	9,60	1205,00	9,00	202,00	139,00	39,05
Nº 81 Rocha Ultramáfica Verde	525820,00	7735070,00	5,00	10,00	5,00	3,00	22,00	2233,00	11,00	953,00	7,30	156,00	99,00	39,05
Nº 83 Rocha Ultramáfica Verde	525850,00	7735080,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	191,00	11,00	155,00	3,00	23,00	9,50	39,05
Dique Básico	525775,00	7738580,00	5,00	5,00	5,00	3,00	20,00	50,00	52,00	32,00	3,00	283,00	42,00	39,05
No P05 Sulfeto Pedreira	527220,00	7739600,00	23,00	5,00	5,00	3,00	5,00	3,00	770,00	3,00	3,00	52,00	8,00	39,05
No 39 Rocha Alterada Vermelha Leve	527700,00	7735100,00	5,00	11,00	8,00	3,00	35,00	1065,00	43,00	755,00	3,00	98,00	47,00	39,05
Nº 85 Filito Branco	527680,00	7735080,00	5,00	8,00	5,00	3,00	30,00	1154,00	23,00	322,00	5,50	80,00	79,00	39,05
Nº 100 Sulfeto Verde	526310,00	7735150,00	5,00	10,00	5,00	3,00	5,00	1606,00	7,20	20,00	3,00	160,00	8,00	39,05
No 44 Filito Amarelo	527670,00	7739310,00	5,00	5,00	5,00	3,00	59,00	90,00	43,00	141,00	3,00	497,00	75,00	39,05
No 45 Rocha Alterada - Vermelha Leve	527670,00	7739310,00	6,00	5,00	5,00	3,00	9,20	113,00	31,00	260,00	3,00	83,00	90,00	39,05
No 48 Filito Amarelo	527670,00	7739310,00	5,00	11,00	5,00	3,00	25,00	582,00	91,00	100,00	3,00	190,00	80,00	39,05
No 27 Rocha Alterada Vermelha Leve	526375,00	7738085,00	5,00	5,00	5,00	3,00	16,00	244,00	49,00	130,00	3,00	164,00	12,00	39,05
No 30 Pegmatito Branco	526850,00	7736950,00	8,00	5,00	5,00	3,00	36,00	1865,00	62,00	1108,00	3,00	181,00	149,00	39,05
P01-T	528592,00	7739720,00	5,50	5,17	5,00	1,00	11,93	336,50	106,00	370,00	1,65	91,00	228,83	35,33
P02-T	528566,00	7738502,00	6,00	5,00	5,17	1,00	6,83	223,83	11,58	37,28	1,00	35,83	4,25	53,00
P03-T	528432,00	7738365,00	14,00	5,00	5,00	1,00	6,46	173,25	8,14	43,13	1,00	24,14	7,70	437,63

P04-T	528310,00	7738080,00	15,00	5,00	5,00	1,00	5,10	114,75	14,88	39,75	1,00	3,00	10,85	86,50
P05-T	528272,00	7738108,00	5,92	12,83	16,17	1,00	45,58	322,92	111,25	111,58	1,00	264,67	53,33	151,92
P06-T	527813,00	7738088,00	5,63	10,88	10,25	1,00	38,38	1749,13	78,50	921,25	1,00	137,75	145,88	21,25
P07-T	527588,00	7737981,00	5,60	9,70	8,70	1,00	32,80	258,60	73,50	123,90	1,00	133,70	85,51	5,00
P08-T	528672,00	7737913,00	5,00	8,60	12,60	1,00	3,40	104,20	6,36	31,40	1,00	49,40	8,34	17,00
P09-T	528682,00	7737747,00	5,00	5,56	5,67	1,00	11,77	175,22	70,67	135,56	1,02	104,33	122,33	13,22
P10-T	526831,00	7737221,00	5,21	5,07	5,00	1,00	11,50	163,86	16,91	42,57	1,00	78,14	13,66	5,21
P11-T	526818,00	7737141,00	5,71	5,50	5,14	1,00	14,74	221,79	28,71	60,86	1,00	83,29	30,04	5,43
P12-T	526822,00	7737062,00	5,80	17,20	14,60	1,00	46,40	2289,80	66,40	445,20	1,00	246,40	169,20	5,00
P13-T	526811,00	7736896,00	8,86	19,71	22,29	1,00	69,71	3377,14	194,86	1165,43	1,00	343,29	462,00	8,71
P14-T	526791,00	7736833,00	8,33	31,33	27,17	1,00	76,50	4010,00	162,67	716,33	1,00	305,33	273,33	5,67
P15-T	526688,00	7736790,00	5,50	18,00	17,00	1,00	58,00	1531,50	136,00	534,50	1,00	215,00	263,00	5,00
P16-T	526836,00	7737388,00	5,11	21,56	8,33	1,00	60,00	651,44	78,89	199,33	0,89	238,67	118,30	5,73
P17-T	526806,00	7737450,00	5,00	24,50	29,25	1,00	61,50	2900,75	152,75	603,50	1,00	343,25	334,00	5,00
P18-T	526787,00	7737682,00	5,08	20,42	19,75	1,00	39,17	944,25	76,33	259,67	1,00	206,75	117,77	19,33
P19-T	526511,00	7737914,00	5,36	8,45	9,36	1,00	52,49	590,27	82,73	430,82	0,92	192,27	164,45	11,45
P20-T	526400,00	7737892,00	5,60	8,00	7,20	1,00	52,16	687,00	82,20	587,20	0,85	435,40	86,78	30,62
P21-T	526996,00	7736871,00	5,92	26,62	32,31	1,00	53,65	759,69	94,27	292,77	0,93	197,00	118,04	4,79
P22-T	527228,00	7736746,00	6,00	10,00	5,38	1,00	30,46	506,54	62,15	122,08	1,00	250,77	62,54	5,00
P23-T	527408,00	7736865,00	11,00	8,11	5,78	1,00	18,00	441,44	45,00	99,22	1,00	125,11	26,78	5,00
P24-T	527372,00	7735908,00	7,00	5,00	6,57	1,00	38,43	157,57	92,29	17,29	1,00	354,57	7,73	5,71
P25-12	526678,00	7735700,00	11,00	9,00	11,00	1,00	66,10	6690,00	120,50	1490,00	0,12	273,00	255,00	43,90
P26-02	526357,00	7735598,00	5,00	5,00	5,00	1,00	12,40	521,00	163,50	145,00	0,73	61,00	38,40	154,00
P26B-14	526433,00	7735527,00	5,00	1,00	5,00	1,00	43,60	113,00	68,50	81,90	0,09	450,00	111,50	5,60
P27-T	526250,00	7735380,00	5,00	12,67	11,00	1,00	42,20	1490,00	29,50	627,33	0,18	125,33	118,73	8,27
P28-08	525931,00	7735275,00	5,00	5,00	5,00	1,00	4,80	196,00	5,60	108,50	0,02	31,00	4,50	0,90
P29-08	525800,00	7735171,00	5,00	14,00	13,00	1,00	53,40	2460,00	18,80	900,00	0,05	147,00	120,50	0,30

P30-05	526070,00	7735140,00	5,00	6,00	8,00	1,00	31,10	2200,00	12,60	1130,00	0,09	129,00	86,30	3,40
P31-T	526440,00	7735240,00	5,00	11,50	8,00	1,00	42,90	397,00	170,50	521,00	0,09	248,50	105,10	26,75
P32-T	526650,00	7735350,00	5,00	17,50	18,00	1,00	63,90	1200,00	258,50	731,50	0,24	261,00	112,00	6,20
P33-06	526900,00	7735579,00	5,00	13,00	16,00	1,00	47,20	1640,00	103,50	559,00	0,03	243,00	53,10	45,30
P34-13	527068,00	7735751,00	22,00	2,00	5,00	1,00	9,40	51,00	12,70	44,70	0,19	44,00	14,60	5,20
P35-T	526930,00	7735870,00	5,00	7,50	7,50	1,00	26,80	899,00	78,70	107,95	0,03	272,50	69,15	1,50
P36-04	527160,00	7736040,00	5,00	9,00	7,00	1,00	30,20	2000,00	80,60	225,00	0,04	210,00	100,00	25,50
P37-07	526781,00	7736351,00	6,00	8,00	7,00	1,00	32,90	624,00	107,50	332,00	0,14	210,00	308,00	4,80
P38-T	526664,00	7736101,00	57,00	20,00	26,00	1,00	83,33	3576,67	264,83	773,00	0,15	274,67	186,50	58,03
P39-T	526470,00	7735890,00	10,00	13,67	14,67	1,00	45,47	3493,33	49,57	1513,33	0,20	163,00	132,17	143,57
P41-05	528566,00	7739702,00	5,00	2,00	5,00	1,00	8,70	166,00	32,40	1398,00	0,09	57,00	11,70	8,10
SOLO1	526006,00	7734908,00	5,00	5,00	6,00	2,00	17,00	796,00	43,00	117,00	2,80	121,00	64,00	24,00
SOLO2	525968,00	7735404,00	31,00	17,00	17,00	3,90	45,00	2559,00	58,00	455,00	4,30	202,00	75,00	40,00
SOLO3	526001,00	7735912,00	5,00	10,00	11,00	3,10	41,00	2211,00	34,00	196,00	3,50	159,00	76,00	5,00
SOLO4	526001,00	7736410,00	5,00	5,00	5,00	1,00	10,00	185,00	12,00	24,00	1,20	45,00	8,00	6,00
SOLO5	526001,00	7736921,00	5,00	7,00	9,00	1,00	21,00	344,00	51,00	29,00	1,20	138,00	3,00	73,00
SOLO6	525999,00	7737427,00	8,00	18,00	17,00	2,60	47,00	524,00	100,00	47,00	2,60	211,00	37,00	75,00
SOLO7	526000,00	7737927,00	6,00	9,00	15,00	3,40	35,00	1082,00	99,00	194,00	3,40	190,00	74,00	23,00
SOLO8	526000,00	7738424,00	5,00	5,00	5,00	1,00	9,70	118,00	16,00	13,00	1,00	69,00	3,40	5,00
SOLO9	526479,00	7735183,00	5,00	5,00	8,00	1,20	20,00	1061,00	38,00	207,00	2,00	121,00	70,00	34,00
SOLO10	526484,00	7735406,00	5,00	20,00	21,00	5,30	69,00	3155,00	78,00	390,00	6,80	252,00	125,00	33,00
SOLO11	526498,00	7735927,00	5,00	13,00	17,00	4,00	31,00	1505,00	81,00	288,00	4,80	186,00	211,00	5,00
SOLO12	526448,00	7736332,00	5,00	8,00	8,00	3,50	32,00	1046,00	47,00	59,00	3,90	225,00	14,00	5,00
SOLO13	526508,00	7736916,00	9,00	7,00	8,00	2,70	29,00	1946,00	58,00	347,00	3,10	149,00	90,00	60,00
SOLO14	526503,00	7737436,00	5,00	5,00	8,00	7,60	14,00	244,00	41,00	55,00	11,00	80,00	5,30	46,00
SOLO15	526502,00	7737926,00	7,00	10,00	14,00	3,90	46,00	1354,00	84,00	284,00	4,30	189,00	93,00	28,00
SOLO16	526454,00	7738222,00	10,00	5,00	5,00	2,00	14,00	274,00	49,00	73,00	3,20	101,00	22,00	5,00

SOLO17	526920,00	7734968,00	5,00	5,00	5,00	1,00	10,00	146,00	23,00	19,00	1,50	56,00	5,20	6,00
SOLO18	526879,00	7735396,00	6,00	9,00	7,00	3,90	37,00	1108,00	44,00	117,00	4,30	212,00	18,00	19,00
SOLO19	526873,00	7735786,00	5,00	5,00	7,00	3,50	30,00	683,00	63,00	75,00	3,90	223,00	38,00	5,00
SOLO20	526990,00	7736424,00	5,00	5,00	5,00	3,80	37,00	622,00	65,00	77,00	4,60	245,00	21,00	5,00
SOLO21	527005,00	7736917,00	5,00	26,00	30,00	3,90	58,00	1383,00	83,00	150,00	4,30	203,00	36,00	5,00
SOLO22	527000,00	7737440,00	5,00	8,00	8,00	2,90	14,00	206,00	29,00	35,00	3,30	93,00	5,10	8,00
SOLO23	527048,00	7737991,00	5,00	5,00	5,00	2,40	32,00	594,00	36,00	28,00	2,80	152,00	7,10	7,00
SOLO24	527087,00	7738360,00	5,00	5,00	10,00	2,90	30,00	634,00	155,00	316,00	2,90	218,00	316,00	35,00
SOLO25	527188,00	7735940,00	7,00	16,00	19,00	5,20	61,00	2280,00	152,00	239,00	6,00	325,00	118,00	19,00
SOLO26	527497,00	7736429,00	5,00	5,00	5,00	1,60	19,00	153,00	52,00	19,00	2,00	133,00	7,10	5,00
SOLO27	527399,00	7736831,00	5,00	5,00	8,00	1,20	23,00	555,00	58,00	51,00	1,90	171,00	9,30	5,00
SOLO28	527553,00	7737089,00	7,00	5,00	5,00	1,10	19,00	459,00	34,00	40,00	1,50	111,00	7,20	38,00
SOLO29	527498,00	7737429,00	5,00	5,00	6,00	1,00	15,00	544,00	22,00	42,00	1,00	76,00	6,00	71,00
SOLO30	527499,00	7737930,00	5,00	5,00	5,00	5,20	25,00	399,00	79,00	53,00	6,30	114,00	42,00	5,00
SOLO31	527499,00	7738431,00	6,00	8,00	11,00	3,50	34,00	997,00	58,00	110,00	3,90	174,00	19,00	17,00
SOLO32	527548,00	7738855,00	49,00	5,00	6,00	2,00	15,00	501,00	53,00	118,00	2,40	95,00	27,00	35,00
SOLO33	527665,00	7739422,00	7,00	5,00	5,00	1,00	14,00	216,00	30,00	24,00	1,50	95,00	8,10	5,00
SOLO34	527908,00	7736916,00	5,00	15,00	14,00	2,60	41,00	972,00	60,00	85,00	3,00	182,00	29,00	26,00
SOLO35	527990,00	7737428,00	7,00	14,00	10,00	2,40	36,00	706,00	59,00	32,00	2,40	226,00	7,90	39,00
SOLO36	528004,00	7737928,00	5,00	17,00	16,00	4,30	47,00	1808,00	61,00	137,00	5,10	150,00	32,00	16,00
SOLO37	528004,00	7738422,00	8,00	10,00	12,00	7,70	27,00	617,00	96,00	60,00	11,00	151,00	45,00	41,00
SOLO38	528004,00	7738924,00	7,00	5,00	5,00	3,10	15,00	344,00	28,00	40,00	3,80	99,00	5,00	75,00
SOLO39	528004,00	7739421,00	19,00	5,00	7,00	3,10	33,00	584,00	68,00	71,00	3,50	214,00	13,00	32,00
SOLO40	528004,00	7739822,00	10,00	5,00	5,00	1,00	14,00	258,00	21,00	15,00	1,20	105,00	3,00	14,00
SOLO41	528501,00	7737656,00	9,00	22,00	21,00	3,30	51,00	829,00	85,00	51,00	3,30	252,00	12,00	37,00
SOLO42	528501,00	7737933,00	22,00	30,00	27,00	6,10	47,00	1405,00	90,00	155,00	7,60	255,00	41,00	252,00
SOLO43	528501,00	7738420,00	25,00	5,00	8,00	4,20	11,00	357,00	28,00	43,00	4,90	90,00	3,40	585,00

SOLO44	528501,00	7738920,00	8,00	5,00	8,00	2,30	12,00	217,00	26,00	28,00	3,00	89,00	3,00	83,00
SOLO45	528501,00	7739417,00	10,00	5,00	9,00	3,50	31,00	693,00	42,00	53,00	3,90	201,00	8,10	25,00
SOLO46	528501,00	7739919,00	7,00	5,00	5,00	1,90	21,00	471,00	29,00	28,00	2,20	136,00	3,00	14,00
SOLO47	528836,00	7737932,00	5,00	5,00	5,00	1,00	13,00	285,00	29,00	26,00	1,60	73,00	4,70	6,00
SOLO48	529000,00	7738423,00	5,00	5,00	5,00	1,00	9,20	165,00	23,00	21,00	1,90	67,00	6,10	5,00
SOLO49	529000,00	7738915,00	7,00	7,00	8,00	2,60	18,00	844,00	32,00	85,00	3,00	117,00	24,00	18,00