



FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Licenciatura em Cartografia e Pesquisa Geológica

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Análise geoestatística e mapeamento geoquímico de zonas potenciais em mineralizações de ouro - Posto Administrativo de Machipanda, Província de Manica.

Autor: Shelton António Uamusse

Maputo, Abril de 2024



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Licenciatura em Cartografia e Pesquisa Geológica

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Análise geoestatística e mapeamento geoquímico de zonas potenciais em mineralizações de ouro -
Posto Administrativo de Machipanda, Província de Manica.

Autor: Shelton António Uamusse

Supervisor: Prof. Doutor Vicente Albino Manjate – INAMI

Co-supervisores: Prof. Doutor Amadeu Carlos Dos Muchangos – UEM

doutor Azarias Feliciano Macuácua – INAMI

Maputo, Abril de 2024

Dedicatoria

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Armando Uamusse e Adelaide Quicico pelo apoio a todo momento e em tudo que eu precisei. Aos meus irmãos Yure Uamusse, Yuston Uamusse e Khensane Uamusse.

Agradecimentos

Em primeiro agradecer a Deus pai todo poderoso pelo dom da vida, e por proteger a mim e toda minha família dia após dia.

Aos meus supervisores Doutor Amadeu Dos Muchangos, Doutor Vicente Albino Manjate e Azarias Feliciano Macuácuá, por me acompanharem nessa caminhada, pelos ensinamentos e pela paciência.

Ao Instituto Nacional de Minas (INAMI) por ter disponibilizado os dados para elaboração deste trabalho.

Ao corpo de docentes do departamento de Geologia e ao corpo técnico e administrativo em especial ao senhor Raimundo por ter nos ajudado em tudo que nós precisamos em todos os momentos.

Aos meus pais Armando Nhantuasse Uamusse e Adelaide Samuel Qucico por terem estado ao meu lado toda essa caminhada, por terem me ajudado com tudo que eu precisei em todos os momentos.

Aos meus irmãos Yure Uamusse, Yurtor Uamusse e Khenssane Uamusse e primos Edson Pascoal, Antonio Lulu, Khelly Pascoal, Jorge Matusse por fazerem parte dessa caminhada.

Aos meus padrinhos por estarem ao meu lado em todos os momentos, sempre me dando forças para continuar com garra, o meu muito obrigado, aconteça o que acontecer serão sempre os meus padrinhos amigos (Edson & Luisa).

Ao Tio Gabriel que foi de grande ajuda para mim nesta minha caminhada desde o meu primeiro ano de faculdade, por ter sempre me incentivado a estudar e me ensinado a nunca desistir e me ter dado forças, o meu muito obrigado.

Ao meus manos que me ajudaram durante o meu ensino secundario, Aderito Langa por ter me dado o gosto pela Matemática e Física (com a famosa Bíblia da Física) por ele ter andado comigo desde oitava classe o meu muito obrigado mano Aderito, ao Edson Denilton Pascoal por ter me ensinado o gosto pela Química e ter me ajudado nos primeiros anos de caminhada no departamento, ao Edrisse Carimo por ter sido um grande instrutor durante os meus primeiros anos no departamento e por ter me ensinado o gosto pela Mineralogia com a famosa bíblia (O livro de Capa verde) ao Mano Narcisio por também ter me ensinado o gosto pela Matemática e Física durante o meu ensino Secundario.

Aos meus amigos (a praça) Génia Chavana, Nazira Laita, Victor Zunguze, Matias Janze e Custodio Muandula (o ganancioso).

A toda The Five por terem me dado um suporte durante a nossa caminhada, tendo aprendido muito com eles e sem eles as coisas não seriam as mesmas. A todos meus colegas e amigos do ano 2019.

Em especial a minha melhor amiga Isarena Langa por ter estado ao meu lado em todos os momentos da caminhada académica e fora da academia ela foi e continua sendo uma irmã mais velha para mim.

Aos meus Mazas que foram sempre estiveram aqui para mim em especial ao Lazaro Mavaeie, aos meus companheiros da academia e do estágio Vanusa, Valerio Mangueze, Mussa, Nhavoto e Márcia Bunga.

A todos que teriam me ajudado directa ou indirectamente no meu processo de aprendizado, o meu muito obrigado.

DECLARÇÃO DE HONRA

Eu, Shelton António Uamusse, declaro por minha honra que o presente Relatório de Estágio Pré-Profissional é da minha autoria e nunca foi apresentado em nenhuma instituição para culminação do curso.

Maputo, Abril de 2024

(Shelton António Uamusse)

Resumo

Os solos têm sido amplamente utilizados na cartografia geoquímica como uma das principais formas de coleta de amostras. Isso é essencial para a cartografia geológica, a prospecção mineral e os estudos metalogênicos, uma vez que os solos refletem a composição das rochas das quais se originam. Os dados geoquímicos a serem processados e interpretados resultaram de uma campanha de levantamento geoquímico de solos na região de Machipada, realizada em 2016 pelo Instituto Nacional de Minas (INAMI). Neste processo, foram coletadas amostras de solos (402), sedimentos de corrente (41), rochas (21) e solos em poços de garimpo de ouro (28), tendo totalizado 492 amostras em todas as sete áreas designadas de estudo. Para o presente relatório, serão processadas apenas resultados das amostras de solo.

A utilização de dados geoquímicos, geológicos e de teledetecção com a aplicação de métodos geoestatísticos e técnicas de SIG para avaliar o potencial em ouro da região de Machipanda constitui o principal objectivo deste trabalho. A partir dos dados disponíveis, primeiramente dados geoquímicos que consistiu no processamento de amostras de solos no qual através da aplicação de métodos estatísticos. Para o entendimento das variáveis estudadas, foi aplicada a estatística univariada para pós selecção de teores de fundo e anomalias geoquímicas culminando com a elaboração de mapas de distribuições de teores. A estatística bivariada permitiu agrupar as variáveis de acordo com a sua afinidade geoquímica permitindo a distinção de três grupos com uma correlação positiva fraca, média e forte. E a análise factorial aplicada no estudo multivariado, permitiu a distinção de quatro factores, os limiares geoquímicos foram determinados através dos métodos de gráfico de probabilidade.

A análise geoestatística foi usada para interpolação dos dados geoquímicos uni-elementares por meio da krigagem ordinária, e por outro lado foi feita a krigagem indicativa para indicar as zonas de ocorrência das associações geoquímicas definidas pela análise factorial para determinar a distribuição espacial dos teores dos elementos, permitiu a distinção de 4 factores- associação de Mn-Cr-Ni-As formando o factor 1 assente nos Metagrauvaques (A3MVgy) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv), a associação Ti-Na-Au-Pb que representa o factor 2 relacionada com os Metagrauvaques (A3MVgy) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rocha Metavulcânica Intermedia (A3MMiv), K-Ca-V que representa o factor 3 relacionado com Brecha Tufacea (A3MMfv) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rocha Metavulcânica Intermedia (A3MMiv) e Co-Cu que representam o factor 4 que por sua vez está relacionado com Metagrauvaques (A3MVgy) e Rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rochas Metavulcânicas Intermedias (A3MMiv). Os dados de

teledetecção foram usadas imagens Alos Spalsal no qual foi usada a técnica multidireccional de sombreamento de relevo para fazer a extração manual de lineamentos e sua densidade.

Foi usado o metodo de integração de dados sobreposição ponderada para ntegração dos dados para elaboração do mapa final de favorabilidade, e foram integrados tres mapas temáticos, mapa de litologias hospedeiras de ouro, mapas geoquímicos, e mapa de densidade de lineamentos onde foram atribuídos um peso de acordo com a sua influência na área de estudo, na integração resultaram dois mapas preditivos onde mostraram que as zonas S e SE da área de estudo possuem maioritariamente alguma favorabilidade para a ocorrência de ouro.

Palavras chaves: Geoquimica, Geoestatística, Potencial de Ouro, Machipanda, Manica.

Abstract

Soils have been widely used in geochemical mapping as one of the primary means of sample collection. This is essential for geological mapping, mineral prospecting, and metallogenic studies, as soils reflect the composition of the underlying rocks. The geochemical data to be processed and interpreted resulted from a soil geochemical survey in the Machipanda region, conducted in 2016 by the National Mining Institute (INAMI). In this process, soil samples (402), stream sediments (41), rocks (21), and soils from gold mining pits (28) were collected, totaling 492 samples in all seven designated study areas. For this report, only soil sample results will be processed.

The main objective of this work is to use geochemical, geological, and remote sensing data with the application of geostatistical methods and GIS techniques to assess the gold potential in the Machipanda region. From the available data, first, geochemical data were processed through the application of statistical methods in soil samples. Univariate statistics were applied to understand the studied variables, including background selection and geochemical anomalies, resulting in the creation of concentration distribution maps. Bivariate statistics allowed grouping variables based on their geochemical affinity, distinguishing three groups with weak, moderate, and strong positive correlations. Factor analysis in multivariate studies identified four factors, and geochemical thresholds were determined using probability plot methods.

Geo-statistical analysis was used for the interpolation of single-element geochemical data through ordinary kriging, and indicator kriging was applied to indicate the zones of occurrence of geochemical associations defined by factor analysis, determining the spatial distribution of element concentrations. It allowed the distinction of four factors: the Mn-Cr-Ni-As association forming factor 1, located in Metagrauvaques (A3MVgy) and Felsic Metavolcanic Rocks (A3MMfv); the Ti-Na-Au-Pb association representing factor 2, related to Metagrauvaques (A3MVgy), Felsic Metavolcanic Rocks (A3MMfv), and Intermediate Metavolcanic Rocks (A3MMiv); the K-Ca-V association representing factor 3, related to Tufaceous Breccia (A3MMfv), Felsic Metavolcanic Rocks (A3MMfv), and Intermediate Metavolcanic Rocks (A3MMiv); and the Co-Cu association representing factor 4, which is related to Metagrauvaques (A3MVgy), Felsic Metavolcanic Rocks (A3MMfv), and Intermediate Metavolcanic Rocks (A3MMiv). Remote sensing data were utilized using Alos Spalsal images, and the multidirectional hillshade technique was employed for manual extraction of lineaments and their density.

The Weighted Overlay data integration method was employed to create the final favorability map, integrating three thematic maps: a map of gold-hosting lithologies, geochemical maps, and a map of lineament density. Each map was assigned a weight based on its influence in the study area. The

integration resulted in two predictive maps, indicating that the south (S) and southeast (SE) zones of the study area predominantly exhibit some favorability for gold occurrence.

Keywords: Geochemistry, Geostatistics, Gold Potential, Machipanda, Manica.

Índice

1. Generalidades	1
1.1. Introdução	1
2. Objetivos	3
2.1.1. Geral	3
2.1.2. Específicos	3
3. Materiais e métodos	4
3.1. Materiais	4
3.2. Métodos	4
3.3. Revisão Bibliográfica	4
3.4. Dados de sedimentos de corrente e Solos	5
3.5. Processamento de dados	6
4. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO	9
4.1. Localização geográfica	9
4.2. Clima e Hidrografia	9
4.3. Relevo e Solos	10
5. Enquadramento Geológico	10
5.1. Geologia regional	10
5.1.1. Pré-câmbrico	11
5.1.2. Fanerozóico	11
5.1.3. Cratão de Zimbábwe	12
5.1.4. Sebakwiano	13
5.1.5. Bulawaiano	13
5.1.6. Shamvaiano	13
5.2. Geologia Local	13
5.2.1. Grupo de Manica	14
5.2.2. Complexo de Mavonde	15
6. FUNDAMENTOS TEORICOS	17
6.1. Análise estatística de dados	17
6.2. Estatística descritiva	17
6.3. Distribuição de Frequências	17
6.4. Variáveis	17
6.4.1. Variáveis Qualitativas	17
6.4.2. Variáveis Quantitativas	18
6.5. Organização dos dados	18

6.5.1.	Tabela de frequências -----	18
6.5.2.	Histogramas -----	18
6.6.	Distribuição Normal e Lognormal -----	19
6.7.	Medidas de tendência central -----	20
6.7.1.	Moda -----	20
6.7.2.	Mediana -----	20
6.7.3.	Média Aritmética -----	21
6.8.	Medidas de dispersão -----	21
6.8.1.	Amplitude -----	21
6.8.2.	Variância -----	22
6.8.3.	Desvio Padrão -----	22
6.8.4.	Coeficiente de Variação -----	22
6.9.	Medidas de Forma -----	22
6.9.1.	Coeficiente de Simetria -----	23
6.9.2.	Coeficiente de Curtose -----	24
6.10.	Parâmetros Geoquímicos -----	24
6.10.1.	Clarke -----	25
6.10.2.	Teor de Fundo -----	25
6.10.3.	Anomalia geoquímica -----	25
6.10.4.	Limiar -----	25
6.11.	Análise Estatística Bivariada -----	26
6.11.1.	Coeficiente de correlação de Pearson -----	26
6.12.	Estatística Multivariada -----	27
6.13.	Análise Geoestatística -----	28
6.13.1.	Semi-variograma -----	28
6.13.3.	Krigagem -----	29
6.13.4.	Validação Cruzada -----	31
6.14.	Análise de Lineamentos -----	32
6.15.	Modelagem e Integração de dados para criação do mapa de favorabilidade -----	33
6.15.1.	Análise Multicritério em SIG -----	34
6.15.2.	Sobreposição Ponderada (Weighted Overlay) -----	34
7.	Apresentação e discussão de resultados -----	36
7.1.	Análise Descritiva Univariada -----	36
7.2.	Análise descritiva de dados Logaritimizados -----	36
7.3.	Determinação Teores de Fundo e Limiares Geoquímicos -----	37

7.4.	Estatística Bivariada -----	40
7.5.	Análise Estatística Multivariada -----	42
7.5.1.	Mapas de factores – Estatística Multivariada -----	43
7.5.2.	Análise integrada dos Mapas dos factores e as litologias da área. -----	46
7.6.	Modelagem de Semi-variogramas Empíricos-----	49
7.7.	Krigagem ordinária -----	50
7.7.1.	Mapas de distribuição de teores. -----	50
7.8.	Validação Cruzada -----	57
7.9.	Critérios da Validação -----	58
7.9.1.	Mapa lineamentos e de densidade de lineamentos -----	59
7.9.2.	Análise integrada do mapa de lineamentos e factores -----	60
7.10.	Integração dos dados para elaboração do mapa final de favorabilidade.-----	61
8.	Conclusões e Recomendações-----	64
8.1.	Conclusão -----	64
8.2.	Recomendações -----	66
9.	Lista de referências bibliográficas-----	67
	ANEXOS-----	69

Lista de figuras

Figura 1: Metodologia para realização do trabalho.	5
Figura 2: Mapa de amostragem de solos da área de estudo.....	6
Figura 3: Mapa de localização geográfica da área de estudo.	9
Figura 4: Terrenos Pré-câmbrios de Moçambique num contexto regional. GE-Gondwana Este; GO-Gondwana Oeste; GS-Gondwana Sul; SSZ – Zona de Cisalhamento de Sanângo; LTB – Cinturão do Lúrio; NMS – Cisalhamento de Namama; TS – Suite de Tete ((Westerhof et al., 2008), adaptado de Vrána et al. 2004))	12
Figura 5: Mapa geológico ilustrando as unidades litológicas e estruturais da área de estudo.	14
Figura 6: Exemplo de um histograma (ALPERIM, 2013).	19
Figura 7: Gráfico de distribuição normal (MEDRI, 2011).	20
Figura 8: Exemplos de distribuições de frequências com diferentes assimetrias. a) Histograma com assimetria negativa. b) Histograma com assimetria positiva. c) Histograma simétrico (ALPERIM, 2013).....	23
Figura 9: Exemplo de distribuições de frequências com diferentes curtoses. a) Histograma normal ou mesocurtico. b) Histograma pontiagudo ou leptocurtico. c) Histograma achatado ou platycurtico (ALPERIM, 2013).	24
Figura 10: Modelo variográfico (YAMAMOTO, APOSTILA DE GEOESTATÍSTICA BÁSICA, 2015).....	29
Figura 11: Processo de validação cruzada (STURARO, 2015).....	31
Figura 12: Ilustra o gráfico probabilístico resultante do acumulo das frequências de teores (logaritimizadas) de ouro, para a obtenção de teores de fundo-anomalias geoquímicas	38
Figura 13: Mapa de distribuição de concentração teores do fundo – anomalia de Ouro, sobreposição com a geologia.....	40
Figura 14: Correlarograma das variáveis.....	41
Figura 15: Ilustração de um gráfico de dispersão com correlação negativa média entre as variáveis K ₂ O e CaO.	42
Figura 16: Ilustração de um gráfico de dispersão com uma correlação positiva média entre as variáveis Cr ₂ O ₃ e NiO.....	42
Figura 17: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 1 (MnO- Cr ₂ O ₃ - As ₂ O ₃)	44
Figura 18: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 2 (TiO ₂ -ZnO-Au)	44
Figura 19: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 3 (CaO- V ₂ O ₅).....	45
Figura 20: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 4 (CoO e CuO).....	45

Figura 21 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 1 (MnO-Cr ₂ O ₃ -As ₂ O ₃) e sua relação com as litologias da área de estudo (GTK, 2006).	46
Figura 22 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 2 (TiO ₂ -ZnO-Au) e sua relação com as litologias da área de estudo, (GTK, 2006).	47
Figura 23 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 3 (CaO-V ₂ O ₅) e sua relação com as litologias da área de estudo, (GTK, 2006).	48
Figura 24 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 4 (CoO-CuO) e sua relação com as litologias da área de estudo, (GTK, 2006).	49
Figura 25: Mapa geoquímico de Cr ₂ O ₃ e NiO	51
Figura 26: Mapa geoquímico de As ₂ O ₃ e MnO	52
Figura 27: Mapa geoquímico de PbO e ZnO	53
Figura 28: Mapa geoquímico de Au e TiO ₂	54
Figura 29: Mapas geoquímicos de K ₂ O, CaO e V ₂ O ₅	56
Figura 30: Mapas geoquímicos de CoO e CuO.	57
Figura 31: Mapa de lineamentos.	59
Figura 32: Mapa de densidade de lineamentos.....	60

Lista de tabelas

Tabela 1: Análise descritiva de dados logaritimizados.	36
Tabela 2: Ilustra os resultados de cálculos de valores de limiares por meio de gráficos.....	38
Tabela 3: Ilustra os resultados de análise de factores principais de dados geoquímicos.....	43
Tabela 4: Ilustra os resultados da aplicação da análise geostatística para variáveis em estudo	50
Tabela 5: Ilustra as métricas da validação cruzada usadas para avaliar o método de interpolação... ..	58

LISTA DE ABREVIATURAS E DE SIMBOLOS

a) Abreviaturas

%	Porcentagem
AF	Análise factorial
a	Alcance
C'	Curtose
C1	Contribuição
Co	Efeito pepita
DNG	Direcção Nacional de Geologia
GE	Gondwana Este
GO	Gondwana Oeste
GS	Gondwana Sul
GTK	Serviço Geológico da Finlândia
INAMI	Instituto Nacional de Minas
KI	Krigagem indicativa
KMK	Kaiser Meyer Olkin
KO	Krigagem ordinaria
LTB	Cinturão do Lúrio
MAE	Ministério de Administração Estatal
Md	Mediana
Mo	Moda
N	Norte
NE	Nordeste
NMS	Cisalhamento de Namama
ppb	Parte por um bilhão
ppm	Parte por um milhão
S	Sul
S2	Variância
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SSZ	Zona de Cisalhamento de Sanângoè
SW	Sudoeste

TS	Suite de Tete
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universe Transverse Mercator
WGS	World Geodetic System
$\bar{x}$	Média aritmética
xi	Observações da variável em análise
Xmax	Valor mínimo das observações
Xmin	Valor máximo das observações
γ	Função semi-variograma

b) Lista de Símbolos Químicos

As	Arsénio
Au	Ouro
Ca	Cálcio
Co	Cobalto
Cr	Crómio
Cu	Cobre
K	Potássio
Mn	Manganês
Ni	Níquel
Pb	Chumbo
Ti	Titânio
V	Vanádio
Zn	Zinco

1. Generalidades

1.1. Introdução

A evolução tecnológica dos computadores e equipamentos de laboratório nas últimas décadas proporcionou a aquisição de uma vasta quantidade de dados quantitativos, tornando a análise estatística uma ferramenta fundamental e indispensável para o tratamento e interpretação de dados multivariados (ANDRIOTTI, 2010).

O tratamento de dados nas geociências aplicadas, em particular na prospecção geoquímica, permite a determinação de valores correspondentes aos teores de fundo e as anomalias geoquímicas, facilitando assim a discriminação de áreas contaminadas, áreas favoráveis à pesquisa e exploração mineral, estimativa de reservas, e outras aplicações.

O mapeamento de áreas favoráveis em mineralizações é um processo pouco complexo e envolve a interpretação de dados multidisciplinares para ter uma visão mais clara sobre a distribuição de mineralizações. A integração de dados geológicos, geoquímicos e obtidos por meio de teledetecção tem sido uma prática comum em várias regiões do mundo. Isso é evidenciado pelos estudos realizados por Quadros (2000) no Uruguai, Mekonnen (2008) no Zimbábué, Diener *et al.* (2011) no Brasil e outros pesquisadores em 2014 na região norte da Irlanda.

A área de estudo localiza-se no Distrito de Manica, no sector Centro-Oeste da República de Moçambique. Nesta região do país, tem havido estudos de mapeamento geológico em escala de 1:250.000 e um levantamento geoquímico regional realizado entre os anos 2002 e 2006 pela GTK para a Direcção Nacional de Geologia (GTK, 2006).

Para o presente relatório será realizada a integração de dados com base em uma metodologia baseada em dados para fornecer uma visão mais abrangente das áreas potenciais à ocorrência de mineralizações de ouro. Nesse contexto, o presente trabalho envolve uma análise estatística e avaliação geoestatística com a aplicação de técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para avaliar o potencial em ouro por meio da sobreposição de dados geoquímicos, de sensoriamento remoto e geológicos.

Os dados geoquímicos foram analisados usando métodos estatísticos univariados e multivariados, bem como métodos geoestatísticos. Através da estatística univariada, realizou-se uma caracterização estatística dos elementos em estudo e estabeleceu-se os limiares geoquímicos. Na análise

multivariada, foi possível identificar associações entre os elementos geoquímicos. Os métodos geoestatísticos foram empregados para estudar a variabilidade espacial dos elementos, utilizando a interpolação por meio do método de krigagem ordinária.

Os dados de sensoriamento remoto foram utilizados para extrair a densidade de lineamentos estruturais, a fim de auxiliar na interpretação das anomalias geoquímicas e estabelecer uma relação entre essas anomalias e a densidade de lineamentos estruturais.

A integração dos dados espaciais mencionados acima foi realizada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), por meio da sobreposição utilizando o método sobreposição ponderada de mapas temáticos reclassificados em três classes, nos quais cada mapa foi atribuído um peso de acordo com sua influência na área de estudo. Foram integrados mapas temáticos das litologias da região, mapas geoquímicos interpolados pelo método de krigagem ordinária e mapas de densidade de lineamentos. Esse processo resultou na obtenção de dois mapas preditivos de ouro, nos quais foram identificadas áreas favoráveis à ocorrência de mineralizações de ouro.

2. Objetivos

2.1.1. Geral

- Aplicar técnicas de análise estatística e geoestatística para identificar e mapear zonas potenciais em mineralizações de ouro na Província de Manica, Posto Administrativo de Machipanda.

2.1.2. Específicos

- Identificar áreas de anomalias Geoquímicas;
- Identificar as relações espaciais das anomalias geoquímicas baseando-se nas associações geoquímicas e a sua relação com a geologia;
- Analisar e interpolar dados geoquímicos pelo método de krigagem;
- Produzir mapas de potencialidades mineral usando dados geoquímicos, Teledetecção, e geológicos;

3. Materiais e métodos

Neste capítulo, pretende-se apresentar os materiais utilizados e os métodos empregues para a materialização deste estudo.

3.1. Materiais

- Dados geoquímicos de sedimento de corrente e de solo; fornecidos pelo INAMI;
- Mapa geológico da folha 1832 (Manica);
- Um Modelo de Elevação digital do sensor Alos Spalsal, com uma resolução espacial de 12m;
- Carta geológica de Moçambique 2008 – MIREME;
- Dados de ocorrências minerais obtidos na carta de jazigos minerais e portal mineiro moçambicano;
- Softwares (Arcgis 10.8, Microsoft Excel 2019, Minitab 19, Surfer 11.1, SPSS estatista 20);

3.2. Métodos

Os métodos empregues no presente estudo são a revisão bibliográfica, o processamento de dados, a integração e a interpretação de dados. A seguir, são detalhadas todas acções feitas em cada uma das etapas até a compilação do presente trabalho.

3.3. Revisão Bibliográfica

Nesta fase do projeto científico, foram realizadas pesquisas em artigos científicos prévios, abrangendo tanto a região de interesse como outras partes do mundo. Foram consultadas dissertações, publicações em periódicos de geociências, mapas geológicos e seus respectivos relatórios explicativos. Além disso, foram estudadas técnicas de processamento e integração de dados relevantes para a pesquisa.

A literatura consultada foi obtida a partir das bibliotecas do Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) e da Direcção Nacional de Geologia e Minas (DNGM), bem como por meio de fontes disponíveis na internet.

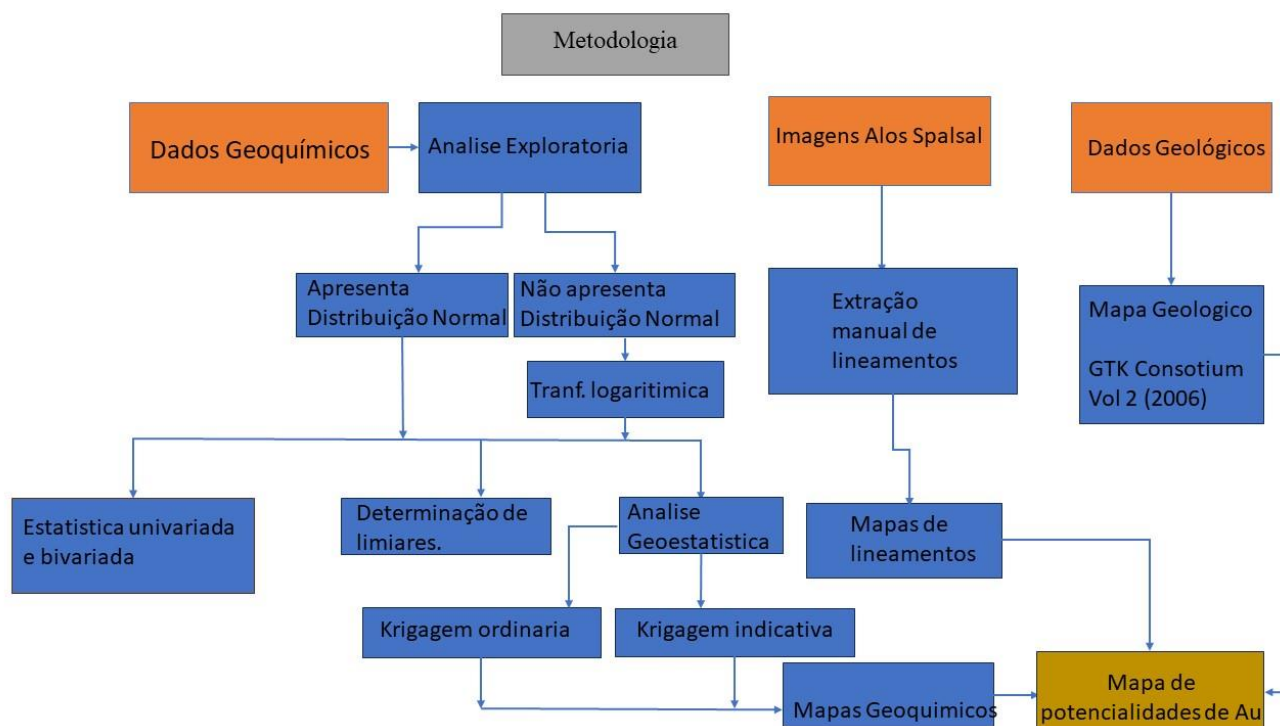


Figura 1: Metodologia para realização do trabalho.

3.4. Dados de sedimentos de corrente e Solos

O levantamento geoquímico foi realizado pelo Instituto Nacional de Minas (INAMI), Departamento de Mineração Artesanal e de Pequena Escala e Ambiente no ano de 2016, no âmbito do projecto de prospecção e pesquisa de ouro em áreas designadas em apoio da mineração artesanal e de pequena escala. No campo foram colhidas amostras de solos (402), sedimentos de corrente (41), rochas (21) e solos em poços de garimpo de ouro (28), tendo totalizado 492 amostras em todas as sete áreas designadas de estudo. Para o presente relatório, serão processadas apenas resultados das amostras de solo. A distribuição dos pontos de amostragem dos solos pode ser observada no mapa da figura 2.

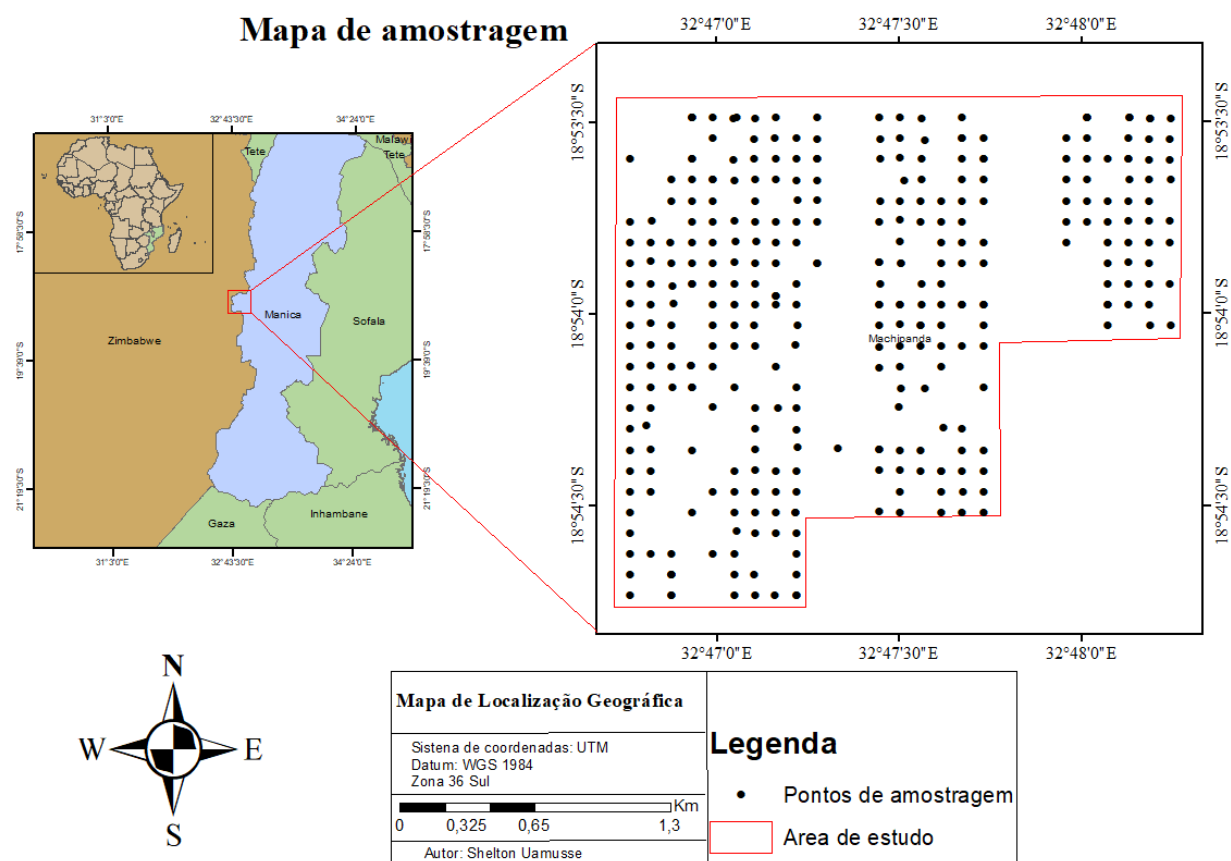


Figura 2: Mapa de amostragem de solos da área de estudo.

3.5. Processamento de dados

Antes de realizar qualquer processamento estatístico dos dados, o primeiro aspecto considerado é a análise exploratória dos dados de sedimentos de corrente, especialmente em relação ao Limite de Detecção "LD" (a concentração mínima do analito que pode ser detectada com cerca de 95% de confiança). Isso ocorre porque a análise de dados geoquímicos por meio de técnicas estatísticas requer procedimentos adequados para garantir que os dados analisados representem condições o mais próximas possível do ambiente real.

Portanto, foi dada especial atenção aos dados censurados, que podem resultar da não análise do conteúdo de um determinado elemento no laboratório, sem que isso signifique necessariamente que a amostra não contenha concentrações desse elemento.

Depois dessa etapa iniciou-se com o processamento de dados com a condução de uma análise exploratória dos dados de sedimentos de solo. Devido à natureza dos dados, que se referem a propriedades do solo, uma planilha foi criada para organizar os dados. Os valores foram convertidos para óxidos usando o software Microsoft Excel 2019, uma abordagem sugerida por Scheinost (2005),

uma vez que os óxidos são considerados representativos da composição química real do solo, um fator relevante na identificação de minerais indicativos de depósitos de ouro.

Em seguida, os dados foram preparados para análises estatísticas, ainda utilizando o Microsoft Excel, com informações relacionadas à identificação das amostras, coordenadas geográficas, data de coleta e resultados das análises em óxidos. As variáveis que representam os elementos maiores foram mantidas em formato de porcentagem, enquanto os elementos menores e traços foram convertidos de porcentagem para partes por milhão (ppm).

O processamento estatístico teve início com o teste de Kolmogorov, realizado utilizando o software SPSS Statistics 21, com o objetivo de verificar a distribuição dos dados. Os resultados do teste indicaram que os dados não seguem uma distribuição normal, o que é característico de solos devido à sua heterogeneidade. Para reduzir a assimetria e aproximar os dados de uma distribuição log-normal, foi aplicada uma transformação logarítmica aos valores dos óxidos usando o software Minitab 21.

Para uma análise geral, os valores logaritmizados dos óxidos investigados foram submetidos a diversas análises estatísticas, incluindo cálculos de mínimo, máximo, média, desvio padrão, variância, mediana, coeficiente de variação, curtose, amplitude amostral e quartis. Gráficos, como histogramas e gráficos de probabilidade, foram criados usando o Minitab 21 para uma representação mais detalhada da distribuição de cada variável. Essas análises foram conduzidas em um conjunto de 328 amostras, incluindo duplicatas, onde, no caso das duplicatas, a média foi calculada para obter uma única concentração.

Os mapas de distribuição espacial das anomalias geoquímicas nas concentrações pontuais dos óxidos foram gerados com o software ArcGIS 10.8, utilizando símbolos graduados para representar diferentes níveis de concentrações. A análise estatística bivariada foi realizada com o software Minitab 21. A Análise Factorial (AF) foi escolhida como método estatístico para análise de agrupamentos na estatística multivariada, pois se mostrou mais apropriada para os dados. Na aplicação da análise factorial, quatro fatores foram identificados por meio de uma rotação das cargas Varimax, que visa maximizar a variância das variáveis ao quadrado. Esses quatro factores representam uma redução das 13 variáveis geoquímicas originais em 4 variáveis geoquímicas complexas. O número de fatores foi determinado com base em um gráfico Scree-plot. As cargas factoriais são equivalentes aos coeficientes de correlação entre as variáveis originais e os

componentes principais, que são combinações lineares das variáveis originais que explicam a maior quantidade de variância nos dados.

A análise factorial foi seguida pela aplicação do método de krigagem indicativa para avaliar as associações geoquímicas obtidas. Um limiar de 97,8% foi usado para identificar zonas anômalas de ocorrência das variáveis na área de estudo. Para garantir maior confiabilidade nos resultados, a área de cada fator foi reduzida em 50%, a fim de aumentar a probabilidade de ocorrência de cada fator nas áreas determinadas. Este processo foi conduzido com o auxílio do software Surfer 23.

Após a conclusão das etapas mencionadas, o processo avançou com a análise geoestatística e a criação de mapas geoquímicos com o objetivo de examinar a variabilidade espacial dos dados geoquímicos associados a cada variável. Primeiramente, os semivariogramas experimentais foram construídos e ajustados. Esses semi-variogramas serviram posteriormente para definir um modelo matemático que seria usado na interpolação por meio do método de krigagem ordinária.

Dessa forma, tornou-se possível gerar mapas geoquímicos que representam os teores logaritmizados de cada variável, os quais foram interpolados usando o método de krigagem ordinária. E no final foi feita a validação cruzada para aferir o grau de fiabilidade dos mapas geoquímicos obtidos no processo.

Após essa etapa, foi criado um mapa de lineamentos. A análise dos lineamentos foi conduzida com base em quatro imagens de relevo sombreado, obtidas através de ângulos de iluminação solar de 45, 90, 200 e 315 graus, juntamente com diferentes inclinações de iluminação. A extracção manual das características lineares foi realizada com base nessas imagens como ponto de partida. Posteriormente, um mapa de densidade de lineamentos foi gerado e integrado com os factores previamente considerados.

No desfecho do processo, foi desenvolvido um mapa de potencialidades final. Esse mapa foi criado utilizando o método de pesos ponderados no ArcGis, o qual envolveu a integração de dados geoquímicos (mapas geoquímicos), dados geológicos (litologias) e dados estruturais (densidade de lineamentos). A combinação dessas informações resultou na elaboração de um mapa final que representa as potencialidades da área em estudo.

4. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Localização geográfica

A área de estudo localiza-se no Distrito de Manica, no sector Centro-Oeste da República de Moçambique. No Posto Administrativo de Machipanda e cobrem os Bairros de Chadzuca, Muvimira, Maridza, Mutsindza e 3 de Fevereiro, Localidade de Maridza.

A principal via que permite o acesso à área de estudo é através duma estrada terra batida a partir da Vila de Manica que vai a Mina Mundunguara e desvia do Cruzamento de Chadzuca.

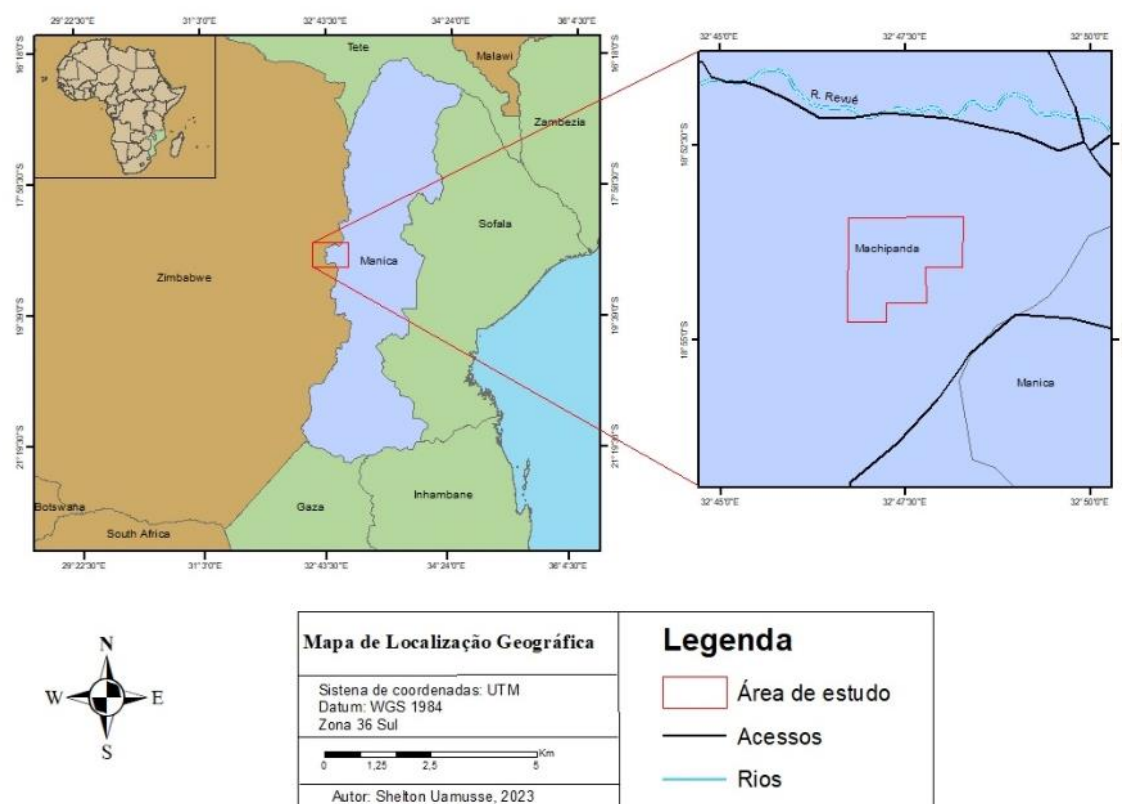


Figura 3: Mapa de localização geográfica da área de estudo.

4.2. Clima e Hidrografia

O clima predominante na área de estudo é do tipo temperado húmido. A região montanhosa de Manica regista valores médios anuais na ordem dos 1000 e 1020 mm de chuva. Em geral, a repartição das chuvas é desigual ao longo do ano, observando claramente a existência de duas estações bem distintas, a estação chuvosa e a seca (MAE, 2005).

A estação das chuvas tem início no mês de Novembro e o seu termino no mês de Abril. A evapotranspiração média anual é de cerca de 1220 – 1290 mm sendo este superior ao valor da precipitação média anual. O balanço hídrico permite apurar que o período de excesso de água ocorre

entre o mês de Novembro a Março, no qual a precipitação é maior em relação a quantidade de evapotranspiração (MAE, 2005).

Durante a época fresca, a evapotranspiração é superior em todos meses a quantidade de precipitação. Com este padrão, a região possui apenas um período de crescimento do tipo normal com um período seco que ocorre de Maio a Outubro (MAE, 2005).

A temperatura média anual é de 21,2°C. A média anual dos valores máximos é de 28,4°C, com valores extremos de 30,9°C (Outubro) e 24,4°C (Julho). A média anual dos valores mínimos é de 14,0°C, com os valores mensais extremos de 18,5°C (Fevereiro) no Verão e 7,3° (Julho) no Inverno (MAE, 2005).

A região de Manica é drenada pelo rio Revuè e seus afluentes. Por sua vez, este drena as suas águas no rio Búzi que é a bacia hidrográfica principal (MAE, 2005).

4.3. Relevo e Solos

A área de estudo é constituída por cadeia montanhosas correndo de Sul a Norte da província numa faixa fronteiriça com Zimbábwe constituindo o chamado “Cratão de Zimbabwe” (MAE, 2005).

Algumas montanhas chegam a atingir cerca de 1500 – 2000 metros de altitude. Existe uma certa correlação entre a topografia, especialmente a altitude e condições agro-climáticas. Geralmente, quanto maior for a altitude, maior é a precipitação anual e com o período chuvoso longo (MAE, 2005).

Os solos do distrito de Manica, mostram uma estreita relação com a geologia e o clima da região e são localmente modificadas pela topografia e o regime histórico. Em geral os solos são desenvolvidos sobre materiais do soco Precâmbrico, rochas como granito e gnaisse (MAE, 2005).

Sendo basicamente solos argilosos vermelhos oxícos ou castanhos avermelhados, profundos, bem drenados, a topografia é suavemente ondulada, nos declives superior e os cumes das montanhas e nos afloramentos rochosos os solos são líticos, com textura franco arenosa, pouco profundas e drenagem excessiva (MAE, 2005).

5. Enquadramento Geológico

5.1. Geologia regional

Segundo (GTK, 2006) o continente Africano é constituído por uma série de crátons e faixas móveis, amalgamados por cinturões dobrados Proterozóico-cambrianos e cobertos por uma associação de

sedimentos indeformados e rochas extrusivas do Neoproterózoico, Carbonífero, Jurássico superior e Inferior e Quaternário-Cretáceo.

O território moçambicano é composto por duas grandes unidades Geológicas, um soco Precâmbrico que aflora sobretudo para norte, e por uma cobertura fanerozóica, que aflora principalmente na parte sul e centro (Zarubechgeologia, 1986 - 1989).

5.1.1. Pré-câmbrico

As formações da idade Pré-câmbrica compreendem três grandes conjuntos, um arcaico e dois proterozóicos. O soco arcaico (>2600Ma) corresponde ao Grupo de Manica, onde estão representadas a Formação de Macequece, equivalente ao Bulawayano, e a formação de M'Beza-Vengo, bem como os granitos cratónicos gnaissificados. As duas cadeias proterozóicas principais são o ciclo **Pre-mocambicano** ou **Irumide** (1600-1100 Ma) e **Moçambicana** (1100-800 Ma), estão integradas no cinturão de Moçambique. (Zarubechgeologia, 1986 - 1989).

5.1.2. Fanerozóico

A cobertura fanerozóica é constituída por dois conjuntos, designados por **Complexo Gondwânico** (300-135 Ma) e **complexo Pós-Gondwânico** (135-0 Ma). O Complexo Gondwânico inclui as formações do Karoo e os alinhamentos vulcânicos de Angoche e do Save/Búzi. O complexo pós-Gondwânico dividi-se por três bacias mesoceânicas de margem passiva nomeadamente, Rovuma, Zambeze inferior e Save-Limpopo.

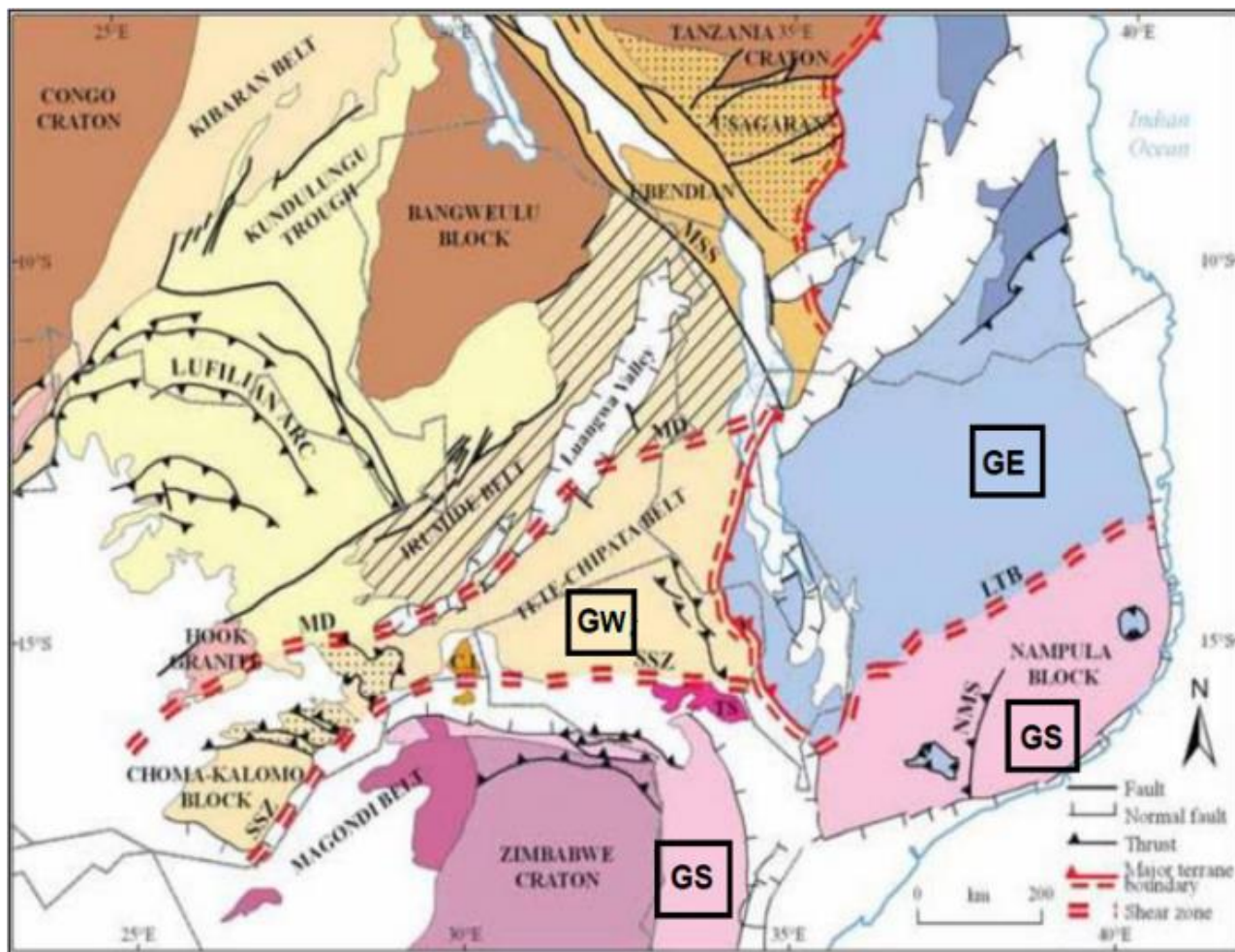


Figura 4: Terrenos Pré-câmbrios de Moçambique num contexto regional. GE-Gondwana Este; GO-Gondwana Oeste; GS-Gondwana Sul; SSZ – Zona de Cisalhamento de Sanângo; LTB – Cinturão do Lúrio; NMS – Cisalhamento de Namama; TS – Suite de Tete ((Westerhof et al., 2008), adaptado de Vrána et al. 2004))

5.1.3. Cratão de Zimbábwè

Segundo (MANHICA, 1998), o Cratão do Zimbabwe é uma unidade arcaica que faz parte do Gondwana Sul e está localizada na África Austral, abrangendo os territórios de Moçambique, Zimbábwè e Botswana. O Cratão do Zimbábwè e o Cratão de Kaapvaal juntos formam o Cratão de Kalahari.

O Craton do Zimbábwè possui idades de cristalização entre aproximadamente 3,55 e 2,54 Ga e é principalmente composto por um terreno granito-greenstone, bem como terrenos gnáissicos arqueanos ao longo de suas margens norte e sul. A acreção crustal episódica é evidenciada pela deposição de várias gerações de supracrustais de baixo grau em chamados "Cinturões verdes", cada

um associado ao emplacamento de uma suíte TTG ligeiramente mais jovem. O terreno gnáissico arqueano do norte compreende a Zona Gnáissica Migmática, que é composta por ortognaisses e paragnaisses de grau anfibolito com relíquias de rochas de faces granulito (GTK, 2006).

5.1.4. Sebakwiano

As formações mais antigas, compostas por vulcanitos ultrabásicos, formações ferríferas, anfibolitos, quartzitos e micaxistos, que foram preservadas nos cinturões de Shurugwi e Masvigo, estão localizadas na região central e sul do Cratão do Zimbábwe (GTK, 2006). Datações realizadas em intrusões e gnaisses deformados, juntamente com essas formações, indicam que essas formações têm idades superiores a 3,35 bilhões de anos (SUMBURANE I. E., 2011)

5.1.5. Bulawaiano

O Cratão do Zimbábwe é dividido em duas partes: Bulawaiano inferior e Bulawaiano superior. O Bulawaiano inferior é composto por formações ferríferas bandadas, rochas piroclásticas com composição andesítica-dacítica e lavas máficas, que constituem a superunidade de Belingwe (SUMBURANE E. I., 2004). Os granitóides datados que cortam discordantemente as formações do Grupo de Manica possuem idades variando entre 3,0 e 2,8 Ga (SUMBURANE I. E., 2011).

O Bulawaiano superior é caracterizado por uma inconformidade na base, sobre a qual assenta uma sequência de sedimentos clásticos que fazem parte da formação de Mangeri (GTK, 2006). Essa sequência é sucedida por komatitos e basaltos toleíticos, cobertos no topo por sedimentos pelíticos. Os granitóides de Chilimanzi e Sesombique, que atravessam as formações do Bulawaiano superior, possuem idades entre 2,6 e 2,7 Ga, respectivamente (SUMBURANE E. I., 2004)

5.1.6. Shamvaiano

Essa formação consiste em rochas clásticas de granulometria grossa, arcoses e grauvaques (SUMBURANE E. I., 2004). Essa formação é depositada de forma discordante sobre as formações do Bulawaiano superior e está presente nos Cinturões de Masvingo e Midlande (SUMBURANE E. I., 2004). No caso do Cinturão de Harare, essas discordâncias não são tão distintas, o que sugere que algumas litologias do Shamvaiano podem ser atribuídas ao Bulawaiano superior (SUMBURANE I. E., 2011). No entanto, os granitóides de Chilimanzi também cortam essas formações, o que indica que essa unidade tem uma idade mínima de 2,6 bilhões de anos (SUMBURANE I. E., 2011).

5.2. Geologia Local

A área de estudo enquadra-se no Complexo de Mavonde de idade neoarcaica e que é constituída pelas Formações de Macequece e de M'Beza/Vengo, e que pertencem ao Grupo de Manica.

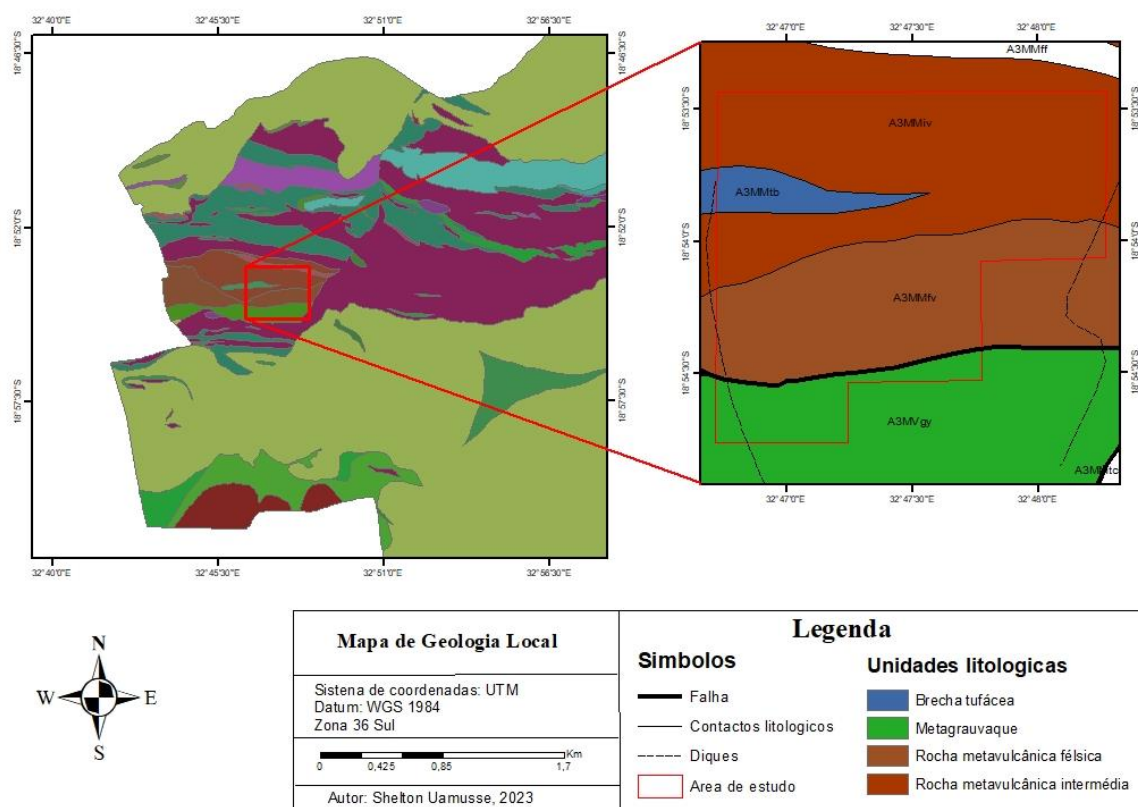


Figura 5: Mapa geológico ilustrando as unidades litológicas e estruturais da área de estudo.

5.2.1. Grupo de Manica

Essas rochas fazem parte da sequência vulcano-sedimentar que compreende o cinturão de rochas verdes Mutare-Manica, que atravessa a fronteira entre Moçambique e Zimbábwê, aproximadamente a 18°15'S. Esse cinturão de rochas verdes forma um sinclinório com mergulho para leste e está presente abaixo da Serra da Penhalonga e Serra Vengo, uma série de colinas orientadas para leste. Uma destacada falha left-lateral divide o Cinturão de Greenstone Manica em um Bloco Serra da Penhalonga a leste e um Bloco Serra Vengo a oeste (SUMBURANE I. E., 2011).

O grupo é subdividido em uma sequência inferior dominada por rochas vulcânicas, a Formação Macequece, e a sequência superior dominada por sedimentos, a Formação Vengo. A idade mínima da sequência é fornecida pelo Plutão de Granodiorito de Penhalonga, datado em 2.741 ± 3 Ma, que intrude no cinturão de greenstone. Essa idade é corroborada por uma determinação Rb/Sr de 2.801 ± 42 Ma em metavulcânicas do Cinturão de Greenstone Manica (WILSON, MARQUES, MANHICA, GRANTHAM, & HARTZER, 2011).

5.2.2. Complexo de Mavonde

5.2.2.1. Formação de Macequece

A Formação Macequece é principalmente composta por rochas metavulcânicas ultramáficas a máficas, com intercalações de formações bandadas de ferro e metacalcêdônias. Serpentinítes frequentemente acompanham as rochas ultramáficas e são acompanhadas por xistos de talco±clorita±tremolita. Rochas metavulcânicas andesíticas, dacíticas e riódacíticas, principalmente de origem piroclástica, ocorrem na encosta sul da Serra da Penhalonga até o Vale de Penhalonga, sob metagrauwackes da Formação Vengo. A natureza do contato entre as formações Macequece e Vengo é incerta devido à exposição limitada. Ao norte, abaixo do topo da Serra da Penhalonga, as vulcânicas terminam contra conglomerados polimíticos que contêm clastos de rochas metavulcânicas e formações bandadas de ferro, entre outros. Dentro do Cinturão de Greenstone Manica, as rochas piroclásticas andesíticas e riódacíticas estão restritas à área de Penhalonga, a oeste de uma falha de orientação NNE que divide o cinturão (WILSON, MARQUES, MANHICA, GRANTHAM, & HARTZER, 2011).

Segundo (GTK, 2006) as unidades litoestratigráficas da área de estudo que pertencem a Formação de Macequece são: Rocha Metavulcânica Félsica (A₃MMfv), Rocha Metavulcânica Intermédia (A₃MMiv) e Brecha Tufacea (A₃MMtb).

5.2.2.2. Rocha Metavulcânica Félsica (A₃MMfv)

Rochas metavulcânicas félsicas da Formação Macequece estão expostas no Vale de Penhalonga, entre a Serra Penhalonga ao norte e a Serra Isitaca ao sul. Os afloramentos de são fortemente intemperizados principalmente em cortes de estrada, são esbranquiçados e têm cor semelhante à das metavulcânicas intermediárias alteradas vizinhas. Cristais de quartzo discerníveis foram usados para distinguir as rochas félsicas das intermediárias. Características primárias são raramente reconhecidas, com exceção de uma brecha vulcânica com fragmentos angulares a subangulares de 5 a 15 cm, de cor esbranquiçada, imersos em uma matriz tufacea de cor cinza claro e granulação ligeiramente mais fina (GTK, 2006).

5.2.2.3. Rocha Metavulcânica Intermédia (A₃MMiv) e Brecha Tufacea (A₃MMtb)

A encosta sul da Serra de Penhalonga consiste principalmente em rochas metavulcânicas intermediárias. Essas rochas fazem fronteira com conglomerados vulcânicos e rochas metavulcânicas ultramáficas ao norte e rochas metavulcânicas félsicas ao sul. Uma estreita unidade de conglomerado vulcânico com extensão limitada ao longo da direção também é presente entre as rochas metavulcânicas intermediárias e félsicas.

As rochas metavulcânicas intermediárias expostas sofreram intemperização, tornando-se macias e com cor esbranquiçada. Ainda é possível encontrar pedaços de rocha relativamente intacta entre o material alterado. A rocha intacta é de cor cinza claro a cinza azulado claro e exibe estruturas originais.

Análises geoquímicas classificam as rochas metavulcânicas intermediárias como andesitos e dacitos, com teor de SiO₂ de 61,64% e 69,70%, respectivamente. (GTK, 2006).

5.2.2.4. Formação de Vengo

A Formação Vengo em Moçambique é equivalente à Formação Mbeza do Supergupo de Shamva no Zimbábwè. Ela consiste em conglomerados, xistos de sericita-clorita e filitos. A formação ocorre em três áreas principais, incluindo uma faixa sinformal estendendo-se a leste da Serra Vengo, com várias litologias como filitos grafiticos e quartzitos líticos ferruginosos. No Vale de Penhalonga, a Formação Vengo contém principalmente metagrauwacke. Essas diferenças sugerem mudanças de fácies na bacia deposicional. A base da Serra Isitaca mostra contato entre xistos de talco da Formação Macequece e metagrauwackes da Formação Vengo, embora a natureza desse contato não esteja clara (WILSON, MARQUES, MANHICA, GRANTHAM, & HARTZER, 2011).

Segundo (GTK, 2006) a unidade litoestratigráfica da área de estudo que pertecem a Formação de Vengo é o Metagrauvaque (A₃MVgy).

5.2.2.5. Metagrauvaque (A₃MVgy)

É uma rocha de cor cinzenta, de grão fino e estratificada. A espessura das camadas de areia pode ultrapassar os 10 cm, enquanto as camadas filíticas têm menos de 1 cm de espessura. O tamanho do grão das rochas raramente ultrapassa 1 mm nas camadas arenosas, com material mais fino nas camadas filíticas menos espessas e de coloração mais escura. O quartzo e os fragmentos com feldspato são angulares a arredondados e constituem o principal componente do metagrauvaque. A clorite e os minerais opacos, embora frequentes, constituem os componentes minerais menores (LACHELT, 2014).

6. FUNDAMENTOS TEORICOS

6.1. Análise estatística de dados

Antes de realizar qualquer análise mais detalhada de um fenômeno natural e, posteriormente, aplicar uma análise geoestatística, é necessário obter um conhecimento das características da população representada pela variável que será analisada. Em seguida, outros métodos da estatística univariada ou multivariada podem ser empregados para auxiliar na compreensão da variável, de acordo com os objetivos estabelecidos (STURARO, 2015).

Além da caracterização das populações, também podem ser realizadas análises de correlação e tendência, buscando uma compreensão preliminar da variação espacial das variáveis em questão.

6.2. Estatística descritiva

Neste segmento do capítulo, são abordados de maneira concisa os elementos a serem empregados no presente estudo. Dentre esses elementos, merecem destaque: a avaliação estatística univariada (descritiva), os parâmetros geoquímicos, a análise bivariada (correlação de Pearson), a análise multivariada (análise fatorial) e a análise geoestatística (semi-variograma e krigagem) (MEDRI, 2011).

6.3. Distribuição de Frequências

A representação gráfica das distribuições de frequência amostral permite avaliar um modelo teórico provável para a distribuição, calcular os valores de tendência central e dispersão, caracterizar algum tipo de zoneamento e identificar a presença de valores anômalos.

O intervalo das classes de frequência foi calculado seguindo o critério de Sturges, cuja fórmula é utilizada para determinar o número adequado de classes em um histograma (MEDRI, 2011).

6.4. Variáveis

Ao realizar um estudo estatístico de um determinado fenômeno ou grupo, é essencial considerar o tipo de variável envolvida. As variáveis podem ser classificadas em qualitativas ou quantitativas (MEDRI, 2011).

6.4.1. Variáveis Qualitativas

Variáveis qualitativas são aquelas em que os valores são representados por categorias, classes ou rótulos. Esses dados são, portanto, não numéricos por natureza. Apesar de serem consideradas de baixo nível de mensuração em termos de aplicação de técnicas estatísticas, as variáveis qualitativas têm uma ampla gama de aplicações nas ciências sociais e do comportamento. Elas refletem

características individuais das unidades de análise, como sexo, estado civil, naturalidade, raça, nível de educação, entre outras, permitindo estratificar as unidades para análise de acordo com outras variáveis (MEDRI, 2011).

6.4.2. Variáveis Quantitativas

Variáveis quantitativas são aquelas representadas por valores com níveis de mensuração intervalar ou de razão. Ou seja, são aquelas em que os valores podem ser expressos em uma escala métrica com uma origem e uma unidade definida, como idade, salário, peso.

6.5. Organização dos dados

6.5.1. Tabela de frequências

Para facilitar a observação, a manipulação e o entendimento de grandes massas de dados, é necessário que elas estejam ordenadas em uma forma lógica. A maneira mais comum de ordenação é através de uma tabela de frequências, onde as principais características da série de dados podem ser observadas.

Entretanto para que a tabela de frequência forneça uma representação correcta da massa ao cálculo dos intervalos de classe, é importante que o agrupamento das variáveis seja padronizado de forma correcta usando a fórmula de *Sturges* para cálculo de intervalos de classes.

6.5.2. Histogramas

O histograma é um gráfico que representa a tabela de frequências de variáveis contínuas agrupadas em intervalos. No eixo das abscissas são representados os intervalos de classe e no eixo das ordenadas é representada a frequência absoluta. Sobre cada intervalo é erguido um retângulo de altura igual à frequência. É importante destacar que a área de cada retângulo é proporcional à classe que representa e não à sua altura. Recomenda-se representar a frequência absoluta no eixo das ordenadas e não percentagens ou proporções, pois isso mascararia o tamanho da amostra (ALPERIM, 2013).

Os histogramas de barras fornecem muitas informações sobre a distribuição dos dados e são úteis nas etapas iniciais de um trabalho, pois permitem se familiarizar rapidamente com os dados.

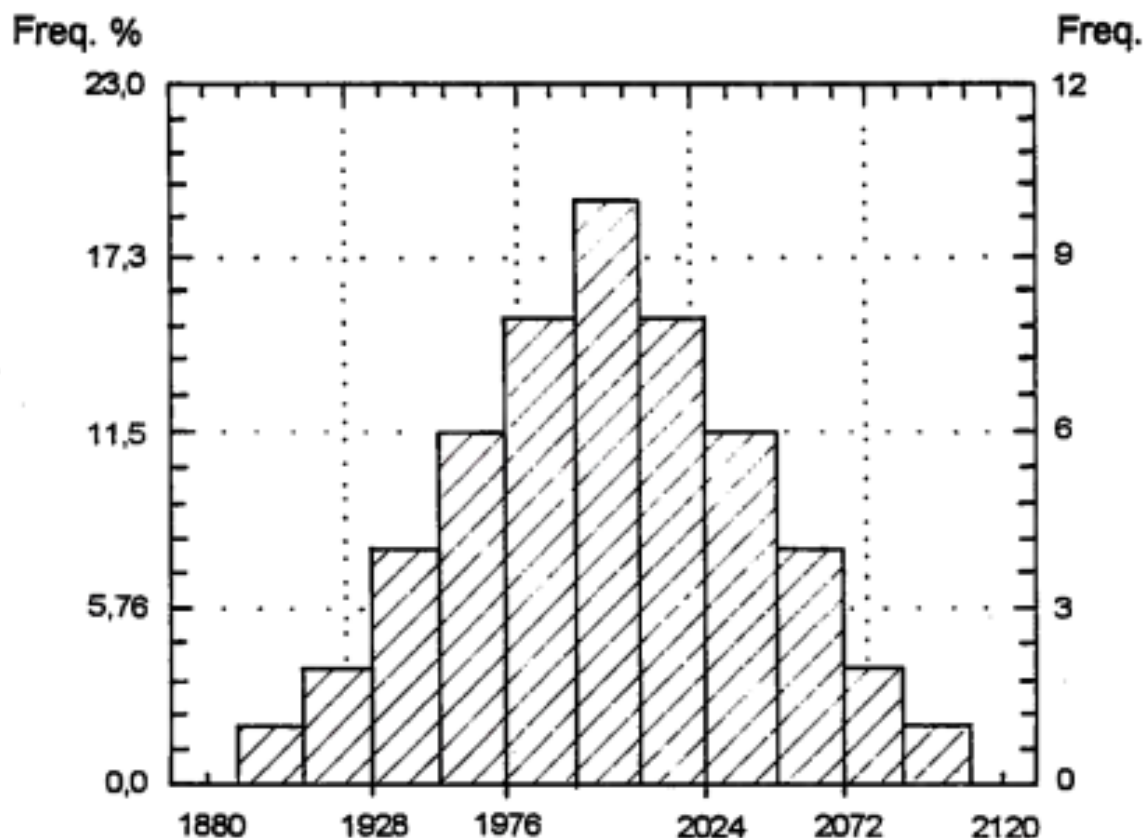


Figura 6: Exemplo de um histograma (ALPERIM, 2013).

6.6. Distribuição Normal e Lognormal

A distribuição normal é aquela que se apresenta graficamente com uma curva em forma de sino. Essa distribuição também é chamada de gaussiana ou curva de Gauss. Todas as medidas estatísticas também denominadoras, como a média, a variância e o desvio padrão, foram originalmente definidas para a distribuição normal. A curva normal de distribuição de frequências é, por definição simétrica em torno da média, já que a maioria dos valores estão agrupadas em torno dela.

A maioria dos dados geoquímicos não adere à distribuição normal, o que pode resultar em erros de estimativa, inferências e interpretações menos confiáveis do que se os dados seguissem uma distribuição normal ou algo semelhante. Quando os dados geoquímicos apresentam assimetria, é possível realizar uma transformação para uma escala logarítmica, a fim de ajustá-los a uma distribuição mais próxima da normal (lognormal) (MEDRI, 2011).

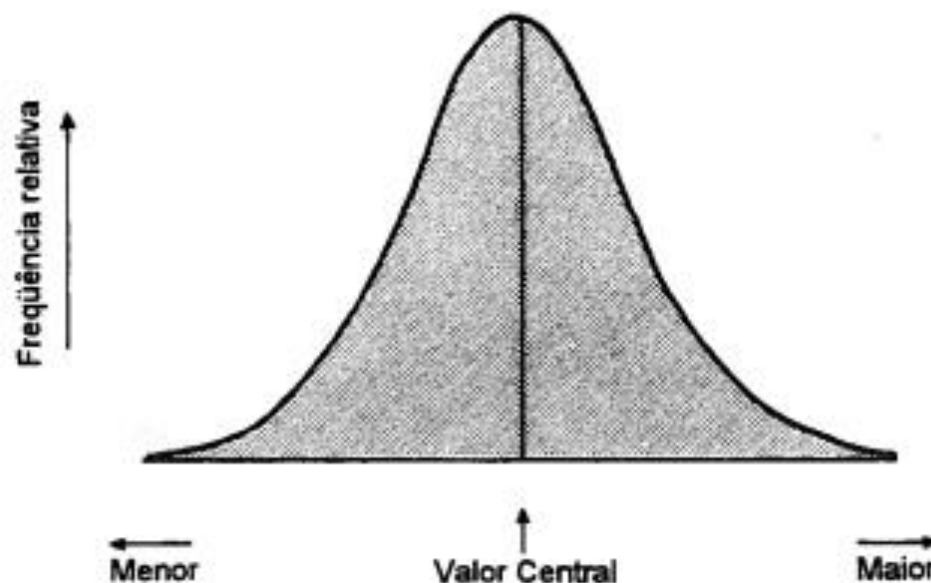


Figura 7: Gráfico de distribuição normal (MEDRI, 2011).

6.7. Medidas de tendência central

As medidas de tendência central (ou de posição) são indicadores estatísticos cujo objectivo é fornecer um valor no centro de um conjunto de observações de uma determinada variável.

6.7.1. Moda

A moda ($\tilde{X}$) de uma série de dados é o valor que aparece com mais frequência do que qualquer outro. Uma série de dados pode não ter moda ou ter mais de uma; se tiver duas modas, diz-se que é bimodal e, se tiver mais de duas, é chamada de polimodal. Em dados não agrupados, a moda é claramente observada quando os dados são ordenados do menor para o maior. Quando os dados estão agrupados, a moda é encontrada na classe de maior frequência, chamada de classe modal (LINCHT, 1998).

$$(1) \text{mo}(X) = xi$$

6.7.2. Mediana

A mediana ($\tilde{X}$) é o valor médio de uma série quando os valores são ordenados do menor para o maior. Ela divide a série de tal forma que 50% dos valores são menores do que ela e os outros 50% dos valores são maiores do que ela. Uma característica importante da mediana é que ela não é influenciada pela magnitude dos valores nas caudas da distribuição. Se o número de dados na série for ímpar, o valor da mediana coincidirá com o valor central e, quando for par, a mediana estará entre os dois

valores centrais. Se os dados estiverem agrupados, a mediana estará na classe mediana (a classe cuja frequência acumulada ultrapassa primeiro o valor $[(n + 1) / 2]$) (LINCHT, 1998).

$$(2) M_d = \frac{n+1}{2} \text{ ou } M_d = \frac{n}{2}$$

6.7.3. Média Aritmética

A média aritmética, também conhecida como média ou média aritmética simples, é a medida de tendência central mais comum e útil. O símbolo $\bar{X}$ é usado para representar a média de uma amostra, e a média da população é representada pela letra μ . Para um conjunto de n observações $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, a média é igual à soma das n observações dividida pelo número total de dados n (ALPERIM, 2013).

Em fórmula:

$$(3) \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Se os dados estiverem agrupados, a media aritmética calcula-se da seguinte forma:

$$(4) \tilde{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

6.8. Medidas de dispersão

As medidas de dispersão são parâmetros estatísticos que servem para avaliar o grau de variabilidade ou dispersão dos valores em torno da média.

6.8.1. Amplitude

A amplitude, também chamada de intervalo ou alcance, para um conjunto de n observações $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, é a diferença entre o valor máximo e o valor mínimo. A amplitude é visualizada tanto em histogramas quanto em gráficos de frequência acumulada (ALPERIM, 2013).

Essa medida simples fornece uma ideia básica da dispersão dos dados ao indicar a variação total entre o valor mais alto e o mais baixo do conjunto. No entanto, a amplitude pode ser influenciada por valores extremos, o que pode dar uma imagem distorcida da dispersão geral dos dados, especialmente em conjuntos grandes. Portanto, a amplitude é útil como uma medida rápida de dispersão, mas em muitos casos, medidas mais robustas, como o intervalo interquartil, são preferíveis para uma avaliação mais precisa da variabilidade dos dados (ALPERIM, 2013).

6.8.2. Variância

A variância (S^2) é uma medida que quantifica a dispersão dos valores em torno da média de um conjunto de dados. Ela é definida como o somatório das diferenças quadráticas entre cada um dos valores e a média, dividido pelo número total de valores menos um (ALPERIM, 2013). Em outras palavras, a variância calcula a média dos quadrados das distâncias entre cada valor e a média do conjunto de dados.

$$(5) S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

6.8.3. Desvio Padrão

O desvio padrão (S) é a raiz quadrada positiva da variância e é comumente utilizado para medir a dispersão dos dados em um conjunto de valores (ALPERIM, 2013). Em outras palavras, o desvio padrão é uma medida estatística que indica o quão distantes ou dispersos os valores estão em relação à média do conjunto de dados. Quanto maior for o desvio padrão, maior será a dispersão dos valores em relação à média, e quanto menor for o desvio padrão, mais próximos os valores estarão da média. O desvio padrão é uma ferramenta valiosa para analisar e comparar a variabilidade de diferentes conjuntos de dados, bem como para avaliar a consistência e a confiabilidade dos resultados em estudos científicos e pesquisas.

$$(6) S = \sqrt{S^2}$$

6.8.4. Coeficiente de Variação

O coeficiente de variação é uma medida relativa de dispersão, utilizada para comparar, em termos relativos, o grau de concentração em torno da média. Esta medida permite comparar a dispersão de duas ou mais variáveis (amostras) uma vez que apresenta valores relativos (LINCHT, 1998). É representada por:

$$(7) Cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

6.9. Medidas de Forma

Estas medidas, em estatística, são usadas para caracterizar o comportamento da distribuição de uma variável. Dentre estas medidas, para este entendimento, é calculada o Coeficiente de Simetria de Pearson e o coeficiente de Curtose.

6.9.1. Coeficiente de Simetria

O coeficiente de simetria (CS) é utilizado para caracterizar o comportamento da distribuição em relação à média. A simetria é importante para entender se os valores da variável estão concentrados em uma determinada região do seu alcance (ALPERIM, 2013).

Existem várias maneiras de medir a simetria. A primeira é comparar a média com a moda. Se a diferença entre a média e a moda ($\bar{X} - X_m$) for positiva, a assimetria é considerada positiva ou para a direita; se a diferença for negativa, a assimetria é considerada negativa ou para a esquerda. Embora esta maneira de medir a assimetria seja simples, ela é pouco prática, pois depende das unidades da variável (ALPERIM, 2013).

A segunda forma de medir a assimetria é calculando o Coeficiente de Simetria de Pearson, que considera o cubo das desvios em relação à média. Este coeficiente é uma medida mais robusta e menos dependente das unidades da variável, fornecendo uma avaliação mais precisa da assimetria da distribuição dos dados (ALPERIM, 2013).

A simetria dos dados é uma característica importante a ser considerada em análises estatísticas, pois pode afetar a interpretação dos resultados e influenciar a escolha de métodos estatísticos apropriados para o tratamento dos dados.

Foi demonstrado que quando o coeficiente é negativo ($CS < 0$), a assimetria é negativa (Fig. 13a); quando é positivo ($CS > 0$), a assimetria é positiva; e quando é igual a zero ($CS = 0$), a distribuição é simétrica (ALPERIM, 2013).

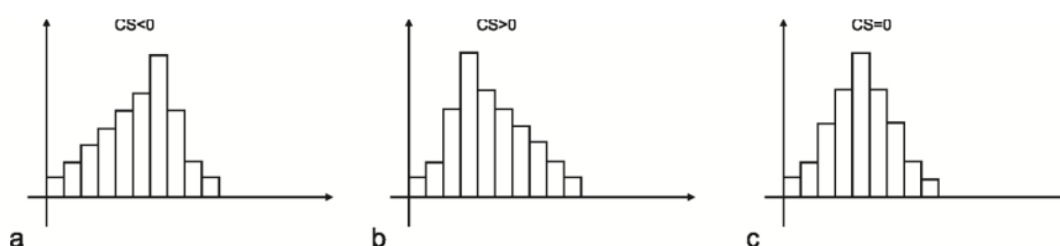


Figura 8: Exemplos de distribuições de frequências com diferentes assimetrias. a) Histograma com assimetria negativa. b) Histograma com assimetria positiva. c) Histograma simétrico (ALPERIM, 2013).

6.9.2. Coeficiente de Curtose

O coeficiente de curtose, K , também chamado de excesso ou coeficiente de achatamento, mede o grau de achatamento da distribuição em relação ao modelo teórico Normal (ou à forma de sino, à qual nos referiremos mais adiante) (ALPERIM, 2013).

Foi demonstrado que em distribuições normais, a curtose é zero ($K = 0$) (Fig. 14a). A curtose é positiva ($K > 0$) em distribuições mais afuniladas do que o modelo normal, sendo chamadas de leptocúrticas (Fig. 14b). Se a distribuição é mais achatada do que o modelo normal, a curtose é negativa ($K < 0$) e elas são chamadas de platicúrticas (ALPERIM, 2013).

Essa interpretação da curtose ajuda a classificar diferentes tipos de distribuições de dados com base em seu achatamento e forma das caudas. Uma curtose positiva indica uma concentração maior de valores na região central da distribuição, com caudas mais espessas e picos mais altos. Uma curtose negativa indica uma distribuição mais espalhada, com caudas mais leves e menos concentradas na região central (ALPERIM, 2013).

A análise da curtose é útil para compreender a natureza dos dados e identificar padrões ou características específicas das distribuições, o que é fundamental em diversas áreas da estatística e análise de dados.

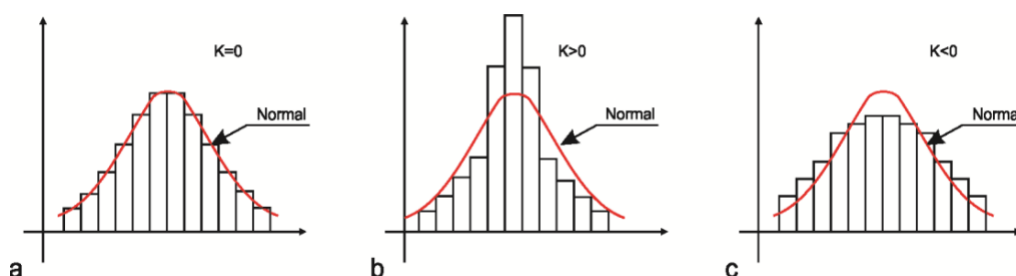


Figura 9: Exemplo de distribuições de frequências com diferentes curtoses. a) Histograma normal ou mesocúrtico. b) Histograma pontiagudo ou leptocúrtico. c) Histograma achatado ou platicúrtico (ALPERIM, 2013).

6.10. Parâmetros Geoquímicos

A aplicação prática dos parâmetros geoquímicos definidos em pesquisas de prospecção geoquímica tem como finalidade a identificação dos valores que representam os níveis normais de elementos químicos presentes no solo, bem como das anomalias geoquímicas. Esses conceitos incluem o teor do fundo, que representa os valores esperados de elementos em uma determinada área, a anomalia

geoquímica, que é uma concentração anormal de elementos, e o limiar, que é o valor utilizado para distinguir uma anomalia significativa das variações naturais do ambiente.

6.10.1. Clarke

Clarke é utilizado para representar o teor médio de um elemento químico presente na crosta terrestre. Esse valor é uma média geral da abundância desse elemento em várias regiões geológicas ao redor do mundo. É uma referência importante para estudos geoquímicos, pois permite comparar concentrações específicas encontradas em determinadas áreas com o valor médio global, ajudando a identificar anomalias e características distintivas (LINCHT, 1998).

6.10.2. Teor de Fundo

O teor de fundo, também conhecido como "Background", é o teor médio de um elemento encontrado em materiais geológicos não-mineralizados (LINCHT, 1998). Em outras palavras, representa a concentração típica desse elemento em rochas, solos ou sedimentos que não possuem depósitos minerais significativos. Essa referência é fundamental em estudos geoquímicos, pois ajuda a diferenciar os valores normais dos elementos na natureza das anomalias ou concentrações anormais que podem indicar a presença de depósitos minerais ou atividades humanas.

6.10.3. Anomalia geoquímica

Uma anomalia geoquímica é por definição um desvio dos padrões geoquímicos considerados como normais em um determinado espaço geoquímico (LINCHT, 1998). Em outras palavras, é uma concentração atípica de elementos químicos em relação aos valores médios esperados para aquela região específica. Estas, podem ser classificadas em anomalias significativas - relacionadas a mineralizações, geralmente positivas, e anomalias não significativas - relacionadas com a variação litológica.

6.10.4. Limiar

O limiar, também conhecido como "Threshold", é o valor acima do qual o teor de uma determinada amostra é considerado anômalo. De acordo com os conceitos dos geoquímicos de exploração da ex-URSS, o limiar é o limite superior das flutuações normais do teor de fundo; qualquer valor acima desse limite é considerado anômalo, enquanto valores mais baixos são considerados teores de fundo (LINCHT, 1998). Em casos complexos, pode haver dois ou mais teores de fundo, o que significa que a região pode apresentar diferentes níveis de concentração de elementos em diferentes áreas. A definição do limiar é crucial para identificar concentrações excepcionais de elementos químicos,

indicando possíveis depósitos minerais ou atividades geológicas incomuns. Isso é fundamental na prospecção mineral e na caracterização geoquímica de uma região específica.

6.11. Análise Estatística Bivariada

Quando duas variáveis estão relacionadas ou associadas, elas variam conjuntamente; se o valor de uma aumenta, o valor da outra cresce ou diminui de forma consistente. Por outro lado, se as duas variáveis estão funcionalmente relacionadas, não apenas variam simultaneamente, mas o valor de uma delas permite prever o valor da outra (ALPERIM, 2013).

Para detectar se existe alguma relação entre duas variáveis, ambas são medidas em cada espécime da amostra, obtendo assim uma amostra de dados bivariados ($M = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$). Com os dados, é possível construir um gráfico de dispersão para visualizar se há algum padrão de variação. No entanto, essa estratégia não permite determinar se a relação (seja funcional ou não, dependendo do caso) é significativa, pois pode ocorrer que por acaso na amostra as duas variáveis apresentem uma relação, mas essa relação não exista na população amostrada.

A análise de dados bivariados é fundamental para compreender as interações entre diferentes variáveis e identificar possíveis padrões ou correlações. Para avaliar a significância estatística dessas relações, métodos estatísticos como a correlação ou a regressão podem ser aplicados, permitindo determinar se a associação observada é estatisticamente relevante e se pode ser extrapolada para a população como um todo.

6.11.1. Coeficiente de correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson, também conhecido como coeficiente de correlação produto-momento, é uma medida da relação linear entre duas variáveis. As variáveis devem ser medidas em escalas de intervalo ou de razão e devem provir de populações com distribuições normais. Isso significa que a distribuição de frequência de ambas a variável deve ser normal (LINCHT, 1998).

Quando a suposição de distribuição normal bivariada não é atendida, isso afeta significativamente o coeficiente, e o problema não é resolvido aumentando o tamanho da amostra. Se as variáveis não seguem uma distribuição normal, os dados podem ser transformados para normalizá-los ou o coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman pode ser utilizado.

$$(8) \text{CS} = \frac{3(\bar{x} - M_d)}{s}$$

Os valores de r variaram entre $[-1;1]$, expressando desde comportamento totalmente inverso ao comportamento totalmente directo entre duas variáveis, isto é, quando $r = 0$ significa que não há

relação linear entre X e Y (ALPERIM, 2013). E quando o $r = 1$, a correlação é positiva e perfeita; $r = -1$, a correlação negativa e perfeita; $]-1; -0.8]$ - correlação negativa e forte; $[0.8; 1[$ - correlação positiva e forte; $[-0.8; -0.4[$ - correlação negativa e média; $]0.4; 0.8]$ - correlação positiva e média; $[-0.4; 0[$ - a correlação negativa e fraca; $]0; 0.4]$ - correlação positiva e fraca (ALPERIM, 2013).

6.12. Estatística Multivariada

Nas pesquisas de Prospecção Geoquímica, nem sempre é possível obter uma compreensão completa de um problema ao examinar exclusivamente os níveis de um único elemento em uma região específica. Isso ocorre porque é comum que diversas variáveis nessa região interajam entre si. Portanto, para uma compreensão abrangente dessas variáveis (que incluem os níveis de vários elementos, podendo estar relacionados ou não a outras variáveis), são utilizadas técnicas de análise estatística multivariada (ANDRIOTTI, 2010).

A Análise Fatorial (AF) é um método estatístico de análise multivariada que visa identificar padrões de comportamento compartilhados entre variáveis, com base em suas correlações ou co-variâncias nas amostras. Isso é feito para reduzir o número inicial de variáveis a uma dimensão mais gerenciável, facilitando a compreensão da estrutura dos dados. Além disso, a análise fatorial permite definir e mensurar dimensões subjacentes que explicam o comportamento multivariado dos dados, preservando ao máximo a informação original contida nos dados (VICINI, 2005).

Dentro deste contexto crucial de tornar os dados observados mais compreensíveis para a interpretação, na Análise Factorial (AF), realiza-se o cálculo da matriz de correlação para todos os possíveis pares de variáveis, essa matriz é então diagonalizada em conjunto com os seus componentes principais, a partir dos quais os factores são obtidos. O primeiro factor será associado ao maior autovalor e explica a maior parte da variância presente nos dados, o segundo fator é ortogonal e não possui correlação com o primeiro, seguindo-se o mesmo padrão para os fatores subsequentes (VICINI, 2005).

Os factores representam vetores linearmente independentes, sendo combinações lineares das variáveis originais. Eles podem ser considerados como "novas" variáveis que possuem a vantajosa característica de serem não correlacionadas e de capturarem a variação dos dados, organizados em ordem decrescente de importância (ANDRIOTTI, 2010).

A utilização da análise factorial demanda que as variáveis $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ apresentem correlações entre si, caso contrário, a aplicação dessa técnica é considerada inadequada para o estudo das variáveis em questão, sendo aconselhável explorar alternativas de análise estatística multivariada. Para avaliar

se a aplicação da técnica é apropriada, realiza-se o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Os resultados desse teste variam no intervalo de [0; 1], em que a análise é considerada excelente quando os valores estão entre]0.9; 1.0], boa entre]0.8; 0.9], média entre]0.7; 0.8], aceitável entre]0.6; 0.7], fraca entre]0.5; 0.6], e inaceitável quando o valor é igual ou inferior a 0.5 (CARVALHO, 2013).

6.13. Análise Geoestatística

Nos estudos geológicos, a geoestatística é considerada uma técnica estatística que envolve a aplicação de um conjunto de ferramentas, baseadas na continuidade espacial de fenômenos naturais (ou seja, variáveis regionalizadas), permitem desenvolver modelos numéricos, esses modelos são empregados na estimativa de depósitos minerais (CARVALHO, 2013). Dentro das técnicas de análise das variáveis regionalizadas utilizadas na geoestatística, para o escopo desse relatório, será empregada a técnica de estimação baseada em médias móveis, conhecida como krigagem.

6.13.1. Semi-variograma

O Semivariograma é uma ferramenta que possibilita quantificar a variação espacial de um fenômeno regionalizado. A natureza estrutural de um conjunto de dados (referente à variável regionalizada) é estabelecida ao comparar os valores simultaneamente obtidos em dois pontos, em uma direção específica. Portanto, a função do semivariograma é definida como a média dos quadrados das diferenças entre os valores de pontos no espaço, separados por uma distância - h (YAMAMOTO, 1991).

$$(9) \gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (T_x - T_{x+h})^2$$

Onde:

n: pares de amostras separadas por h;

T_x : valor da variável regionalizada no ponto x;

T_{x+h} : valor da variável regionalizada no ponto x+h.

6.13.2. Parâmetros e modelos de Semi-variograma

Segundo (YAMAMOTO, 1991) os principais parâmetros característicos de um semivariograma são os seguintes:

1. Amplitude (alcance, a) - é a distância a partir da qual as amostras passam a ser independentes, permitindo distinguir entre a área estruturada com amostras correlacionadas e a área aleatória com amostras independentes.

2. Patamar (C) - é o valor no qual o semi-variograma estabiliza-se na região aleatória (em casos estacionários) e é numericamente igual à variável regionalizada.
3. Efeito pepita (ou variância aleatória, C_0) - é o valor do semi-variograma na origem (quando $h = 0$).
4. Contribuição (C_1) - é a diferença entre o patamar e o efeito pepita.

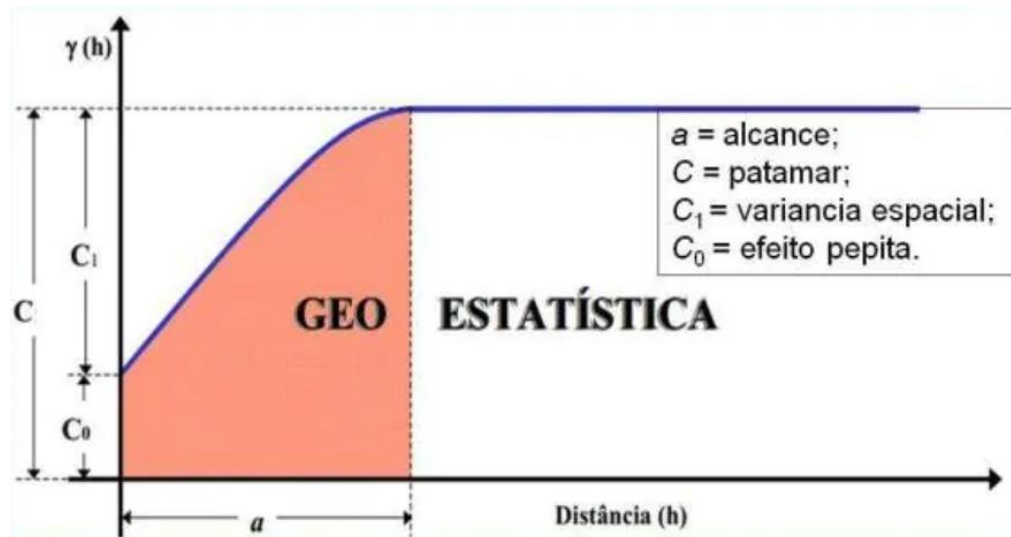


Figura 10: Modelo variográfico (YAMAMOTO, APOSTILA DE GEOESTATÍSTICA BÁSICA, 2015).

6.13.3. Krigagem

A Krigagem é um processo usado para estimar valores de variáveis distribuídas no espaço e/ou no tempo com base em valores vizinhos que são considerados interdependentes de acordo com o semivariograma, essa abordagem é uma forma de estimativa por médias móveis.

O termo "krigagem" tem origem no nome de Daniel G. Krige, que pioneiramente introduziu o uso de médias móveis para evitar a sobreestimação sistemática de recursos geológicos. A base conceitual da krigagem se baseia na teoria das variáveis regionalizadas, desenvolvida por Matheron (1971) a partir dos estudos práticos realizados por Krige no cálculo de recursos em minas de ouro, na África do Sul (LANDIM, 2006).

O que diferencia a krigagem de outros métodos de interpolação é a estimativa de uma matriz de covariância espacial, que determina os pesos atribuídos às diferentes amostras, isso envolve o tratamento da redundância dos dados, a definição da vizinhança a ser considerada no processo inferencial e, além da determinação do erro associado ao valor estimado, a krigagem também fornece estimativas precisas com propriedades de imparcialidade e eficiência (YAMAMOTO, 1991).

A estimativa por meio da krigagem é realizada após a definição dos modelos de semi-variograma, que permitem calcular os pesos para uma determinada configuração (por exemplo, um bloco definido pela disposição das amostras no espaço) com a menor variância de estimação possível (YAMAMOTO, 1992).

6.13.3.1. Tipos de Krigagem

A krigagem abrange diversos métodos de estimação, incluindo a krigagem simples, krigagem ordinária, krigagem indicativa, krigagem universal, co-krigagem, krigagem disjuntiva, entre outros. Entre esses métodos, este relatório se concentra exclusivamente na aplicação da krigagem ordinária e indicativa.

6.13.3.1.1. Krigagem Ordinária

A krigagem ordinária é um método de estimativa que possibilita prever um valor em uma posição espacial não observada. Essa previsão é feita por meio de uma combinação linear dos valores de um subconjunto amostral local, considerando a hipótese de estacionaridade local, em outras palavras, esse método permite inferir o valor de um atributo z em uma posição xy , sem requerer o conhecimento da média estacionária de z (LANDIM & STURARO, 2002).

Quando os dados de uma variável específica não exibem variação espacial (ou seja, não há dependência espacial), são empregados outros métodos interpoladores geoestatísticos que não se baseiam no uso de semi-variogramas. Um exemplo disso é a interpolação ponderada pelo inverso da distância (IDM) (LANDIM & STURARO, 2002).

6.13.3.1.2. Krigagem Indicativa

Essa técnica geoestatística consiste essencialmente na aplicação da krigagem ordinária à variável transformada, mas não com o objetivo de estimar um valor específico ou teor, em vez disso, seu propósito é identificar áreas com maior ou menor probabilidade de ocorrer um evento determinado (como um teor específico) (LANDIM, 2006).

O conceito original foi introduzido por Journel (1983) como uma abordagem para construir uma função de distribuição acumulada de probabilidades para a estimativa de distribuições espaciais. Esse método envolve a transformação indicativa baseada na função $f(z) = 0$ ou 1 , com o intuito de separar os valores que estão abaixo ou acima de um determinado limite, em outras palavras, em uma área específica, os pontos de amostragem com teores acima do valor limite são associados ao valor 0, enquanto os teores abaixo são associados ao valor 1 (STURARO, 2015) Após essa transformação, é

possível representar ou indicar as áreas onde ocorrem probabilidades de ocorrência, seja de forma simples ou multielementar.

Essa técnica não exige a modelagem de semi-variogramas. Em vez disso, ela envolve a definição de uma grade e o uso do método do "vizinho natural" (natural neighbor) para identificar as áreas em que um determinado teor é mais provável de ocorrer (LANDIM & STURARO, 2002).

6.13.4. Validação Cruzada

A validação cruzada é um método de reamostragem que primeiro usa todos os pontos de entrada para estimar os parâmetros de um modelo de interpolação (como o semi-variograma de krigagem ou o valor de potência da ponderação de distância inversa). Em seguida, ele remove um único ponto de entrada e usa os pontos restantes para prever o valor no local do ponto oculto, e o valor previsto é comparado ao valor medido. O ponto oculto é então adicionado de volta ao conjunto de dados, e um ponto diferente é oculto e previsto. Esse processo se repete em todos os pontos de entrada.

O diagrama abaixo mostra o processo de validação cruzada para um único ponto. Depois de estimar o modelo de interpolação a partir de todos os pontos azuis, o valor do ponto vermelho é oculto e os pontos restantes são usados para prever o valor do ponto oculto. A previsão é então comparada com o valor medido. Esse processo se repete para todos os 10 pontos.

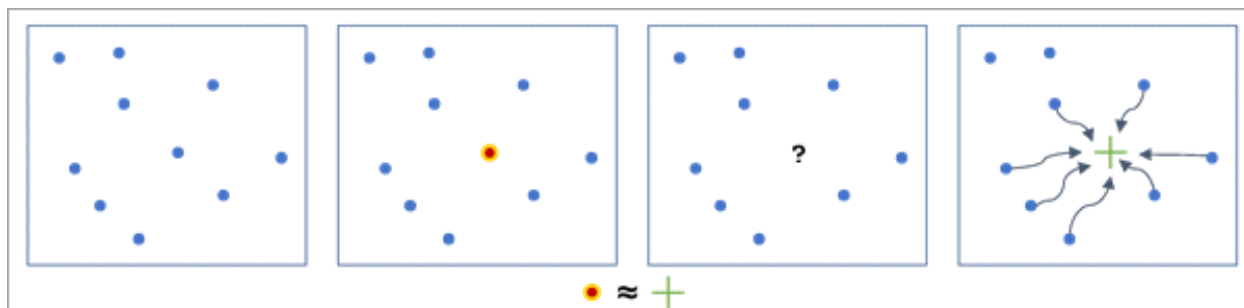


Figura 11: Processo de validação cruzada (STURARO, 2015).

A validação cruzada é eficaz na avaliação de modelos de interpolação porque simula a previsão de valores em novos locais não medidos, mas os valores dos locais não são não medidos, apenas ocultos, de modo que os valores previstos podem ser validados contra seus valores conhecidos. Se o modelo pode prever com precisão os valores dos pontos ocultos, ele também deve ser capaz de prever com precisão os valores em novos locais não medidos. Se, no entanto, os erros de validação cruzada forem muito grandes, você também deve esperar grandes erros ao prever novos locais.

6.13.4.1. Métricas da Validação Cruzada

Métricas da validação cruzada são os critérios e indicadores utilizados para avaliar o desempenho de um modelo por meio desse método de reamostragem. Existem várias métricas comumente empregadas na validação cruzada, que permitem a quantificação e a interpretação da qualidade do modelo. Abaixo serão mostradas algumas dessas métricas.

Erro médio — A média dos erros de validação cruzada. O valor deve ser o mais próximo de zero possível. O erro médio mede o viés do modelo, em que um erro médio positivo indica uma tendência a predizer valores muito grandes e um erro médio negativo indica uma tendência a subestimar os valores medidos. A estatística está nas unidades dos valores de dados.

Erro quadrático médio da raiz — A raiz quadrada da média dos erros de previsão quadrática. Esse valor deve ser o menor possível. A estatística mede a precisão da predição, e o valor aproxima o desvio médio dos valores previstos dos valores medidos.

Erro padrão médio — A média quadrática (raiz quadrada da média) dos erros padrão. Essa estatística mede a precisão do modelo, uma tendência a produzir distribuições preditivas estreitas estreitamente centradas em torno do valor previsto. O valor deve ser o menor possível, mas também aproximadamente igual ao erro quadrático médio da raiz.

Erro Padrão Quadrático Médio Padronizado — O quadrado médio raiz dos erros padronizados. Essa estatística mede a acurácia dos erros-padrão comparando a variabilidade dos erros de validação cruzada com os erros-padrão estimados. O valor deve ser o mais próximo possível de um. Valores menores que um indicam que os erros padrão estimados são muito grandes e valores maiores que um indicam que eles são muito pequenos.

6.14. Análise de Lineamentos

O estudo das estruturas geológicas desempenha um papel fundamental em projetos de prospecção mineira, pois essas estruturas desempenham um papel crucial na formação, movimentação e deposição de diversos tipos de mineralização nas rochas subjacentes. As características lineares e curvilíneas das estruturas tectônicas visíveis em imagens de satélite têm atraído a atenção dos geocientistas por décadas. Essa área de pesquisa é conhecida como "detecção de lineamentos", um termo inicialmente introduzido por Hobbs (1904) (Middleton et al., 2015).

O conceito de "lineamento" tem sido utilizado com diferentes significados ao longo dos anos, porém vários autores (Karikari, 2002; Bahiru, 2011; Middleton et al., 2015) referem-se à definição proposta

por O'Leary et al. (1976), que descreve lineamento como "uma característica mapeável na superfície terrestre, simples ou composta, cujas partes estão alinhadas de forma reta ou suavemente curva, diferenciando-se nitidamente dos padrões das características adjacentes, e que reflete um fenômeno no subsolo". Elementos como vales estreitos, alinhamentos da vegetação, afloramentos ou camadas truncadas, e cristas estreitas ou levemente curvilíneas podem indicar a presença de lineamentos (Palomera, 2004). Geralmente, os lineamentos representam zonas de fraqueza propícias à circulação de fluidos mineralizadores, tornando sua detecção em imagens de satélite de grande importância em estudos preliminares, especialmente em projetos de pesquisa mineral.

Neste estudo em particular, a análise de lineamentos foi realizada com base em quatro imagens de relevo sombreado, obtidas usando ângulos de iluminação solar de 45, 90, 200 e 315 graus, juntamente com diferentes inclinações de iluminação. A extração manual das características lineares foi realizada utilizando essas imagens como ponto de partida. O processo envolveu a identificação de padrões lineares presentes nas imagens e a conversão desses padrões em segmentos vetoriais, permitindo uma análise mais precisa e detalhada das estruturas presentes no terreno.

O conhecimento obtido a partir da análise de lineamentos pode oferecer informações valiosas para a compreensão da geologia local e para orientar futuras atividades de prospecção mineral.

Em projetos de pesquisa geológica e prospecção mineral, um instrumento essencial para analisar a distribuição e a intensidade dos lineamentos é o Mapa de Densidade de Lineamentos. Esse mapa é uma representação visual que destaca a concentração relativa de lineamentos em uma área específica.

6.15. Modelagem e Integração de dados para criação do mapa de favorabilidade

Um modelo é um filtro que ajuda a extrair informação de grandes volumes de dados complexos. A vantagem na utilização de modelos residem na melhor compreensão de fenômenos e na possibilidade de se testarem alternativas (FAIELA, 2019).

O modelo de integração usa símbolos lógicos e matemáticos para combinar camadas de dados. Geralmente é um conjunto de regras, ou equações, que relacionam um conjunto de mapas de entrada a mapas de saída. A modelação de integração pode ser feita com uso de ferramentas de SIG e consiste de vários tipos, por exemplo modelos descritivos e preditivos.

Na pesquisa mineira, os modelos descritivos combinam mapas de entrada sem qualquer objectivo preditivo. Os modelos preditivos, usam métodos de combinação que tentam prever o potencial mineral. Nos modelos preditivos, existem dois conceitos segundo

- O uso da estatística, para calcular os parâmetros do modelo usando depósitos minerais conhecidos em uma área de treinamento;
- O uso de especialistas de prospecção e pesquisa mineira, como base para combinar evidências de favorabilidade;

A abordagem estatística é mais objectiva, mas tem a desvantagem da área de treinamento utilizada e estimar parâmetros do modelo muitas vezes inadequados. Por exemplo, a área de prospecção e pesquisa pode ser incompleta, ou depósitos conhecidos sejam poucos e difíceis de classificar de acordo com o modelo de depósito exacto, e a área de treino não será tão suficiente para assimilar a área de previsão (FAIELA, 2019).

6.15.1. Análise Multicritério em SIG

A análise multicritério, é uma ferramenta matemática que permite comparar diferentes alternativas, fundamentada em vários critérios, com o objectivo de direccionar os tomadores de decisão para uma escolha ponderada .

A análise multicritério em SIG pode aplicar sobreposição Booleana: a combinação linear ponderada e a média ponderada ordenada. Estas sobreposições são modificações da técnica de índice de sobreposição .

Estas técnicas consistem na aplicação de pesos às camadas antes da sobreposição (FAIELA, 2019).

6.15.2. Sobreposição Ponderada (Weighted Overlay)

A sobreposição ponderada, é uma das abordagens mais utilizadas para análise de sobreposição para resolver problemas multicritério, como selecção de locais e modelos de adequação.

A análise de sobreposição é um grupo de metodologias aplicadas na selecção ideal de locais ou na modelagem de adequação. É uma abordagem para atribuir uma escala comum de valores a entradas variadas e diferentes para criar uma análise integrada.

Os modelos de adequação definem os melhores locais ou mais preferidos para um fenómeno específico. A análise de sobreposição ponderada, geralmente envolve o exame de muitos factores diferentes. Por exemplo, a selecção de um local adequado para mineralização de cobre e zinco significa avaliar parâmetros relevantes para a mineralização de cobre e zinco dentro de uma

determinada área, tais parâmetros podem incluir litologia, alterações hidrotermais, geoquímica, geofísica, estruturas geológicas entre outros. Esses dados existem em diferentes rasters com diferentes escalas de valores (FAIELA, 2019).

Os diferentes factores em análise na sobreposição ponderada podem não ter igual importância. Neste caso, a importância desses parâmetros é determinada pelo modelador e mostrada como pesos que somam 100% ou 1 (FAIELA, 2019).

7. Apresentação e discussão de resultados

7.1. Análise Descritiva Univariada

Conforme explanado no Capítulo anterior, a análise estatística univariada envolve o tratamento das variáveis elementares com o propósito de identificar parâmetros estatísticos. Estes parâmetros são então apresentados por meio de tabelas, histogramas e outras representações. Ao aplicar esses parâmetros na área da geoquímica de prospecção, o objetivo é definir os níveis de concentração de elementos de referência, identificar anomalias e detectar valores atípicos.

Os dados relacionados às variáveis em análise foram processados através da criação de intervalos de classes. Esses intervalos foram utilizados para construir histogramas, e a partir deles, foram calculados os parâmetros estatísticos univariados. Esses resultados estão resumidos na tabela 4 nos anexos, e o propósito desse procedimento foi compreender a maneira como os dados estão distribuídos e identificar possíveis padrões.

Após ter sido identificado o padrão de distribuição, o qual mostrou que as variáveis em análise apresentam uma distribuição assimétrica, essas variáveis foram submetidas a um tratamento especial subsequente. Esse tratamento possibilitou a definição de modelos geoquímicos mais apropriados para a seleção de níveis de concentração de elementos de referência e anomalias geoquímicas.

O processo de tratamento dos dados envolveu a aplicação de uma transformação logarítmica ($\ln$) em todas as variáveis sob análise. Esse procedimento exigiu uma reavaliação dos parâmetros estatísticos univariados, tais como medidas de tendência central, de dispersão e de forma. Os resultados desses parâmetros foram registrados na tabela 1, e os histogramas correspondentes estão disponíveis no anexo 4.

7.2. Análise Exploratória de dados Logaritimizados

Tabela 1: Análise exploratória de dados logaritmizados.

Variável	Amplitude	Média	Desv.P	Variância	C.V	Mediana	Moda	Curtose
$\ln K_2O$	27,741	- 0,7527	0,6405	0,4103	-85,1	-0,7064	- 149,909	-0,79
$\ln CaO$	47,912	-1,394	14,742	21,732	- 105,75	-21,339	- 2,78539; - 2,62061	-1,3
$\ln TiO_2$	22,014	- 12,582	0,4243	0,18	-33,72	-12,559	- 1,46495; - 1,31690;	0,06

lnMnO	29,957	- 26,887	0,5124	0,2625	-19,06	-26,971	- 291,927	-0,15
lnV₂O₅	30,691	51,045	0,6333	0,4011	12,41	50,904	4,62257; 4,76918	-0,75
lnCr₂O₃	42,424	53,031	0,8558	0,7323	16,14	51,245	4,42260; 4,58425	0,05
lnCoO	20,919	46,931	0,4542	0,2063	9,68	47,061	494,971	-0,4
lnNiO	40,709	51,354	0,7327	0,5368	14,27	50,327	457,179	0
lnCuO	27,568	38,331	0,5216	0,2721	13,61	37,509	3,69030; 3,75092	-0,17
lnZnO	30,505	40,102	0,4074	0,166	10,16	40,031	40,031	0,94
lnAs₂O₃	40,431	26,251	0,8032	0,6452	30,6	24,751	235,732	-0,04
lnAu	17,564	50,243	0,2468	0,0609	4,91	50,239	499,043	1,88
lnPbO	21,972	26,808	0,3518	0,1237	13,12	27,134	255,929	0,8

Após a logaritimização dos valores foi observado que os valores logarítmicos das variáveis exibem uma ampla gama de distribuições, indicando diferentes níveis de concentração ou características nas amostras; em algumas variáveis, a média se aproxima da mediana, sugerindo distribuições mais simétricas, como em lnK₂O, lnTiO₂, lnMnO, lnCuO, lnZnO, lnPbO e lnAu e outras variáveis, como lnCaO, lnV₂O₅, lnCr₂O₃, lnCoO, lnNiO, lnAs₂O₃, a discrepância entre média e mediana indica a presença de valores extremos que influenciam a média. Assimetria positiva (média maior que mediana) é observada em algumas variáveis (lnCaO, lnV₂O₅, lnCr₂O₃, lnCoO, lnNiO, lnCuO, lnZnO, lnAs₂O₃, lnAu, lnPbO), indicando uma tendência à direita nas distribuições; Assimetria negativa (média menor que mediana) é menos frequente, aparecendo em algumas variáveis (lnMnO, lnTiO₂).

7.3. Determinação Teores de Fundo e Limiares Geoquímicos

Em estudos de prospecção geoquímica, a determinação dos níveis de concentração de elementos de referência e seus respectivos limites é de extrema importância para identificar áreas anômalas. Portanto, a escolha do método para determinar esses parâmetros também é uma decisão crucial. Essa escolha pode ser feita ao analisar o padrão de distribuição das variáveis, por meio da construção de histogramas e gráficos probabilísticos, com o objetivo de identificar se há ou não uma mistura de diferentes populações nos conjuntos de dados de cada variável.

Por essa razão, foi dada atenção à utilização de diagramas de caixa, histogramas e gráficos de probabilidade, realizando uma comparação das possibilidades de cada um desses métodos. A análise também considerou a conveniência de adotar os resultados obtidos por qualquer um desses métodos para estimar os limites geoquímicos que melhor se adequam à distribuição estatística dos dados.

As técnicas de análise estatística univariada, fundamentadas nos critérios estabelecidos por Hawkes & Webb (1962), juntamente com o uso de gráficos probabilísticos, foram empregadas para processar os dados geoquímicos provenientes de sedimentos de corrente na área de estudo.

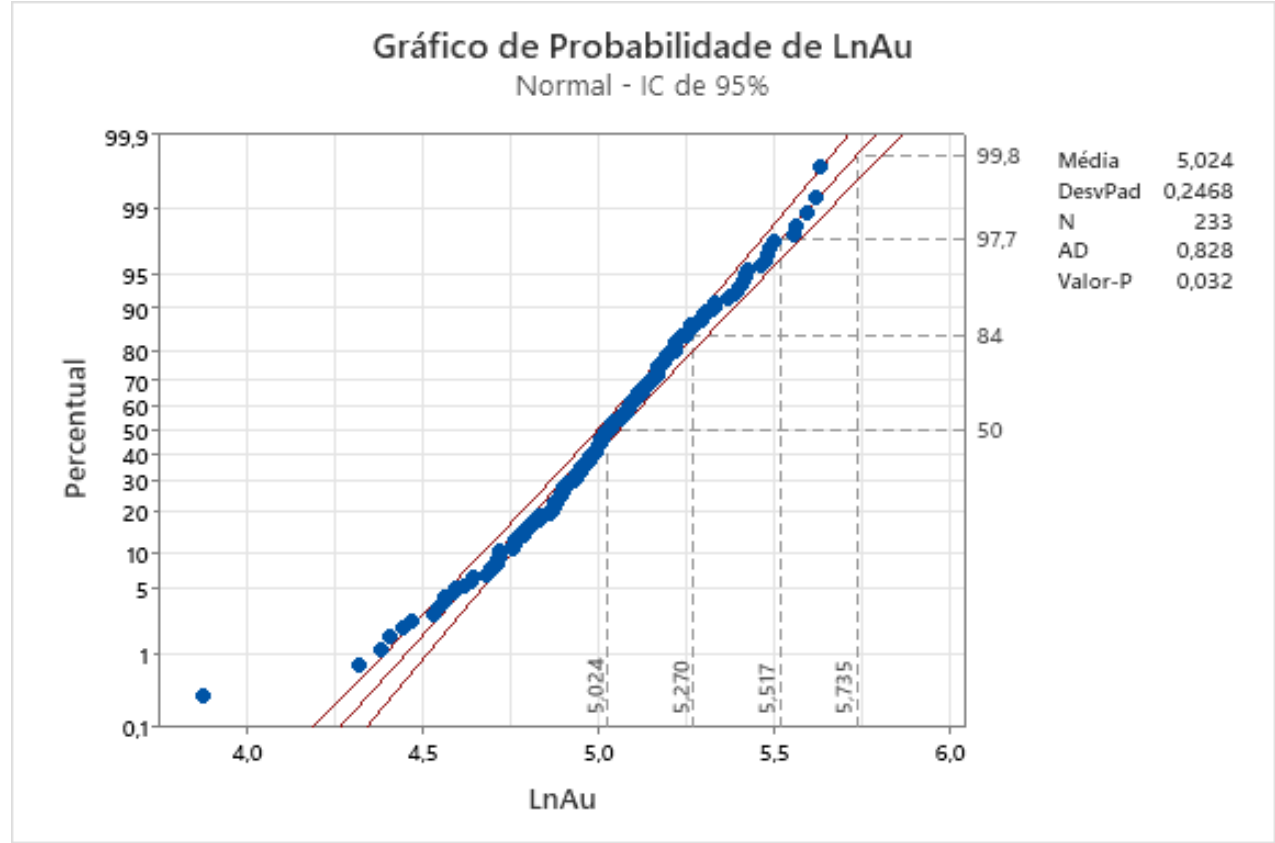


Figura 12: Ilustra o gráfico probabilístico resultante do acumulo das frequências de teores (logaritimizados) de ouro, para a obtenção de teores de fundo-anomalias geoquímicas.

Tabela 2: Ilustra os resultados de cálculos de valores de limiares por meio de gráficos

Variavel	Background	Thershold			
	50%	84,0%	97,7%	99,8%	
lnK ₂ O	-0,753	-0,116	0,525	1,091	
lnCaO	-1,39	0,07	1,55	2,85	
lnTiO ₂	-1,258	-0,836	-0,412	-0,037	
lnMnO	-2,689	-2,179	-1,666	-1,214	
lnV ₂ O ₅	5,105	5,734	6,368	6,927	

lnCr₂O₃	5,303	6,154	7,011	7,766
lnCoO	4,693	5,145	5,599	6
lnNiO	5,135	5,864	6,597	7,244
lnCuO	3,833	4,352	4,874	5,334
lnZnO	4,01	4,415	4,823	5,183
lnAs₂O₃	2,625	3,424	4,228	4,937
lnAu	5,024	5,27	5,517	5,735
lnPbO	2,681	3,031	3,383	3,693

As anomalias geoquímicas foram caracterizadas por meio dos limites estabelecidos utilizando o método de gráfico de probabilidade. Isso se deve ao fato de que a aplicação desse método possibilita a identificação de distintos níveis de anomalias geoquímicas, notadamente as anomalias de primeira ordem (com uma frequência acumulada de 97,7%) e as anomalias de segunda ordem (com uma frequência acumulada de 99,8%).

Após a obtenção dos valores de valores de referência (backgrounds) e limiares por meio do emprego do método de gráficos probabilísticos, procedeu-se à representação espacial das regiões onde foram identificadas anomalias, considerando os teores que foram transformados utilizando o logaritmo, de acordo com os limiares previamente definidos para a área de estudo. Portanto, a geração de mapas geoquímicos foi realizada utilizando o software ArcMap versão 10.8, empregando símbolos graduados que representam diferentes níveis de concentração dos elementos em questão.

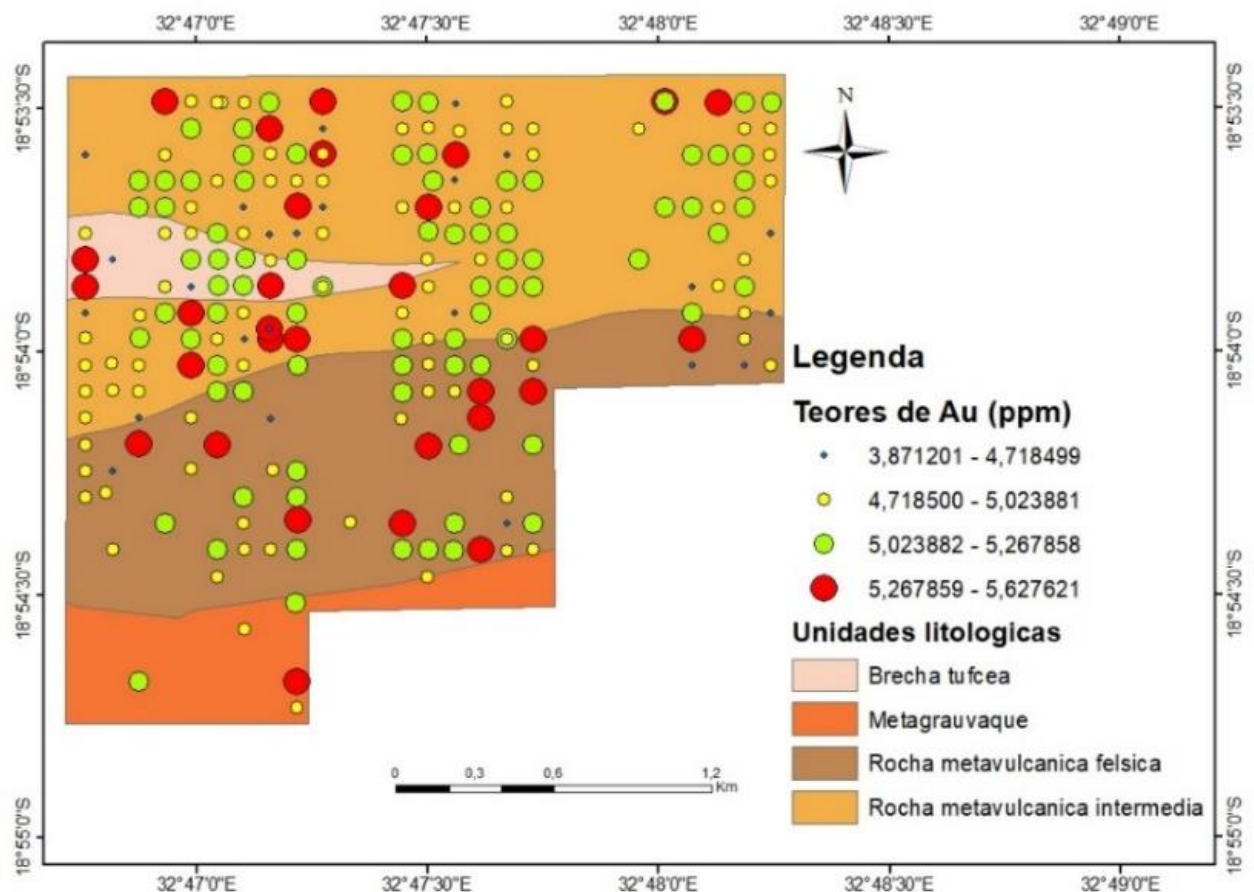


Figura 13: Mapa de distribuição de concentração teores do fundo – anomalia de Ouro, sobreposição com a geologia.

A figura acima ilustra a distribuição das concentrações de ouro (Au), e observa-se que as temos presentes distribuídas em quase toda a área concentrações elevadas.

7.4. Estatística Bivariada

A análise estatística bivariada é um método que investiga as interações e comportamentos entre dois conjuntos de variáveis. Como exposto no capítulo precedente, esta abordagem examina a relação entre pares de variáveis. Quando aplicada no contexto da geoquímica prospectiva, essa técnica possibilita a identificação de associações entre diferentes elementos químicos, através da análise das concentrações desses elementos. Essas associações são quantificadas através da representação gráfica de pontos em um sistema de coordenadas, onde suas posições em relação a uma linha reta indicam o grau de correlação existente entre as concentrações.

Na avaliação das correlações neste estudo, optou-se pela utilização da correlação linear de Pearson, um índice estatístico que mensura a relação linear entre duas variáveis contínuas. Esse coeficiente é

uma métrica confiável para quantificar a força e a direcção da relação entre as variáveis, fornecendo informações sobre a dependência mútua entre os elementos químicos analisados.

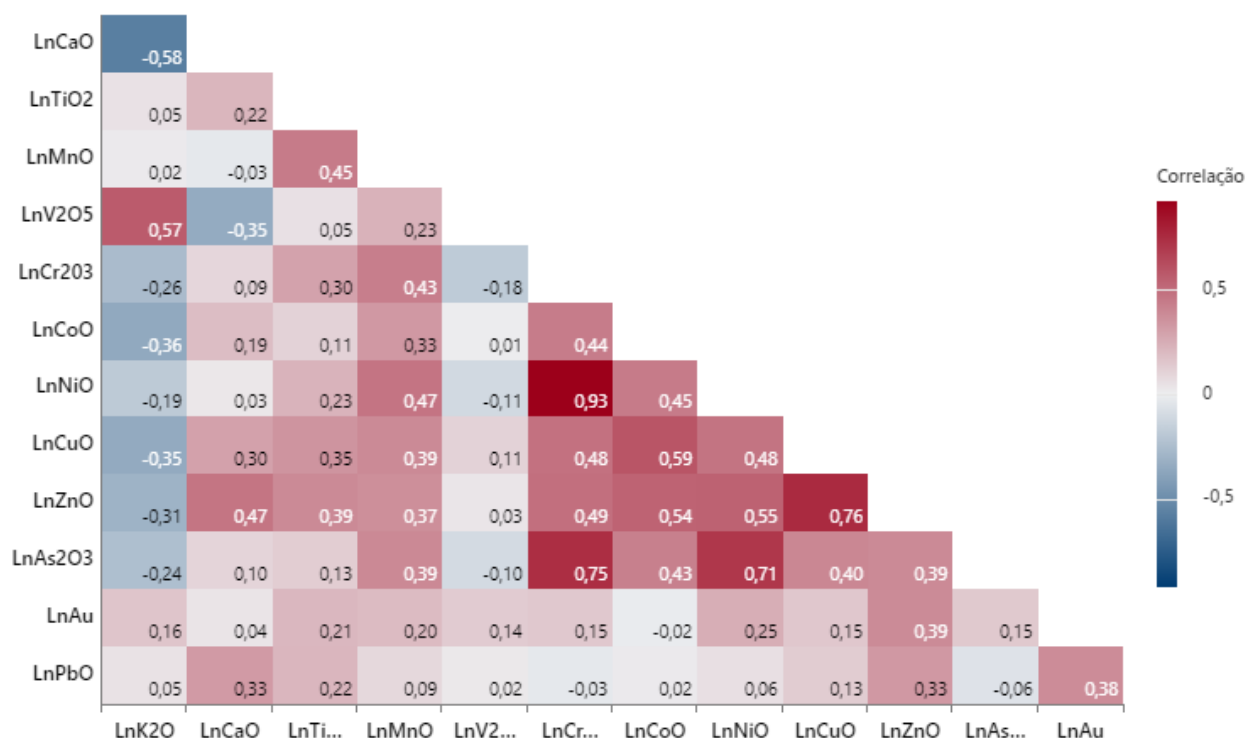


Figura 14: Correlarograma das variáveis.

A análise bivariada permitiu fazer as seguintes interpretações sobre as correlações entre as variáveis:

Correlação positiva e forte: [Cr₂O₃ (NiO)];

Correlação positiva media: [CaO(ZnO); TiO₂(MnO); MnO(NiO, Cr₂O₃); Cr₂O₃ (As₂O₃, ZnO, CuO, CoO); K₂O(V₂O₅); CoO(As₂O₃, ZnO, CuO, NiO); NiO(As₂O₃, ZnO, CuO); CuO(As₂O₃, ZnO)];

Correlação positiva fraca: [K₂O(PbO, Au, MnO, TiO₂); CaO (PbO, Au, As₂O₃, CuO, NiO, CoO, Cr₂O₃, TiO₂); TiO₂ (PbO, Au, As₂O₃, ZnO, CuO, NiO, CoO, Cr₂O₃, V₂O₅); MnO(PbO, Au, As₂O₃, ZnO, CuO, CoO, V₂O₅); V₂O₅ (PbO, Au, ZnO, CuO, CoO), (Cr₂O₃ (Au), CoO(PbO); NiO(PbO, Au); ZnO(PbO, Au, As₂O₃); As₂O₃ (Au); Au(PbO)];

Correlação negativa media [K₂O (CaO)] ;

Correlação negativa fraca: [K₂O (As₂O₃, ZnO, CuO, NiO, CoO, Cr₂O₃); CaO(V₂O₅, MnO); V₂O₅ (As₂O₃, Cr₂O₃, NiO); Cr₂O₃ (PbO); CoO(Au); As₂O₃ (PbO)];

Apos a discussão do corelograma dos dados, foram contruídos diagramas de dispersão com base nas correlações existentes entre a variáveis em estudo.

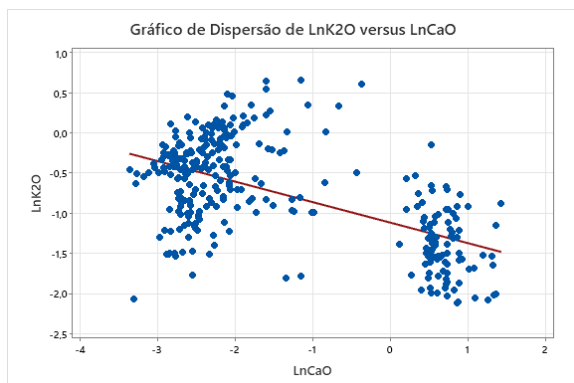


Figura 15: Ilustração de um gráfico de dispersão com correlação negativa media entre as variáveis K_2O e CaO .

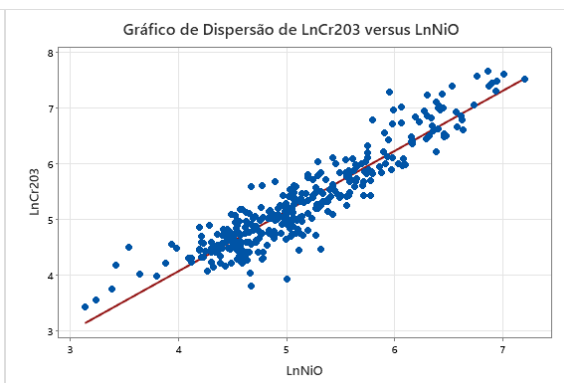


Figura 16: Ilustração de um gráfico de dispersão com uma correlação positiva media entre as variáveis Cr_2O_3 e NiO .

7.5. Análise Estatística Multivariada

A aplicação da análise fatorial neste estudo fundamentou-se na utilização do método de análise de componentes principais, com o auxílio da rotação Varimax, visando maximizar as cargas fatoriais associadas a cada fator latente e reduzir o número de fatores necessários para explicar a variabilidade dos dados.

Nesse procedimento, foram escolhidas treze variáveis geoquímicas (K_2O , CaO , TiO_2 , MnO , V_2O_5 , Cr_2O_3 , CoO , NiO , CuO , ZnO , As_2O_3 , Au , PbO) que foram transformadas utilizando o logaritmo natural ($\ln$). Essa transformação permitiu a extração de quatro fatores latentes, que conseguiram explicar 70,2% da variância total dos dados submetidos à análise, tabela 3.

Factor 1: MnO , Cr_2O_3 , NiO , As_2O_3 ;

Factor 2: TiO_2 , ZnO , Au , PbO ;

Factor 3: K_2O , CaO , V_2O_5 ;

Factor 4: CoO , CuO ;

Tabela 3: Ilustra os resultados de análise de factores principais de dados geoquímicos

Variável	Fator1	Fator2	Fator3	Fator4	Comum
lnK ₂ O	-0,018	-0,044	-0,841	0,326	0,816
lnCaO	-0,085	-0,408	0,753	-0,159	0,765
lnTiO ₂	0,337	-0,695	0,134	0,331	0,724
lnMnO	0,53	-0,432	-0,228	0,01	0,519
lnV ₂ O ₅	-0,191	-0,116	-0,85	-0,108	0,784
lnCr ₂ O ₃	0,898	-0,226	0,191	-0,024	0,894
lnCoO	0,167	-0,048	0,092	-0,822	0,714
lnNiO	0,888	-0,247	0,042	-0,126	0,868
lnCuO	0,214	-0,509	0,181	-0,576	0,67
lnZnO	0,093	-0,664	0,318	-0,459	0,761
lnAs ₂ O ₃	0,79	0,154	0,044	-0,245	0,709
lnAu	0,007	-0,551	-0,272	-0,032	0,379
lnPbO	0,123	-0,658	0,117	-0,241	0,52
Variância	2,7541	2,4264	2,3367	1,6064	9,1235
% Var	21,2	18,7	18	12,4	70,2

7.5.1. Mapas de factores – Estatística Multivariada

Neste subcapítulo, far-se-á a elaboração de mapas representativos dos factores estabelecidos na região de estudo. As regiões escolhidas para a criação destes mapas correspondem às áreas delimitadas com base na identificação automática das zonas com concentrações anômalas para cada um dos factores que compõem a área de investigação. A definição destas áreas de interesse foi realizada utilizando técnicas geoestatísticas, as quais permitiram identificar regiões que apresentam anomalias para cada um dos factores em questão.

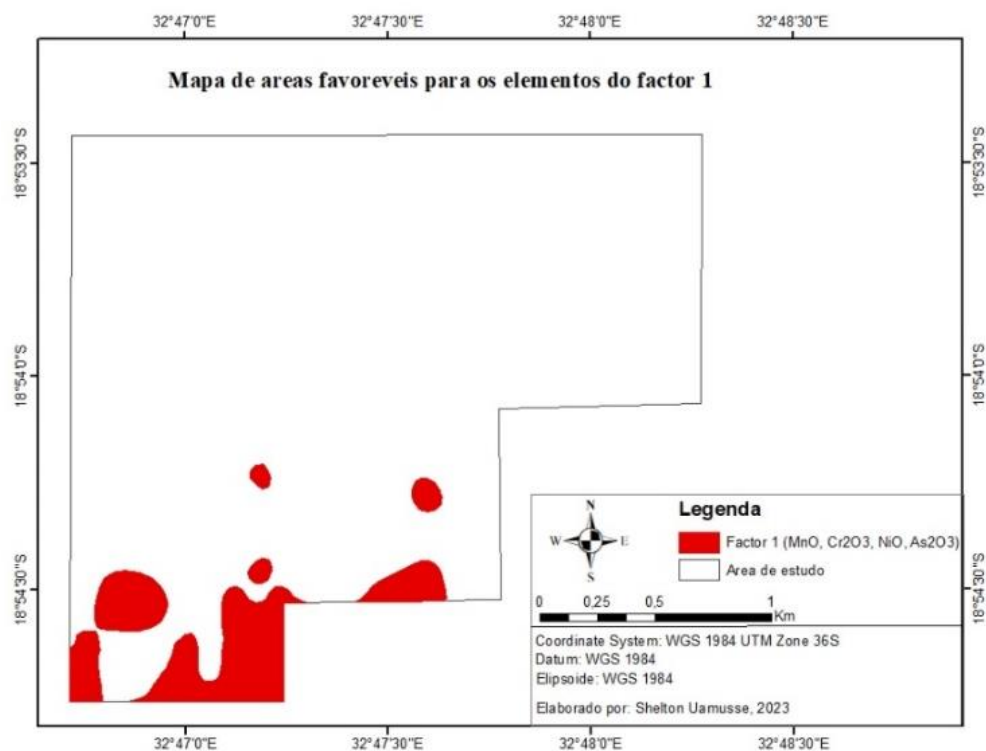


Figura 17: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 1 (MnO- Cr₂O₃- As₂O₃).

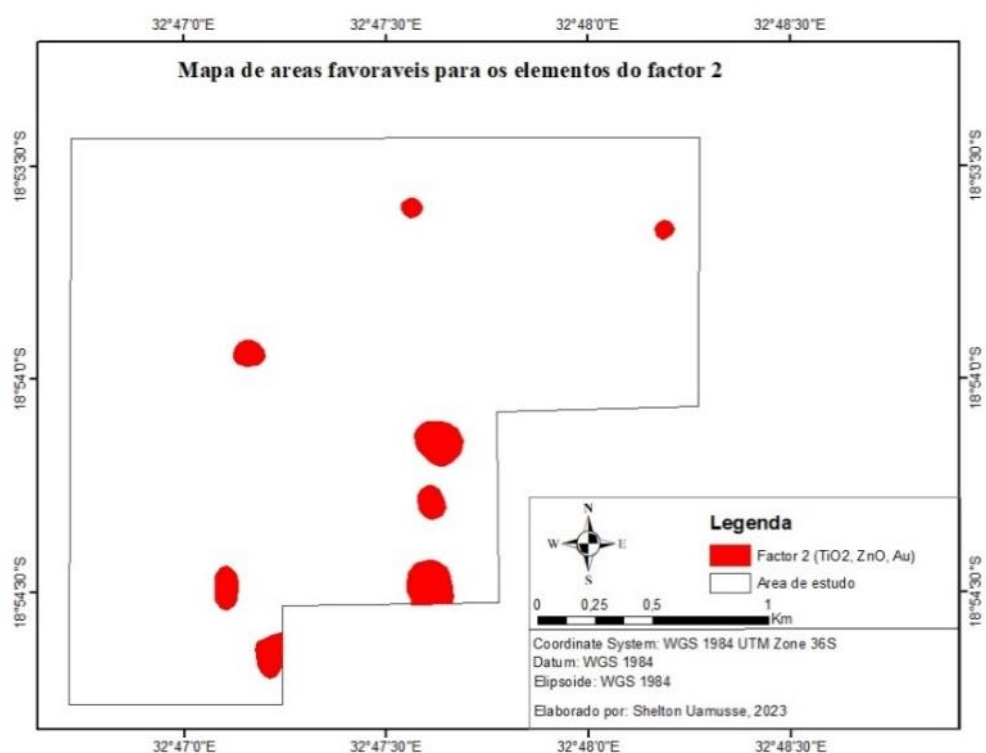


Figura 18: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 2 (TiO₂-ZnO-Au).

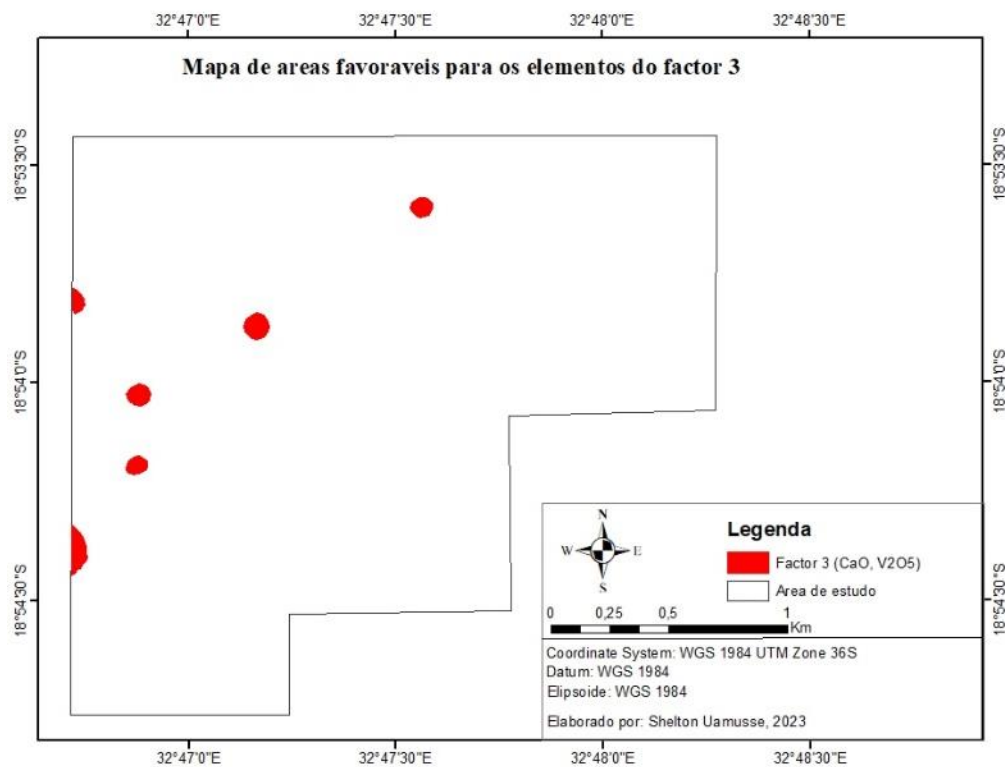


Figura 19: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 3 (CaO- V₂O₅).

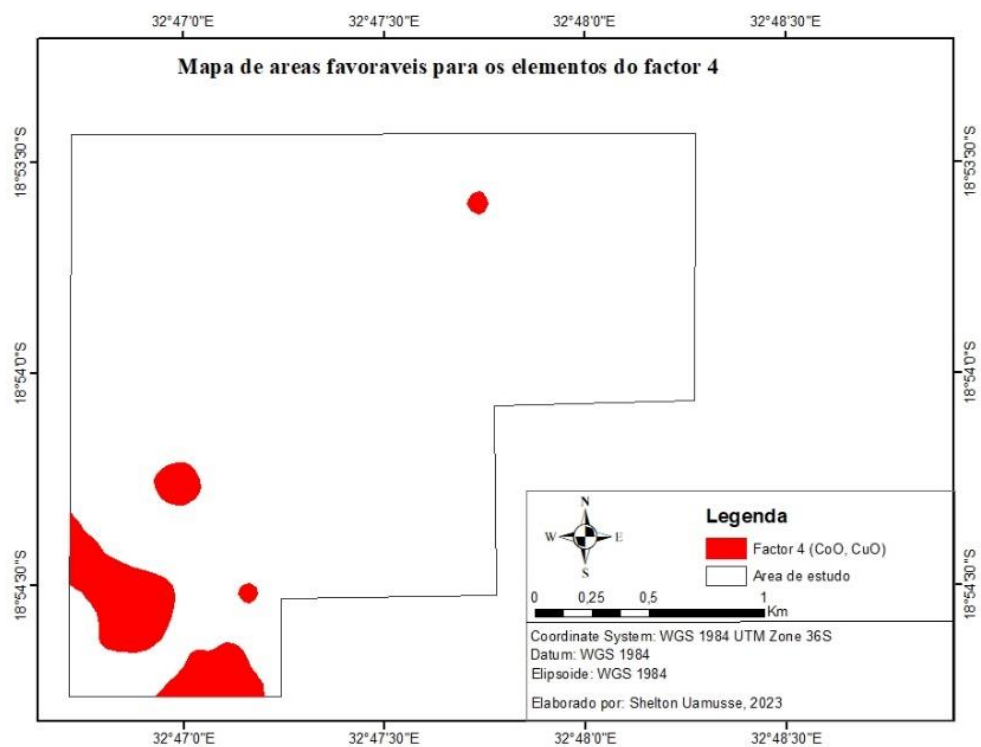


Figura 20: Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 4 (CoO e CuO).

7.5.2. Análise integrada dos Mapas dos factores e as litologias da área.

O Factor 1 que engloba a associação de elementos $\text{MnO-Cr}_2\text{O}_3\text{-NiO-As}_2\text{O}_3$, porem o NiO não apresenta teores acima a anomalia de primeira ordem (97.8) por isso não foi possível representar no mapa de factores, deste modo foi representada a associação $\text{MnO-Cr}_2\text{O}_3\text{-As}_2\text{O}_3$ e esta localizado nas zonas S e SW da área de estudo e, acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Metagrauvaques (A3MVgy) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) como se pode observar na figura 20, (GTK, 2006).

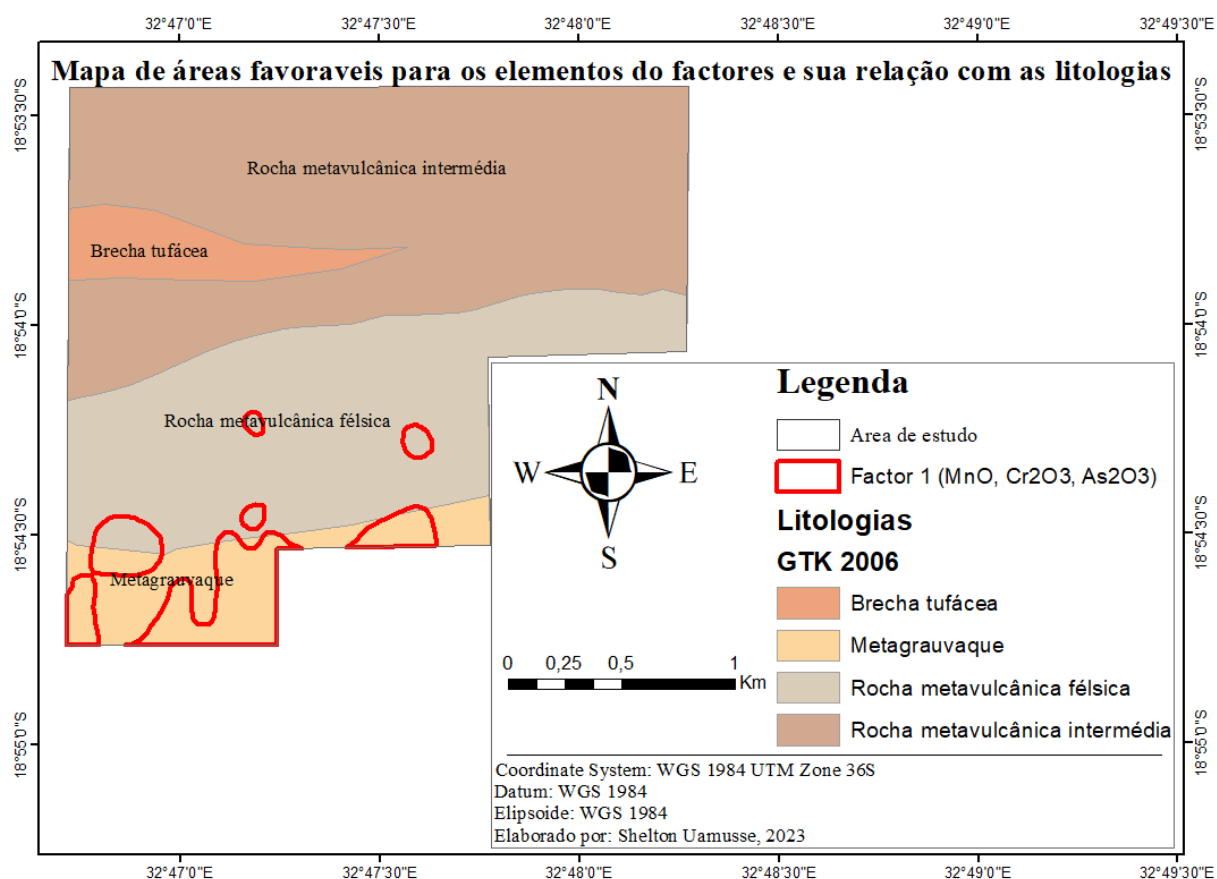


Figura 21 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 1 ($\text{MnO-Cr}_2\text{O}_3\text{-As}_2\text{O}_3$) e sua relação com as litologias da área de estudo (GTK, 2006).

O Factor 2 engloba a associação de elementos $\text{TiO}_2\text{-ZnO-Au-PbO}$, porem o PbO não apresenta teores acima a anomalia de primeira ordem (97.8) por isso não foi possível representar no mapa de factores, deste modo foi representada a associação $\text{TiO}_2\text{-ZnO-Au}$, está localizado nas zonas S e E e NE da área de estudo e acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Metagrauvaques (A3MVgy), rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rocha Metavulcânica Intermédia (A3MMiv), (GTK, 2006).

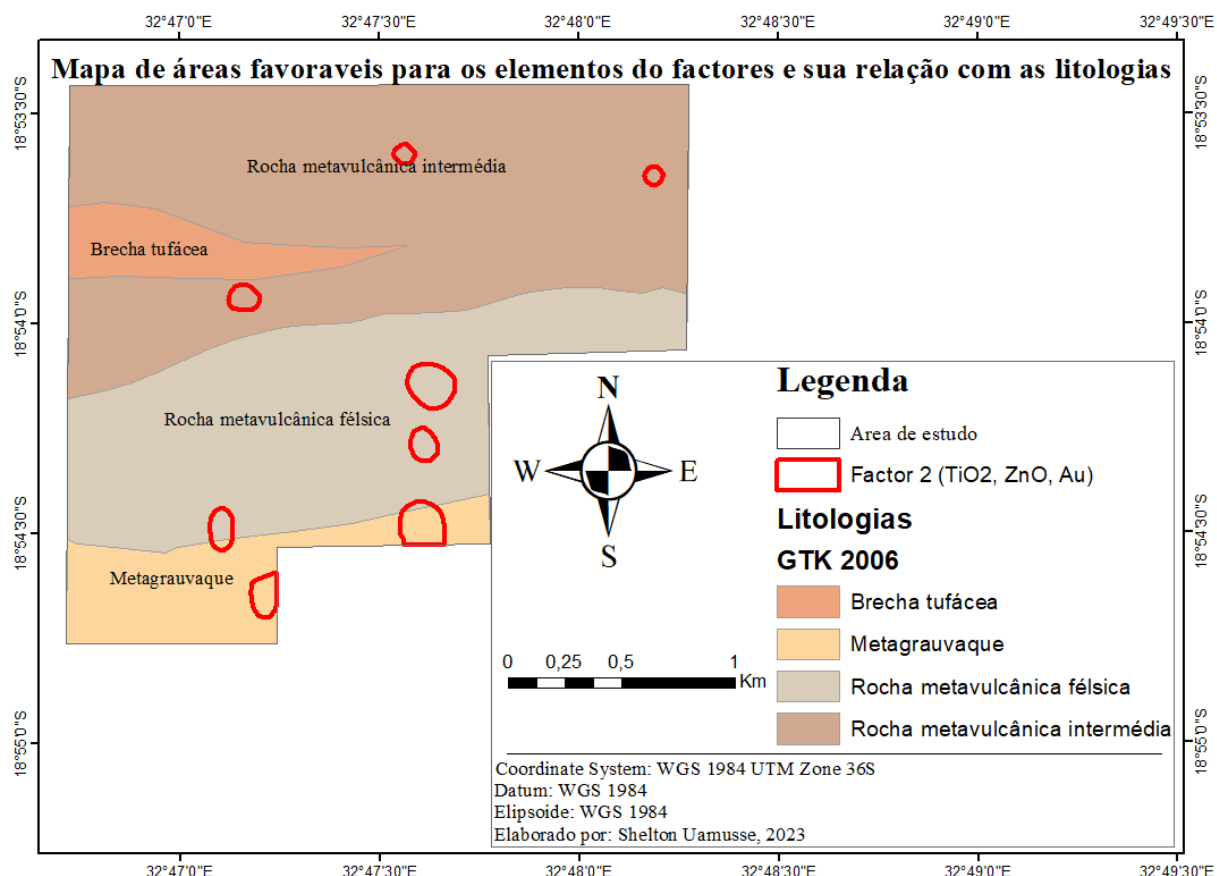


Figura 22 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 2 (TiO₂-ZnO-Au) e sua relação com as litologias da área de estudo, (GTK, 2006).

O Fator 3 engloba a associação de elementos K₂O-CaO-V₂O₅, porem o K₂O não apresenta teores acima a anomalia de primeira ordem (97.8) por isso não foi possível representar no mapa de factores, deste modo foi representada a associação CaO- V₂O₅, está localizado nas zonas W e NW da área de estudo e acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Brecha Tufácea (A3MMfv) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rocha Metavulcânica Intermédia (A3MMiv), (GTK, 2006)

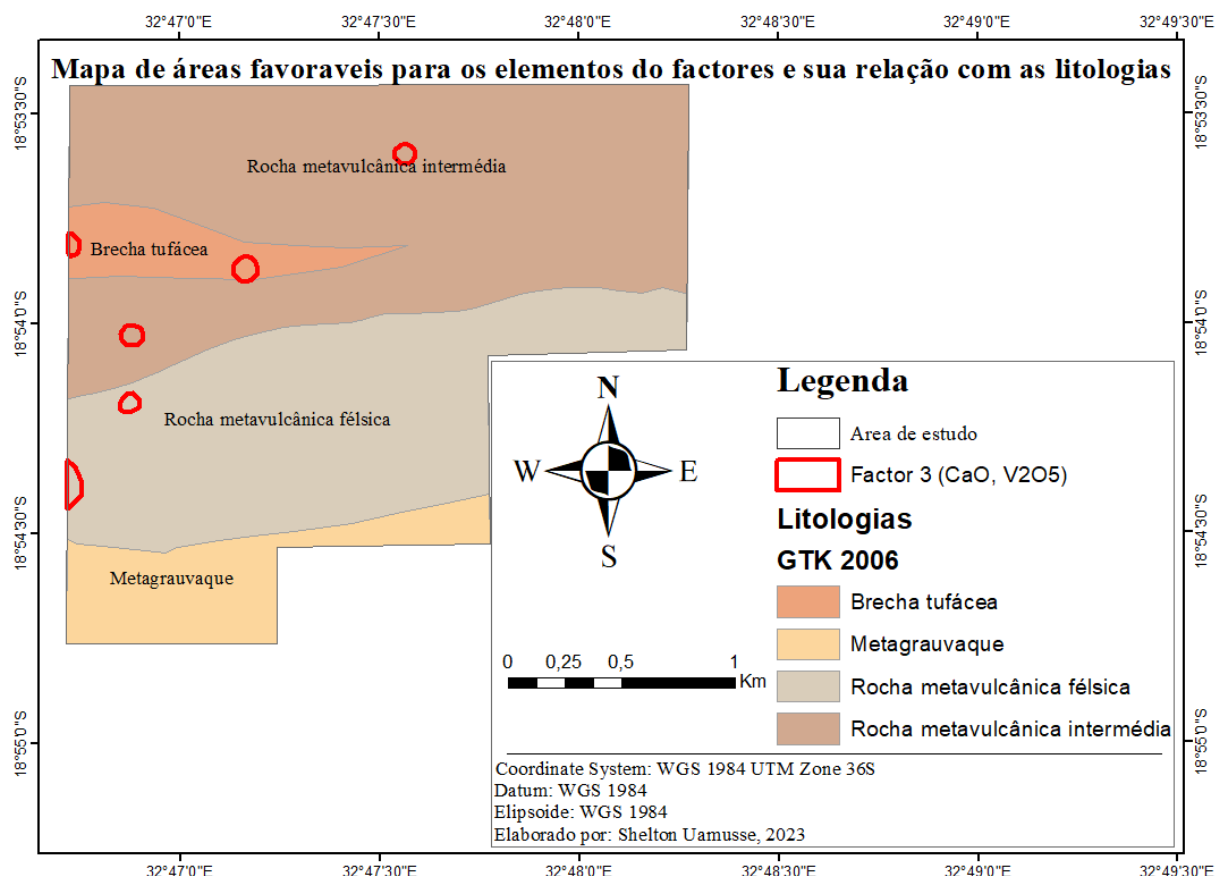


Figura 23 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 3 (CaO-V₂O₅) e sua relação com as litologias da área de estudo, (GTK, 2006).

O Fator 4 engloba a associação de elementos CuO-CoO, está localizado nas zonas SW e um pouco na zona NE da área de estudo e, de acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Metagrauvaques (A3MVgy), Rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rochas Metavulcânicas Intermédias (A3MMiv)

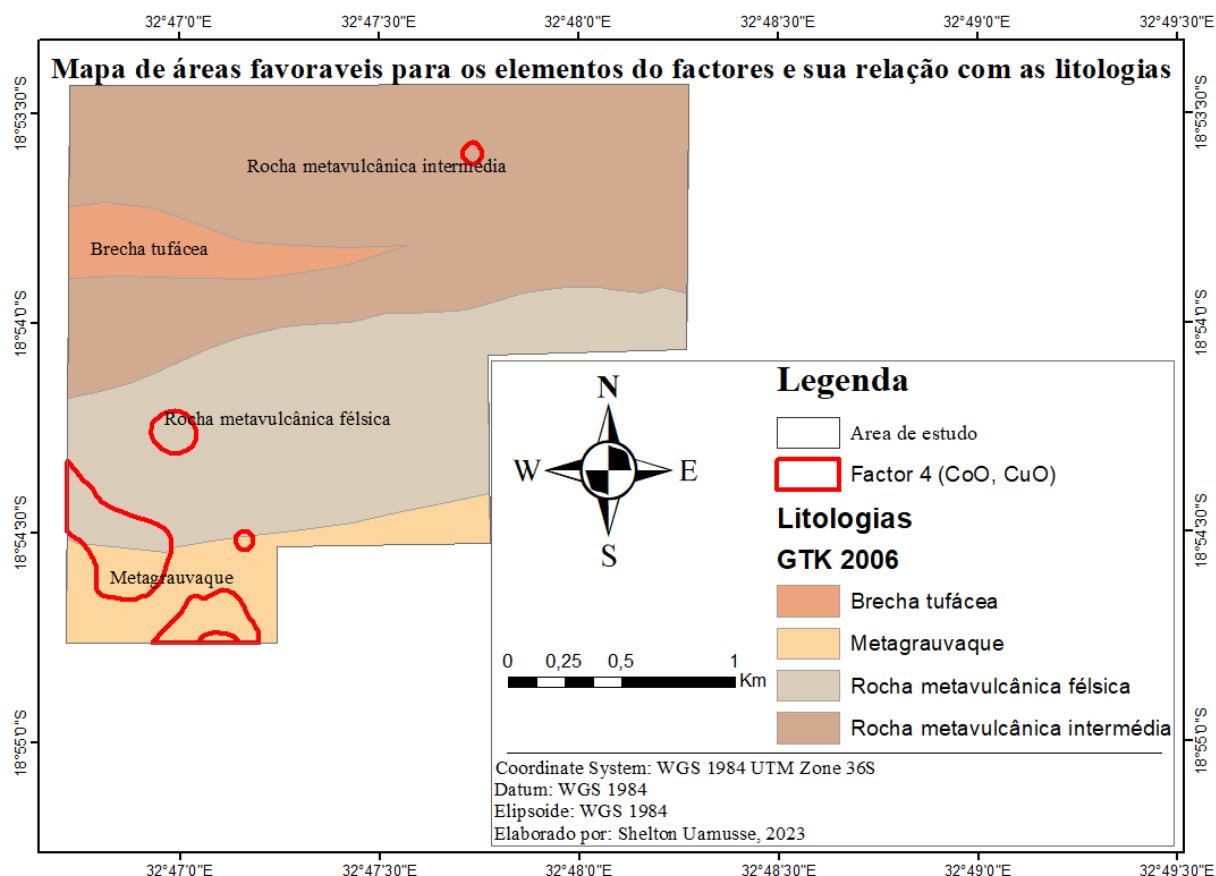


Figura 24 Mostra as áreas favoráveis para o alojamento dos factor 4 (CoO-CuO) e sua relação com as litologias da área de estudo, (GTK, 2006).

7.6. Modelagem de Semi-variogramas Empíricos

No âmbito do processo de estimativa, procedeu-se à modelagem dos semi-variogramas de todos os elementos, sendo os resultados expostos por meio de uma tabela. A tabela 4 apresenta os parâmetros e modelos dos semivariogramas que foram definidos para as variáveis sob análise.

Elemento	Modelo	Efeito Pepita (C0)	Contribuicao (C1)	Patamar (C)	Alcance	Lag Size
lnK₂O	Esferico	0,0454	0,2765	0,3219	280,1286	23,344
lnCaO	Exponencial	1,57739	0,5974	2,17479	1645,2515	203,0568
lnTiO₂	Exponencial	0	0,1766	0,1766	284,9372	24,3114
lnMnO	Exponencial	0,1159	0,1678	0,2837	2907,576	0,01159

lnV₂O₅	Exponencial	0,1483	0,2266	0,3749	280,1286	23,3444
lnCr₂O₃	Exponencial	0	0,8681	0,8681	2721,9204	226,8267
lnCoO	Esferico	0,0726	0,0781	0,1507	269,0388	28,8822
lnNiO	Esferico	0,1247	0,5607	0,6854	2432,6365	238,6365
lnCuO	Esferico	0,0819	0,0561	0,138	431,122	41,6355
lnZnO	Esferico	0,0589	0,0353	0,0942	39,5902	32,7991
lnAs₂O₃	Exponencial	0,16223	0,6365	0,79873	3171,1234	264,26
lnAu	Esferico	0,05	0,0014	0,0514	205,3739	28,3093
lnPbO	Esferico	0,0664	0,03139	0,09779	321,2721	26,7726

Tabela 4: Ilustra os resultados da aplicação da análise geostatística para variáveis em estudo.

7.1. Krigagem ordinária

Conforme explicado no capítulo anterior, a krigagem é um método de estimativa de valores de variáveis espalhadas no espaço, utilizando informações de valores vizinhos, considerados interdependentes com base no semi-variograma. A utilização do semi-variograma permite representar o grau de continuidade ou dependência espacial, o que posteriormente possibilita quantificar as variações dos teores no espaço.

7.1.1. Mapas de distribuição de teores.

Os mapas geoquímicos da distribuição de teores dos elementos serão agrupados de acordo com os seus factores, mostrando a área de maior ocorrência para cada factor.

7.1.1.1. Mapas dos elementos do factor 1

A análise geostatística feita para os elementos do primeiro factor (MnO-Cr₂O₃-NiO-As₂O₃), apresentam-se anisotrópica, com a direcção de maior continuidade espacial SW-SE.

Analisando os gráficos de semi-variograma foi constatado que o efeito pepita nesta associação, não apresenta altos, o que sugere que houve pouca interferência dos factores externos, e/ou a grade amostral é satisfatória.

O Cr_2O_3 apresenta na associação maior valor de patamar o que significa maior variabilidade espacial.

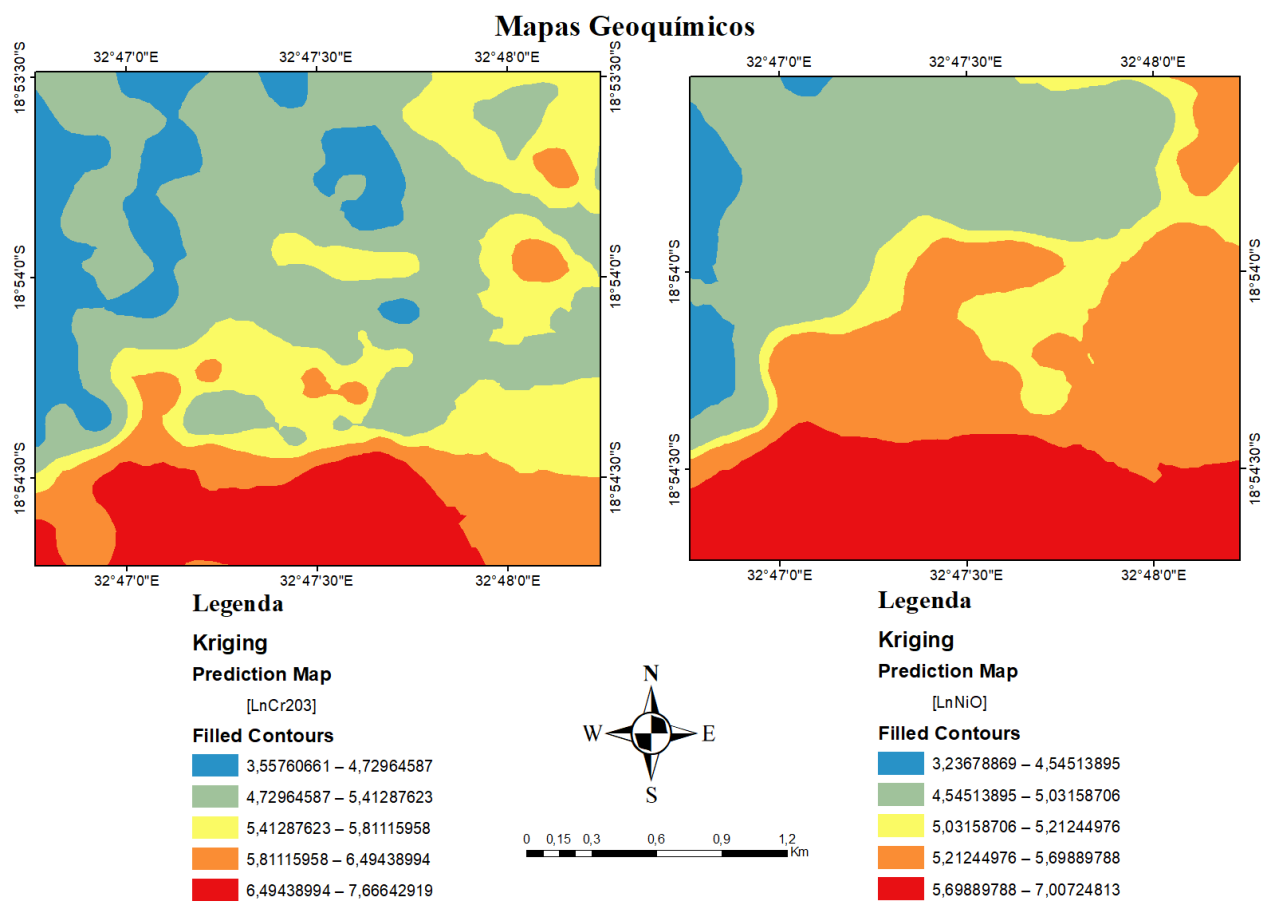


Figura 25: Mapa geoquímico de Cr_2O_3 e NiO .

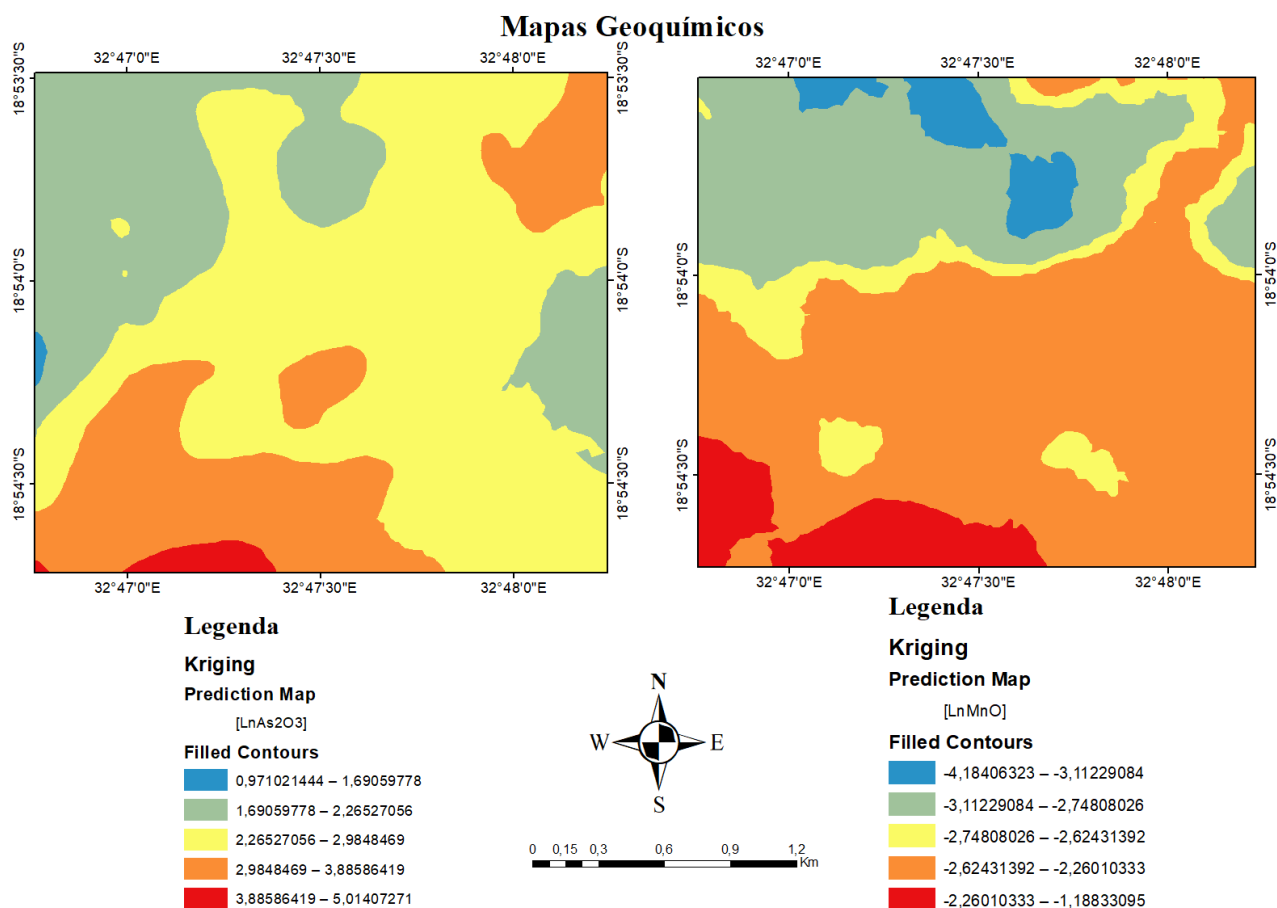


Figura 26: Mapa geoquímico de As₂O₃ e MnO.

7.1.1.2. Mapas dos elementos do factor 2

A segunda associação por sua vez (TiO₂-ZnO-Au-PbO), não apresenta anisotropia pois é possível verificar a continuidade espacial em todas as direções.

Analisando os gráficos semi-variográficos constatou-se que o efeito pepita apresenta-se com valores baixos e satisfatórios, o que sugere que houve pouca interferência externa durante a amostragem.

O TiO₂ apresenta maior variabilidade espacial, pois apresenta maior valor de patamar em relação aos outros (ZnO-Au-PbO).

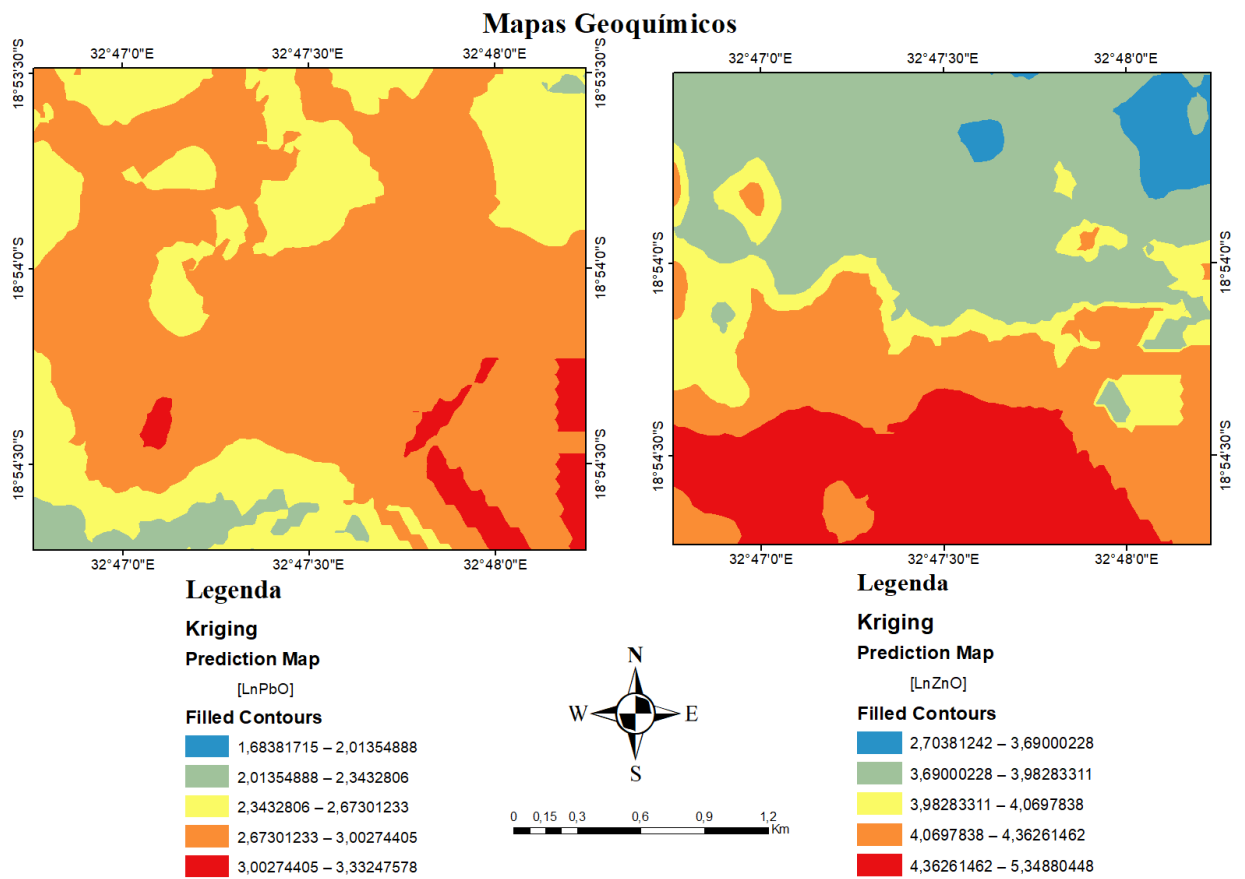


Figura 27: Mapa geoquímico de PbO e ZnO.

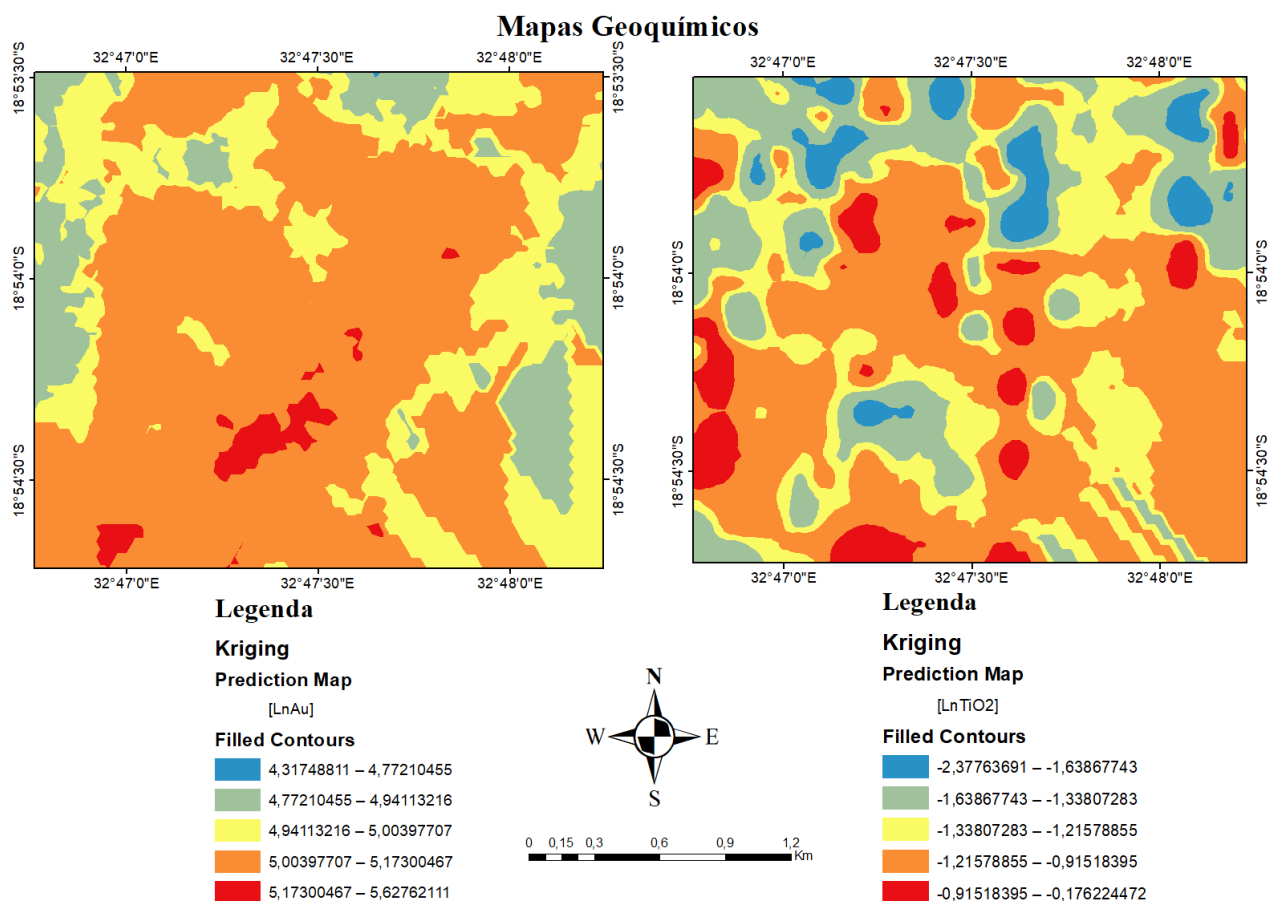


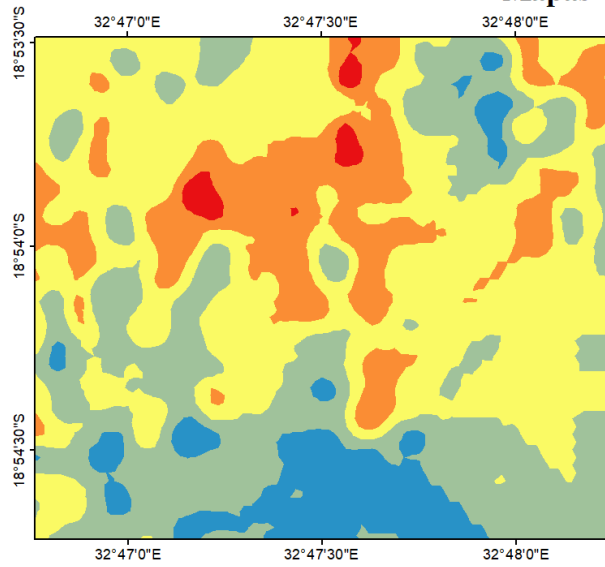
Figura 28: Mapa geoquímico de Au e TiO₂.

7.1.1.3. Mapas dos elementos do factor 3

Nesta associação (K₂O, CaO e V₂O₅), apenas apresentam-se isotrópicos, com valores de efeito pepita satisfatórios para o K₂O e o V₂O₅, porém o CaO apresenta valores altos de efeito pepita o que sugere que houve uma interferência externa no processo de amostragem.

O V₂O₅ apresenta maior variabilidade espacial, pois apresenta valor de patamar maior em relação aos demais elementos da associação.

Mapas Geoquímicos



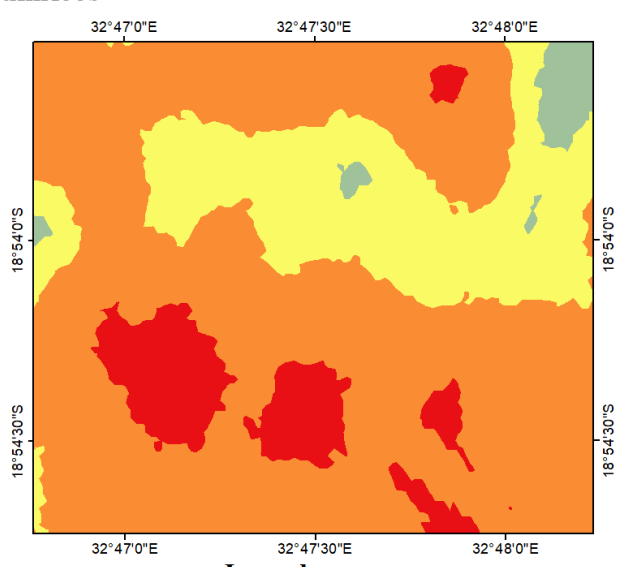
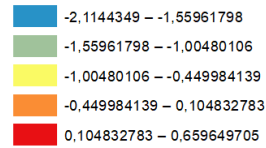
Legenda

Kriging

Prediction Map

[LnK₂O]

Filled Contours



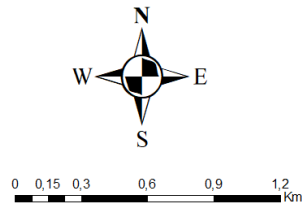
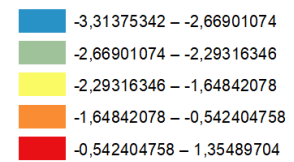
Legenda

Kriging

Prediction Map

[LnCaO]

Filled Contours



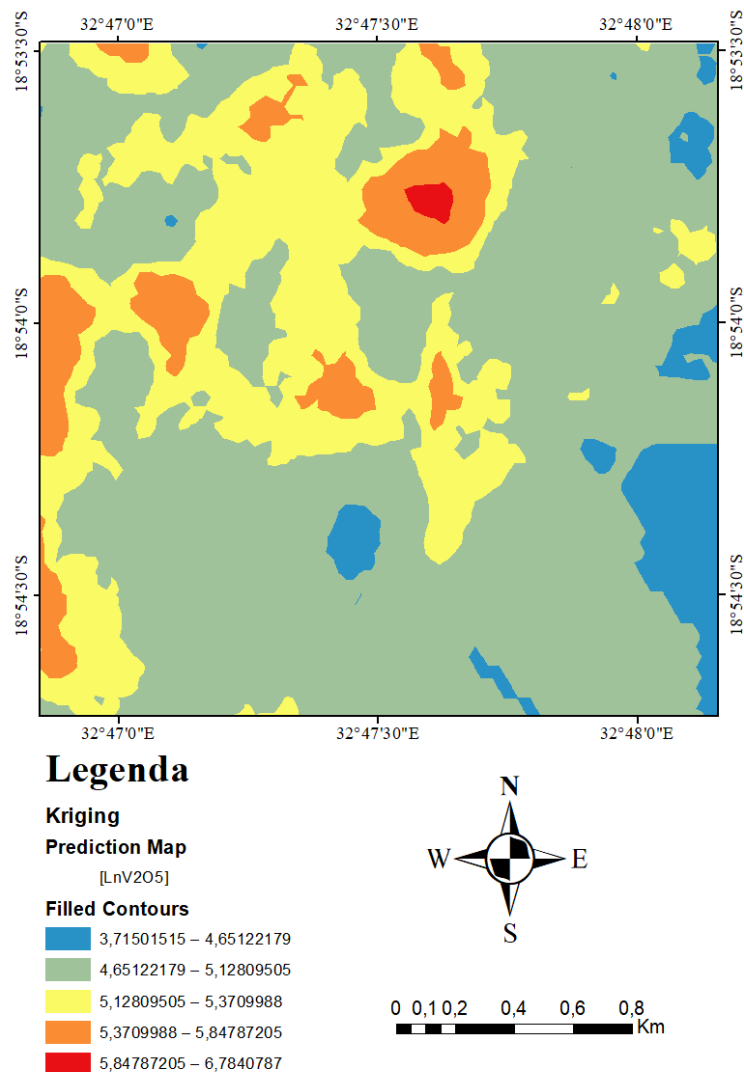


Figura 29: Mapas geoquímicos de K_2O , CaO e V_2O_5 .

7.1.1.4. Mapas dos elementos do factor 4

Este factor por sua vez apresenta anisotropia, com direcção de maior continuidade espacial SW-SE, apresentando-se com valores altos de efeito pepita satisfatórios e o CoO apresenta maior valor de patamar, tendo assim maior variabilidade espacial.

O alcance para todas as associações apresenta valores satisfatórios, pois esta dentro dos valores esperados nesta análise.

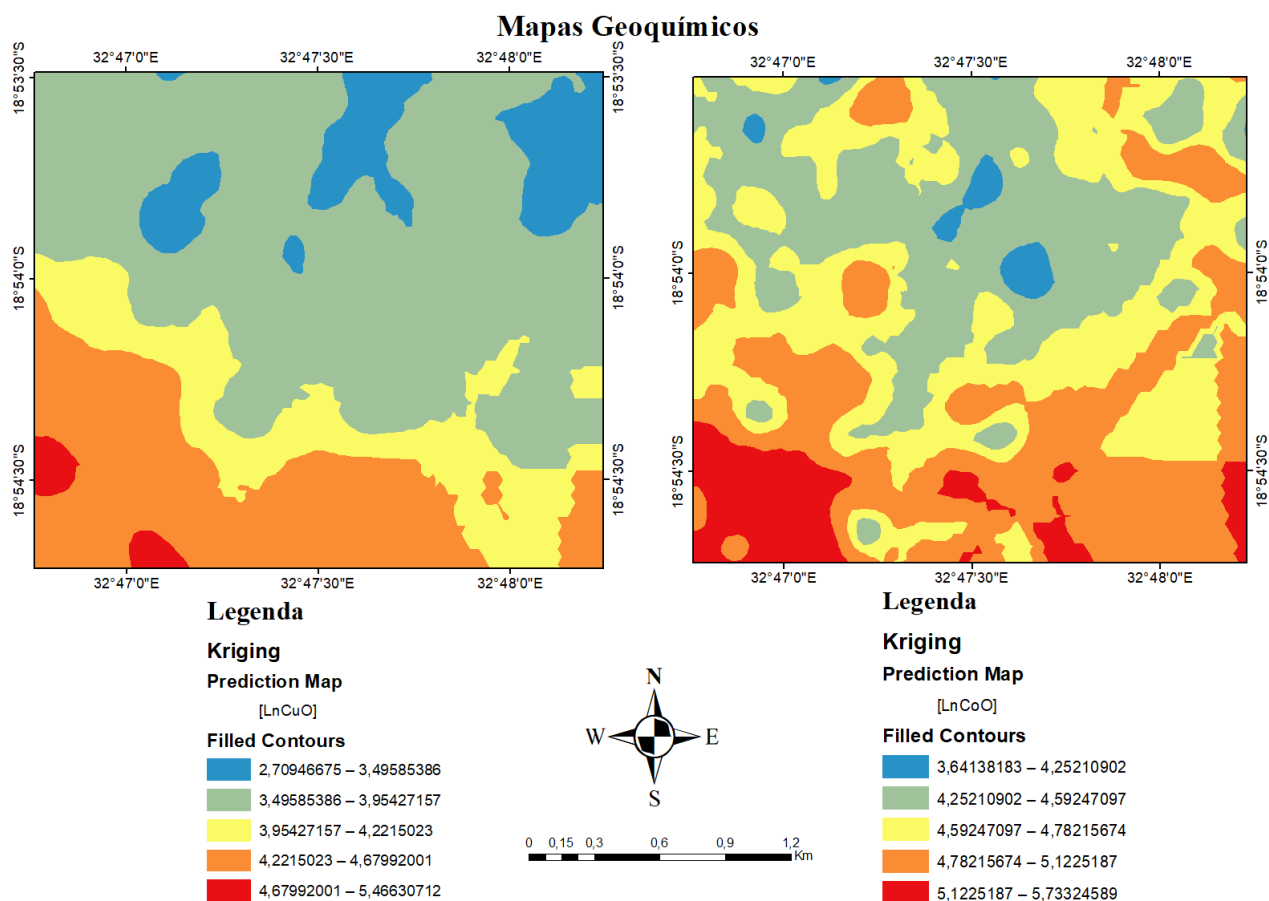


Figura 30: Mapas geoquímicos de CoO e CuO.

7.2. Validação Cruzada

A validação cruzada é um procedimento de reamostragem amplamente utilizado no contexto de modelagem geoespacial, que visa avaliar a eficácia de modelos de interpolação espacial. Esse método inicia-se pela utilização de todos os pontos de entrada disponíveis para estimar os parâmetros de um modelo de interpolação, como, por exemplo, o semivariograma de krigagem ou o valor de potência da ponderação de distância inversa. Em seguida, um dos pontos de entrada é temporariamente removido, e os pontos remanescentes são utilizados para prever o valor no local do ponto oculto. O valor previsto é então comparado ao valor efetivamente medido nesse ponto. Após essa etapa, o ponto oculto é reintegrado ao conjunto de dados, e um novo ponto é oculto e previsto, repetindo-se esse processo para todos os pontos de entrada.

A validação cruzada é uma abordagem eficaz para a avaliação de modelos de interpolação, uma vez que simula a previsão de valores em locais não amostrados.

A premissa subjacente a essa técnica é que se o modelo for capaz de prever com precisão os valores dos pontos ocultos, ele também será capaz de prever com precisão os valores em novos locais não amostrados, ou seja, extrapolados. No entanto, se os erros de validação cruzada forem substancialmente elevados, isso indica que o modelo pode não ser adequado para fazer previsões precisas em locais não amostrados, e os erros de predição em tais situações podem ser significativos. Portanto, a validação cruzada desempenha um papel fundamental na seleção e aprimoramento de modelos de interpolação espacial, garantindo sua robustez e confiabilidade na estimativa de valores em locais não amostrados.

Serão usadas as seguintes métricas para avaliar os modelos de interpolação: Erro médio, Raiz Média Quadrada Erro, Erro Padrão Médio e Erro Padrão Quadrático Médio Padronizado.

7.3. Critérios da Validação

Tabela 5: Ilustra as métricas da validação cruzada usadas para avaliar o método de interpolação.

Elemento	<i>Mean</i>	<i>Root-Mean-Square</i>	<i>Root-Mean-Square-S</i>	<i>Average Standard Error</i>
lnK ₂ O	0,00441	0,51597	1,00013	0,51542
lnCaO	-0,01397	0,95968	0,89309	0,23564
lnTiO ₂	0,00005	0,36224	0,99795	0,36351
lnMnO	0,00336	0,41431	1,05658	0,39205
lnV ₂ O ₅	0,01004	0,60444	0,98409	0,61552
lnCr ₂ O ₃	-0,00032	0,48966	1,13132	0,42861
lnCoO	0,00132	0,38299	1,03353	0,36897
lnNiO	0,00006	0,43695	1,09471	0,39613
lnCuO	-0,00124	0,36006	1,01624	0,35377
lnZnO	0,00004	0,30768	1,03201	0,2966
lnAs ₂ O ₃	0,00188	0,5686	1,07868	0,52675
lnAu	0,00253	0,23998	1,00698	0,23786
lnPbO	0,0045	0,30904	0,99167	0,31177

Os critérios que foram usados nessa validação cruzada apresentaram todos resultados satisfatórios para todos elementos, indicando deste modo a eficácia dos modelos usados para o trabalho.

7.3.1. Mapa lineamentos e de densidade de lineamentos

O Mapa de lineamentos e de densidade de Lineamentos oferece uma visão única das características estruturais do terreno, destacando zonas de potencial atividade tectônica e influências passadas ou presentes dos processos geológicos. Essa ferramenta é particularmente valiosa em projetos de exploração mineral, onde a presença de lineamentos pode indicar zonas propícias à circulação de fluidos mineralizadores.

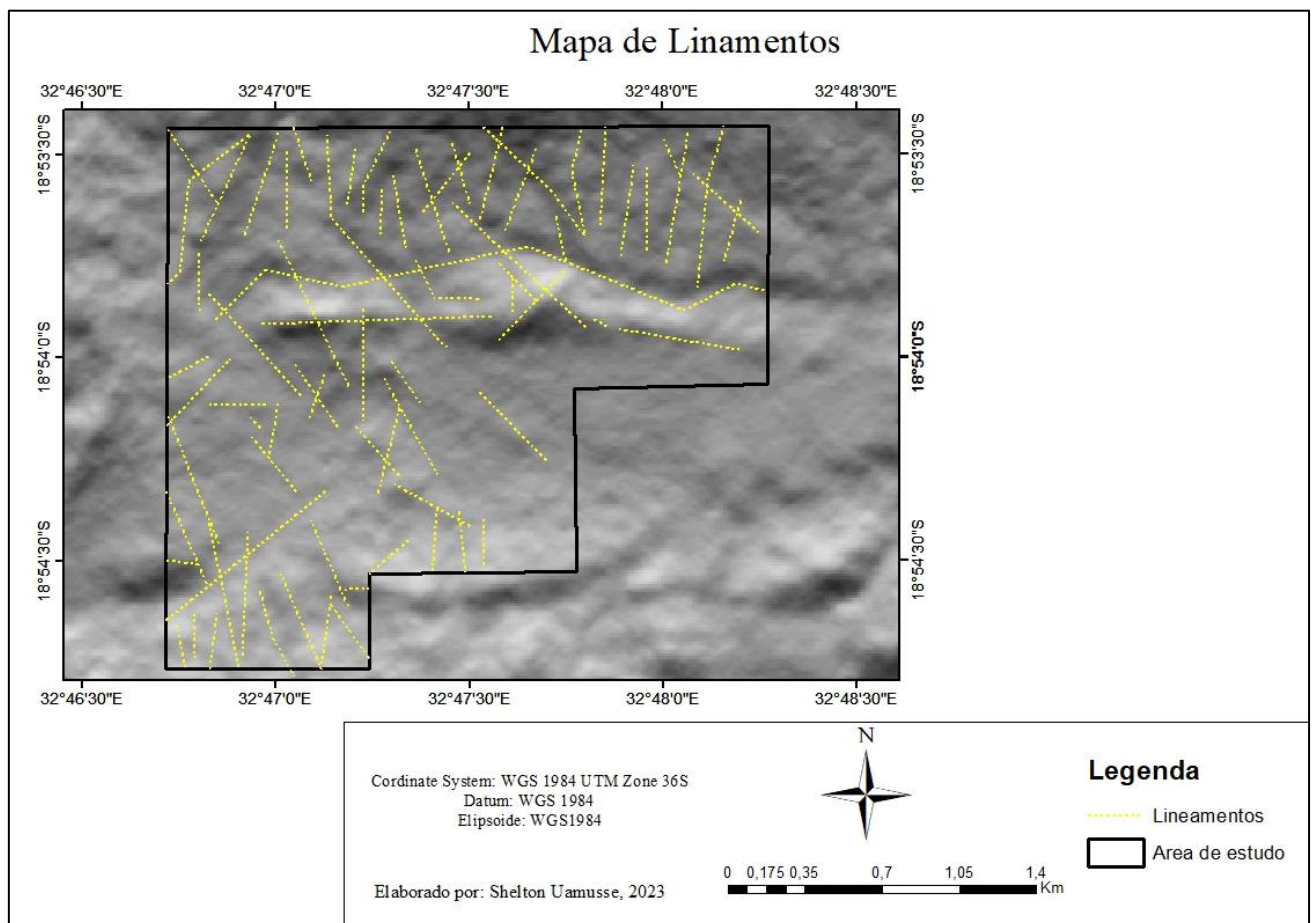


Figura 31: Mapa de lineamentos.

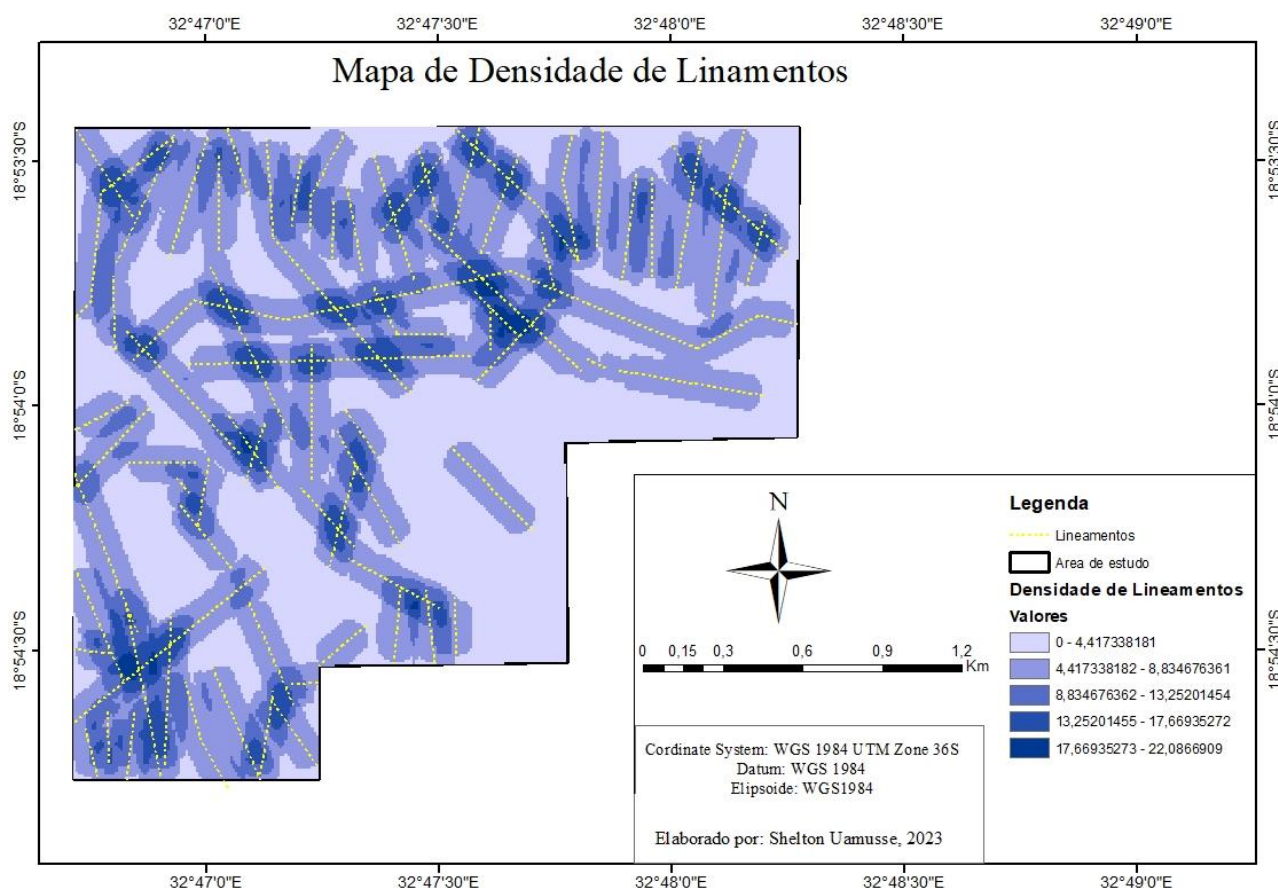


Figura 32: Mapa de densidade de lineamentos.

7.3.2. Análise integrada do mapa de lineamentos e factores

As zonas de fratura desempenham um papel significativo como condutas e armadilhas de fluidos potencialmente transportadores de mineralizações. Esse fenômeno suscita um interesse substancial na investigação de uma possível correlação espacial entre as estruturas geológicas e as anomalias geoquímicas. Como resultado, os lineamentos interpretados por meio de análise fotográfica foram integrados às estruturas representadas no mapa geológico para calcular um mapa de densidade de lineamentos. Isso foi realizado com o propósito de identificar áreas que exibem maior concentração de lineamentos e, subsequentemente, estabelecer uma relação com as anomalias geoquímicas, representadas no mapa de fatores, dentro da região de estudo.

Os lineamentos estruturais evidenciam um padrão de densidade mais acentuado nas porções SW, NW e NE da área de estudo. Notavelmente, essa densidade estrutural apresenta uma correlação espacial forte com o Factor 1 e, adicionalmente, com o Factor 4 na região SW. Em contrapartida, as áreas caracterizadas pelos Factores 2 e 3 se manifestam em zonas de baixa e algumas partes em zonas de alta densidade de lineamentos (Anexo 5).

Ao estabelecer uma conexão entre as estruturas geológicas e as anomalias geoquímicas na região de estudo, é perceptível que as anomalias relacionadas ao Factor 1 e ao Factor 4 estão predominantemente associadas a controles estruturais significativos. Por outro lado, observa-se que as anomalias vinculadas ao Factor 2 e ao Factor 3 exibem uma associação ligeiramente menos marcante com os controles estruturais (Anexos 5).

7.4. Integração dos dados para elaboração do mapa final de favorabilidade.

A integração de dados consiste na etapa final do trabalho envolvendo a sobreposição dos mapas de litologias, mapas de densidade de lineamentos, mapas geoquímicos de variável elementar resultante da interpolação pelo método de krigagem ordinária, todos mapas reclassificados em três classes em formato raster.

Devido à diferença dos valores da pontuação em diversos atributos, antes que as múltiplas variáveis possam ser combinadas para análise, cada um deve ser reclassificado ou transformado numa escala de proporção comum (FAIELA, 2019). No entanto, foi feita a reclassificação de todos atributos a partir da ferramenta reclassificar, sendo que as pontuações mais baixas correspondem a menor favorabilidade de ocorrência de Ouro e são reclassificados com o número 1, as pontuações moderadas, correspondem a favorabilidade moderada e são reclassificados com o número 2 e para as pontuações que correspondem a maior favorabilidade de ocorrência de Ouro e são reclassificados pelo número 3.

Após a reclassificação de todos os mapas prospectivos, foi aplicada a ferramenta sobreposição ponderada com a integração de todas as variáveis por forma a produzir-se um mapa final com a representação dos três principais níveis de favorabilidade (menor, moderada e maior).

Na atribuição dos pesos da variável geoquímica apenas foram usados 7 elementos, pois antes foi feita a estatística multivariada onde obtiveram quatro (4) associações geoquímicas no quais apenas foram seleccionadas duas associações que apresentaram maior variância explicada. Associação 1 (MnO-Cr₂O₃-NiO-As₂O₃) 38.4% com variância explicada, associação 2 (TiO₂-ZnO-Au-PbO). Essas associações de elementos foram integradas com os dados de densidade de lineamentos e mapa de litologias, tendo resultado em dois mapas preditivos do potencial em ouro.

Na sobreposição ponderada, as influências que foram atribuídos aos dados de entrada, o seu somatório foi de 100%. Os factores mais favoráveis resultaram em valores mais altos na saída raster, identificando, portanto, esses locais como os melhores.

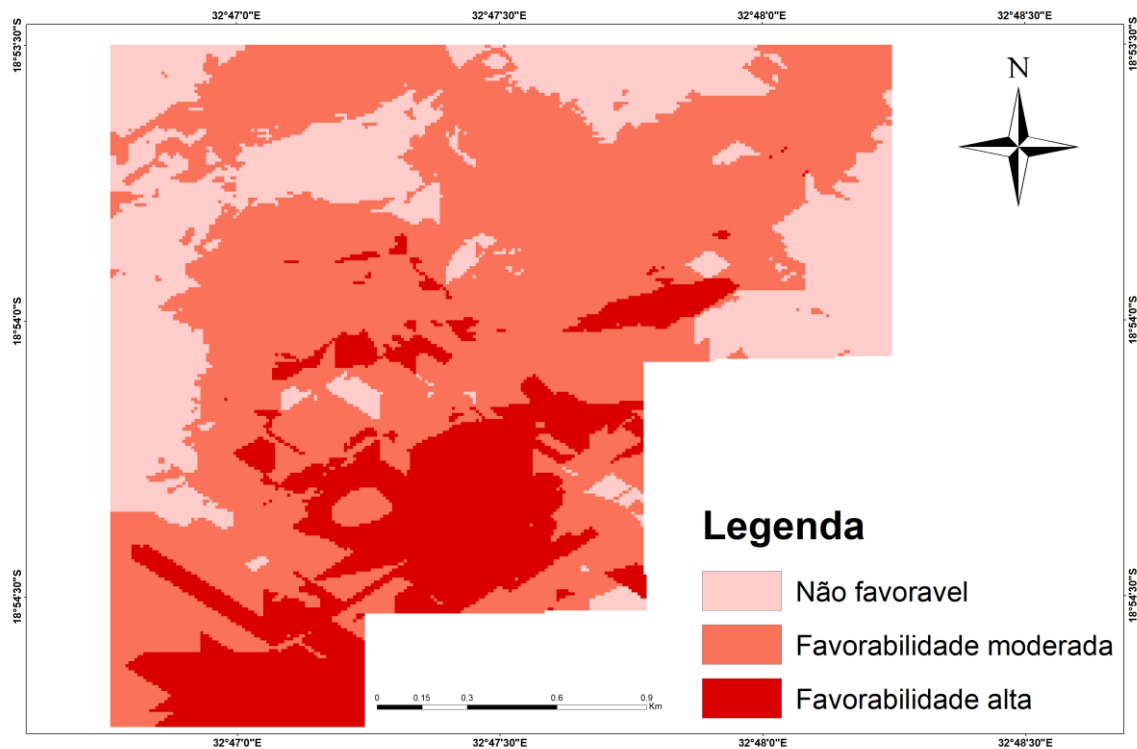


Figura 32: Mapa preditivo - 1 do potencial de Ouro (Lineamentos, Litologias, Geoquímica da associação 1).

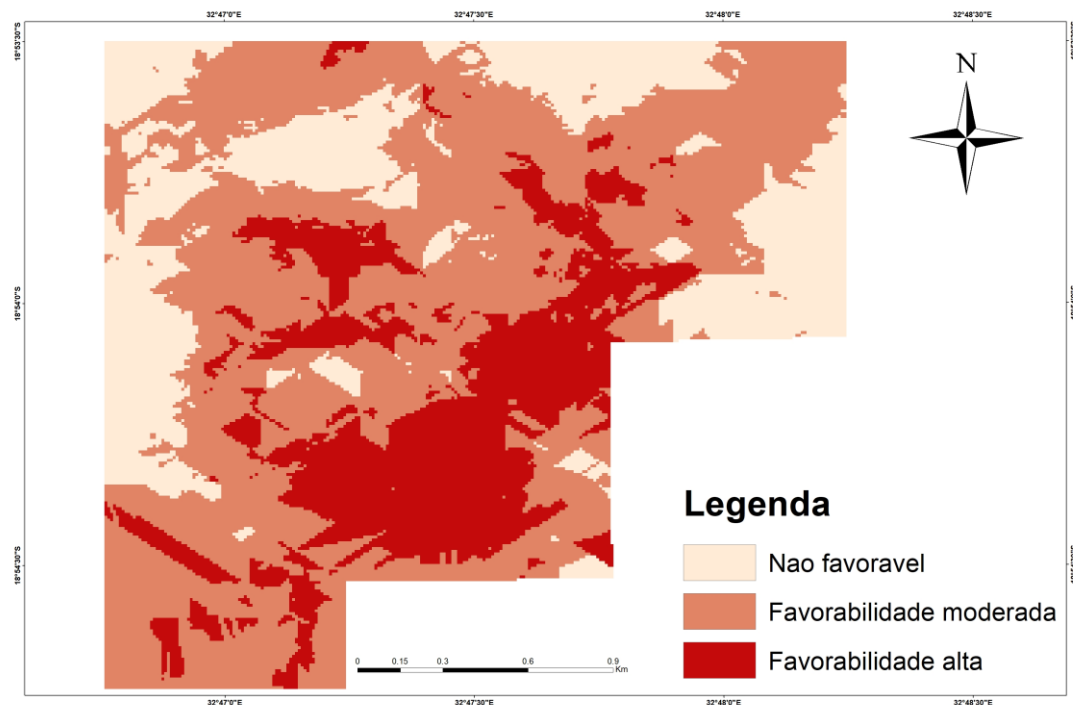


Figura 33: Mapa Preditivo - 2 do potencial de Ouro (Lineamentos, Litologia e Geoquímica da associação 2).

Os resultados dos mapas preditivos foram avaliados com base na sua capacidade de prever os pontos de treinamento e prever com eficiência os depósitos de validação. Com base nos resultados dos mapas preditivos 1 e 2 (Figura 38 e 39) a área de estudo foi classificada em três categorias, representando de baixo a alto potencial para ocorrências de ouro: não favorável, favorabilidade moderada e favorabilidade alta.

Os mapas preditivos 1 e 2 apresentam zonas de favorabilidades abrangendo maioritariamente as regiões Sul e Sudoeste da área de estudo, especialmente nas litologias como os metagrauwaques e nas rochas metavulcânicas félsicas.

8. Conclusões e Recomendações

8.1. Conclusão

Com base na aplicação de métodos estatísticos e geoestatísticos, chegamos à seguinte conclusão:

- A aplicação da técnica de análise multivariada com o objetivo de identificar associações geoquímicas na região de estudo resultou na identificação de quatro factores. O primeiro factor é composto por (MnO-Cr₂O₃-NiO-As₂O₃); o segundo fator inclui (TiO₂-ZnO-Au); o terceiro factor é representado por (CaO-V₂O₅); e o quarto factor é associado a (CuO-CoO);
- O Factor 1 que engloba a associação de elementos MnO-Cr₂O₃-NiO-As₂O₃, está localizado nas zonas S e SW da área de estudo e, acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Metagrauvaques (A3MVgy) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv);
- O Factor 2 engloba a associação de elementos TiO₂-ZnO-Au-PbO, porem o PbO não apresenta teores acima a anomalia de primeira ordem (97.8) por isso não foi possível representar no mapa de factores, deste modo foi representada a associação TiO₂-ZnO-Au, está localizado nas zonas S e E e NE da área de estudo e acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Metagrauvaques (A3MVgy) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rocha Metavulcânica Intermedia (A3MMiv);
- O Factor 3 engloba a associação de elementos K₂O-CaO-V₂O₅, porem o K₂O não apresenta teores acima a anomalia de primeira ordem (97.8) por isso não foi possível representar no mapa de factores, deste modo foi representada a associação CaO-V₂O₅, está localizado nas zonas E e NE da área de estudo e acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Brecha Tufacea (A3MMfv) e rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rocha Metavulcânica Intermédia (A3MMiv);
- Factor 4 engloba a associação de elementos CuO-CoO, está localizado nas zonas SW e um pouco na zona NE da área de estudo e, de acordo com a geologia da região em estudo, pode estar relacionada com rochas do tipo, Metagrauvaques (A3MVgy) e Rochas Metavulcânicas Félsicas (A3MMfv) e Rochas Metavulcânicas Intermédias (A3MMiv);
- A técnica usada para a interpolação dos valores das variáveis analisadas provou ser eficiente, uma vez que possibilitou a identificação e a delimitação mais precisa da distribuição espacial das áreas anômalas;
- Na interpolação dos dados geoquímicos, foram geradas superfícies interpoladas que mostraram a distribuição espacial dos elementos. Foi possível identificar a localização e a

extensão dos teores da variável em seu torno, bem como, de forma qualitativa, revelar a existência de algum padrão que sugere uma correlação com outras variáveis. Os resultados dos mapas de interpolação dos elementos que fazem parte da mesma associação apresentam um padrão de distribuição ligeiramente similar, confirmando a existência dessas associações. Estes resultados também estão de acordo com os resultados da análise multivariada (análise de fatores);

- As áreas mais promissoras estão predominantemente localizadas na parte sul e sudeste da área de estudo, especialmente nas litologias como os metagrauvaques e nas rochas metavulcânicas félsicas;

8.2. Recomendações

- Recomenda-se a realização de um mapeamento geológico detalhado e uma coleta de amostras litogeoquímicas com alta densidade, especialmente nas áreas identificadas como potenciais para a ocorrência das associações geoquímicas mencionadas no presente estudo. Isso é necessário para determinar com precisão a rocha que está causando as anomalias geoquímicas.
- Sugere-se a caracterização mineralógica das amostras coletadas nas áreas potenciais, a fim de identificar minerais de minério e determinar a fonte dos teores anômalos. Isso pode fornecer informações valiosas sobre a natureza dos minerais presentes e ajudar na compreensão das origens das anomalias geoquímicas.
- Um estudo detalhado das principais estruturas geológicas, como falhas e fraturas, é essencial, especialmente nas áreas identificadas como potenciais para a ocorrência das associações geoquímicas mencionadas no presente estudo. Isso ajudará a aprimorar a compreensão das possíveis implicações geológicas dessas estruturas, uma vez que tais estruturas desempenham frequentemente um papel fundamental na formação de depósitos minerais.
- Recomenda-se a realização de estudos geofísicos e a incorporação dos resultados obtidos nos mapas de favorabilidade mineral propostos neste estudo. Os estudos geofísicos devem se concentrar na caracterização detalhada das estruturas subsuperficiais, a fim de identificar as principais estruturas relacionadas às mineralizações de ouro na área de estudo. Isso pode fornecer informações valiosas sobre as características geológicas e estruturais que influenciam a presença de depósitos minerais.

9. Lista de referências bibliográficas

- ALPERIM, M. (2013). *NTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS GEOLOGICOS*. Buenos Aires.
- ANDRIOTTI, J. L. (2010). *INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA COM O AUXÍLIO DE ESTATÍSTICA*. Porto Alegre.
- CARVALHO, F. R. (2013). *Análise Fatorial*. Coimbra.
- FAIELA, F. F. (2019). *MODELAÇÃO PARA O MAPEAMENTO DA FAVORABILIDADE DE COBRE E ZINCO EM MONTEPUEZ - Norte de Moçambique*. Lisboa.
- GTK, C. (2006). *NOTÍCIA EXPLICATIVA / MAP EXPLANATION TOME / VOLUME 2, FOLHAS / SHEETS MECUMBURA (1631), CHIOCO (1632), TETE (1633), TAMBARA (1634), GURO (1732,1733) CHEMBA (1734), MANICA (1832), CATANDICA (1833), GORONGOSA (1834), ROTANDA (1932), CHIMOIO (1933)*. Maputo.
- LACHELT, S. (2014). *GEOLOGIA E POTENCIAL MINERAL DE MOÇAMBIQUE*.
- LANDIM, P. M. (2006). *Sobre Geoestatística e mapas*. Rio Claro.
- LANDIM, P. M., & STURARO, J. R. (2002). *KRIGAGEM INDICATIVA APLICADA À ELABORAÇÃO DE MAPAS PROBABILÍSTICOS DE RISCOS*. Rio Claro.
- LINCHT, O. A. (1998). *PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA, PRINCIPIOS, TÉCNICAS E MÉTODOS*. Rio de Janeiro.
- MAE. (2005). *PERFIL DO DISTRITO DE MANICA PROVINCIA DE MANICA*.
- MANHICA, A. d. (1998). *The geology of the Mozambique belt and the Zimbabwe craton around Manica, Western Mozambique*. Pretoria.
- MEDRI, W. (2011). *ANALISE EXPLORATORIA DE DADOS*. Londrina.
- STURARO, R. J. (2015). *APOSTILHA DE GEOETATISTICA BASICA*. Rio Claro.
- SUMBURANE, E. I. (2004). *CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA DOS GRANITOIDES DE MANICA*. Aveiro.
- SUMBURANE, I. E. (2011). *EVOLUÇÃO CRUSTAL DOS GRANITOS-GREENSTONE DE MANICA, REGIAO CENTRO-OESTE DE MOCAMBIQUE*. Sao Paulo.

- VICINI, L. (2005). *ANÁLISE MULTIVARIADA: DA TEORIA À PRÁTICA*. SANTA MARIA.
- WILSON, M., MARQUES, J., MANHICA, V., GRANTHAM, G., & HARTZER, F. (2011). *EXPLANATION OF THE geological MAP OF MOZAMBIQUE, SCALE 1:1 000 000*. Praça 25 de Junho.
- YAMAMOTO, J. K. (1991). *COMPARAÇÃO DE METODOS COMPUTACIONAIS PARA AVALIAÇÃO DE RESERVAS: UM ESTUDO DE CASO NA JAZIDA DE COBRE DE CHAPADA, GO*. São Paulo.
- YAMAMOTO, J. K. (1992). *ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE FUROS DE SONDAGEM DA JAZIDA DE COBRE DE CHAPADA, GOIÁS*. São Paulo.
- YAMAMOTO, J. K. (2015). *APOSTILA DE GEOESTATÍSTICA BÁSICA*. Rio Claro.
- Zarubechgeologia. (1986 - 1989). *NOTÍCIA EXPLICATIVA DA CARTA DE JAZIGOS E OCORRÊNCIAS MINÉRIAS DE MOÇAMBIQUE*.

ANEXOS

1. Base de Dados

			%	%	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Name	X(m)	Y(m)	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	CoO	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Au	PbO
MAN3-SO- 003 P	476766	7910970	0,4351	0,2011	0,2379	0,0669	839,036	935,444	0,0000	776,282	350,496	398,308	52,813	93	107,722
MAN3-SO- 006 P	476766	7910670	0,5370	0,4290	0,6140	0,0706	2,302,886	979,293	1,093,476	674,474	475,673	871,300	66,016	149	118,494
MAN3-SO- 007 P	476766	7910570	0,8186	0,2061	0,4452	0,0812	5,980,363	555,420	1,614,784	381,778	275,390	1,058,007	118,829	200	118,494
MAN3-SO- 008 P	476766	7910470	0,9656	0,1187	0,2296	0,0278	3,980,958	862,362	902,753	661,748	575,815	622,357	52,813	201	150,810
MAN3-SO- 009 P	476766	7910370	0,7483	0,0571	0,2129	0,0381	3,552,514	833,130	1,042,617	738,104	463,156	423,203	105,626	94	107,722
MAN3-SO- 010 P	476766	7910273	0,7712	0,0723	0,2476	0,1118	4,623,624	774,664	1,233,339	954,445	751,063	622,357	52,813	143	140,038
MAN3-SO- 011 P	476766	7910170	0,6050	0,0504	0,1271	0,0811	4,570,068	453,106	1,958,085	1,068,978	863,723	684,593	66,016	145	129,266
MAN3-SO- 012 P	476766	7910070	0,7247	0,0659	0,2556	0,0706	5,248,438	1,417,782	1,678,358	1,030,800	1,201,701	622,357	0,0000	152	172,354
MAN3-SO- 013 P	476766	7909970	0,4007	0,1065	0,5716	0,0899	2,588,515	730,815	1,284,198	941,719	738,545	659,698	39,610	134	118,494
MAN3-SO- 014 P	476766	7909870	0,8382	0,0550	0,1954	0,0737	3,677,477	833,130	979,042	763,556	726,028	485,438	0,0000	130	172,354
MAN3-SO- 015 P	476766	7909770	0,4946	0,1275	0,4013	0,0661	1,749,479	540,803	1,284,198	445,407	588,333	522,780	39,610	116	86,177
MAN3-SO- 016 P	476766	7909670	0,3392	0,0856	0,3526	0,0440	1,767,331	686,966	762,890	610,845	500,709	385,861	39,610	145	129,266
MAN3-SO- 017 P	476766	7909570	0,6331	0,0785	0,3487	0,0997	7,033,621	862,362	1,627,499	941,719	1,076,524	659,698	118,829	0	86,177
MAN3-SO- 018 P	476766	7909470	0,6565	0,0821	0,3978	0,1557	8,836,656	745,432	2,136,093	598,119	1,439,538	896,194	0,0000	0	0,0000
MAN3-SO- 019 P	476766	7909370	0,8068	0,2176	0,3864	0,1218	4,855,698	1,768,573	2,148,807	1,476,208	1,477,091	983,324	92,422	0	75,405
MAN3-SO- 020 P	476766	7909270	0,1691	0,3168	0,6182	0,1098	3,320,440	2,674,784	1,563,925	2,277,941	2,365,849	1,232,267	79,219	0	86,177
MAN3-SO- 021 P	476766	7909170	0,5180	0,0901	0,2851	0,1437	767,629	3,814,856	1,373,202	3,512,356	450,638	746,828	171,642	0	150,810
MAN3-SO- 022 P	476766	7909070	0,3137	0,0798	0,2254	0,0972	1,428,146	10,976,847	991,757	6,019,364	625,886	435,650	435,706	0	75,405

MAN3-SO- 023 P	476766	7908970	0,3758	0,0655	0,2074	0,1073	1,303,184	13,885,492	2,517,538	5,446,697	863,723	547,674	686,566	0	86,177
MAN3-SO- 024 P	476766	7908870	0,3804	0,2825	0,2710	0,1216	1,071,110	19,542,003	2,085,233	8,602,728	1,013,935	1,145,137	818,599	0	75,405
MAN3-SO- 080 P	477066	7910470	0,4638	24,391	0,3152	0,0518	892,592	1,110,839	1,157,050	814,459	400,567	448,097	79,219	141	161,582
MAN3-SO- 081 B	477066	7910370	0,8582	0,1133	0,2339	0,0342	3,766,736	833,130	623,027	1,043,526	388,049	323,626	26,406	131	129,266
MAN3-SO- 081 P	477066	7910370	0,1865	29,301	0,2656	0,0462	1,017,554	979,293	0,0000	1,043,526	450,638	448,097	0,0000	158	183,127
MAN3-SO- 085 B	477056	7909978	0,1527	20,556	0,1648	0,0293	553,407	1,052,374	419,590	890,815	212,801	423,203	52,813	0	129,266
MAN3-SO- 085 P	477056	7909978	0,1421	22,627	0,2554	0,0284	892,592	1,008,525	1,411,347	967,171	538,262	373,414	26,406	0	129,266
MAN3-SO- 271 B	476966	7908970	0,6922	0,0824	0,1377	0,0312	2,356,442	745,432	394,160	967,171	162,730	186,707	26,406	0	107,722
MAN3-SO- 271 P	476966	7908970	0,2178	32,964	0,2680	0,0572	946,147	1,534,712	1,322,343	1,679,823	538,262	970,877	158,438	193	161,582
MAN3-SO- 272 P	476966	7908870	0,1371	18,353	0,1924	0,0550	856,888	3,449,449	1,182,480	2,430,652	375,532	547,674	198,048	0	86,177
MAN3-SO- 273 B	477066	7911170	10,068	0,2645	0,4103	0,0759	3,338,292	3,580,995	0,0000	2,761,526	300,425	634,804	145,235	117	226,215
MAN3-SO- 273 P	477066	7911170	0,2077	18,229	0,2363	0,0571	767,629	1,900,120	1,182,480	2,036,149	425,602	697,040	171,642	151	150,810
MAN3-SO- 275 P	477066	7910970	0,0000	14,268	0,1517	0,0484	499,851	5,554,197	788,320	3,143,304	337,978	398,308	158,438	0	64,633
MAN3-SO-030 P	476870	7910671	0,2795	0,1023	0,5202	0,0710	981,851	906,211	775,605	343,600	262,872	298,731	52,813	0	75,405
MAN3-SO-031 P	476866	7910570	0,4069	0,2205	0,2061	0,0442	749,777	891,595	0,0000	534,489	262,872	336,073	26,406	80	86,177
MAN3-SO-032 P	476866	7910479	0,7191	0,1241	0,2184	0,0495	2,731,330	964,676	864,609	814,459	363,014	423,203	92,422	0	86,177
MAN3-SO-033 P	476866	7910370	0,4007	0,0928	0,2913	0,0444	696,221	760,048	1,004,472	992,622	400,567	497,886	79,219	0	172,354
MAN3-SO-034 P	476866	7910270	0,8726	0,1089	0,2518	0,1082	5,105,623	906,211	2,199,667	928,993	488,191	684,593	39,610	0	161,582
MAN3-SO-035 P	476864	7910179	0,3925	0,1392	0,3445	0,0501	1,231,776	643,118	1,398,632	839,911	500,709	547,674	92,422	118	140,038
MAN3-SO-036 P	476866	7910075	0,4929	0,1394	0,3549	0,0559	1,731,628	891,595	953,613	865,363	413,085	522,780	105,626	117	150,810
MAN3-SO-037 P	476864	7909979	0,2190	19,448	0,4552	0,0690	1,999,405	979,293	1,106,191	941,719	763,581	659,698	0,0000	0	226,215
MAN3-SO-038 P	476866	7909870	0,2178	17,010	0,5626	0,1169	1,606,665	745,432	712,031	610,845	675,957	609,910	0,0000	0	161,582

MAN3-SO-039 P	476866	7909770	0,1696	13,025	0,4834	0,0662	2,570,664	876,978	991,757	661,748	675,957	560,121	0,0000	99	150,810
MAN3-SO-040 P	476842	7909688	0,1790	19,614	0,5483	0,0726	2,017,257	950,060	1,474,921	509,037	788,616	585,016	0,0000	149	183,127
MAN3-SO-041 P	476866	7909572	0,2710	18,011	0,3903	0,0896	1,624,517	2,367,842	1,538,495	1,705,274	888,758	759,276	264,064	0	150,810
MAN3-SO-042 P	476866	7909470	0,3050	0,0816	0,5606	0,1214	2,409,997	1,213,154	1,843,651	1,323,497	1,076,524	634,804	52,813	134	118,494
MAN3-SO-043 P	476866	7909370	0,5334	0,1889	0,4785	0,1055	3,409,700	2,967,110	2,339,530	2,799,704	1,401,985	933,535	158,438	0	204,671
MAN3-SO-046 P	476866	7909070	0,6242	0,1224	0,2736	0,1020	2,142,220	7,425,084	2,275,956	7,610,105	938,829	995,771	396,096	0	118,494
MAN3-SO-100 P	477166	7910870	0,3077	16,452	0,2962	0,0475	660,518	1,198,537	915,468	839,911	388,049	672,146	66,016	101	140,038
MAN3-SO-101 P	477166	7910770	0,3525	17,704	0,4108	0,0573	1,642,368	1,490,863	1,309,628	1,336,222	388,049	647,251	39,610	139	183,127
MAN3-SO-102 P	477166	7910670	0,2226	20,784	0,2997	0,0449	1,338,887	1,432,398	737,461	928,993	538,262	622,357	105,626	132	107,722
MAN3-SO-103 P	477166	7910570	0,5878	13,705	0,3088	0,0457	999,702	935,444	902,753	967,171	337,978	734,381	39,610	178	172,354
MAN3-SO-104 P	477166	7910470	0,5180	16,971	0,2741	0,0590	1,178,221	1,447,014	1,284,198	1,018,074	525,744	784,170	462,112	112	226,215
MAN3-SO-105 P	477166	7910370	0,2749	17,105	0,3008	0,0576	1,463,850	1,929,353	928,183	2,570,638	413,085	734,381	105,626	206	204,671
MAN3-SO-106 P	477166	7910270	0,2508	20,638	0,3377	0,0382	1,570,961	2,952,494	1,513,066	1,336,222	1,026,453	472,991	198,048	158	140,038
MAN3-SO-107 P	477166	7910170	0,5105	20,550	0,2962	0,0852	1,178,221	1,213,154	521,308	1,145,334	513,226	721,934	92,422	236	140,038
MAN3-SO-108 P	477166	7910070	0,2002	16,704	0,4091	0,0854	1,678,072	891,595	940,898	814,459	688,475	746,828	105,626	0	183,127
MAN3-SO-109 P	477166	7909970	0,1756	20,767	0,3189	0,0488	1,606,665	2,382,458	1,385,917	2,074,326	663,439	746,828	198,048	145	215,443
MAN3-SO-111 P	477164	7909779	0,2686	22,447	0,3672	0,0838	1,624,517	4,531,055	1,602,069	3,932,312	1,627,304	983,324	237,658	147	204,671
MAN3-SO-112 P	477166	7910870	0,6594	0,0635	0,1402	0,0651	2,695,626	1,520,096	1,411,347	1,488,934	363,014	398,308	237,658	179	161,582
MAN3-SO-113 P	477768	7909577	0,5105	0,1052	0,1719	0,0624	1,321,035	2,090,132	661,171	1,667,097	262,872	460,544	184,845	149	161,582
MAN3-SO-115 P	477166	7909370	0,1959	15,703	0,3808	0,1118	1,963,701	8,535,924	1,869,081	5,039,468	1,013,935	908,641	1,148,679	0	172,354
MAN3-SO-118 P	477166	7909070	0,1315	20,742	0,3138	0,1309	1,838,738	7,059,677	2,542,967	3,677,793	1,038,971	970,877	303,674	0	226,215
MAN3-SO-121 P	477280	7911169	0,7206	0,0688	0,1587	0,0540	2,552,812	1,023,142	1,220,624	890,815	337,978	435,650	52,813	143	140,038

MAN3-SO-122 P	477264	7911166	0,5787	0,0418	0,1313	0,0283	2,767,034	950,060	1,029,902	1,068,978	425,602	597,463	79,219	139	107,722
MAN3-SO-123 P	477264	7910968	0,4737	0,0644	0,2595	0,0250	1,338,887	1,622,410	737,461	890,815	325,461	311,178	118,829	0	161,582
MAN3-SO-124 P	477266	7910869	0,7420	0,0539	0,1602	0,0373	3,373,996	1,066,990	1,258,769	1,323,497	375,532	423,203	79,219	135	161,582
MAN3-SO-126 P	477266	7910672	0,4667	0,0882	0,2371	0,0595	1,071,110	979,293	559,453	1,018,074	250,354	448,097	39,610	159	140,038
MAN3-SO-127 P	477271	7910572	10,610	0,1002	0,3285	0,0759	3,231,181	1,140,072	775,605	967,171	250,354	497,886	52,813	153	140,038
MAN3-SO-128 P	477268	7910473	0,4529	0,1161	0,2116	0,0405	1,088,962	628,501	762,890	750,830	212,801	510,333	39,610	172	107,722
MAN3-SO-129 P	477266	7910370	0,6975	0,0614	0,1769	0,0600	3,713,181	876,978	0,0000	2,023,423	262,872	460,544	52,813	169	118,494
MAN3-SO-130 P	477266	7910270	0,5970	0,0589	0,1855	0,0688	3,338,292	1,461,631	902,753	1,628,919	538,262	510,333	92,422	131	193,899
MAN3-SO-131 P	477266	7910170	0,3503	0,0845	0,3160	0,0635	1,017,554	833,130	1,284,198	1,030,800	425,602	535,227	0,0000	179	183,127
MAN3-SO-132 P	477266	7910070	0,4850	0,1075	0,3801	0,0829	892,592	891,595	1,055,331	738,104	312,943	410,756	26,406	168	150,810
MAN3-SO-134 P	477266	7909870	0,8317	0,1173	0,2319	0,0735	2,695,626	2,294,760	902,753	3,016,045	613,368	609,910	211,251	220	172,354
MAN3-SO-138 P	477266	7909470	0,4917	0,1464	0,3536	0,1145	1,499,554	8,009,737	1,271,484	5,726,668	1,001,418	784,170	911,021	161	193,899
MAN3-SO-139 P	477266	7909370	0,7179	0,1103	0,2846	0,0888	1,803,035	5,028,010	1,996,229	3,614,164	1,001,418	983,324	356,486	152	226,215
MAN3-SO-140 P	477266	7909270	0,2985	0,0827	0,2414	0,0722	856,888	10,246,032	2,225,096	7,139,246	751,063	1,145,137	422,502	0	183,127
MAN3-SO-141 P	477281	7909181	0,4286	0,0747	0,2351	0,0520	1,445,998	10,757,603	1,004,472	3,970,490	1,001,418	684,593	448,909	0	118,494
MAN3-SO-142 P	477266	7909070	0,4209	0,0996	0,2061	0,0657	2,213,627	14,777,087	2,390,389	3,830,504	1,126,595	634,804	264,064	0	64,633
MAN3-SO-143 P	477266	7908970	0,3267	0,1171	0,3746	0,1863	1,517,406	11,356,871	2,174,237	6,057,542	1,564,715	1,219,820	396,096	0	96,949
MAN3-SO-144 P	477266	7908870	0,4351	0,1164	0,2386	0,0923	2,249,331	16,282,567	3,089,705	6,859,275	1,264,290	697,040	1,161,882	0	86,177
MAN3-SO-145 P	477368	7911166	0,3749	0,2867	0,2531	0,0466	1,481,702	993,909	457,734	674,474	250,354	448,097	105,626	147	129,266
MAN3-SO-146 P	477364	7911069	0,6553	0,0614	0,1730	0,0244	3,606,070	760,048	623,027	687,200	300,425	423,203	118,829	162	53,861
MAN3-SO-147 P	477365	7910970	0,2084	25,011	0,3536	0,0883	1,196,073	1,154,688	1,347,773	1,183,511	475,673	609,910	0,0000	185	204,671
MAN3-SO-148 P	477367	7910871	0,3185	16,653	0,2820	0,0501	856,888	1,227,770	788,320	1,132,608	388,049	560,121	0,0000	188	161,582

MAN3-SO-149 P	477366	7910769	0,6100	0,0442	0,1412	0,0700	3,820,292	730,815	1,068,046	1,183,511	388,049	448,097	66,016	112	204,671
MAN3-SO-150 P	477366	7910670	0,6572	0,0611	0,0981	0,0443	1,945,849	1,169,305	1,347,773	1,616,193	525,744	560,121	184,845	151	140,038
MAN3-SO-151 P	477371	7910574	0,3626	0,0665	0,2680	0,0381	428,444	1,344,700	1,296,913	1,501,660	312,943	472,991	132,032	171	129,266
MAN3-SO-152 P	477366	7910471	0,5197	0,1261	0,2311	0,0492	696,221	774,664	673,886	801,733	312,943	522,780	0,0000	190	193,899
MAN3-SO-153 P	477366	7910370	0,8837	0,0663	0,1709	0,0586	3,481,107	862,362	890,039	1,654,371	212,801	547,674	39,610	148	161,582
MAN3-SO-159 P	477367	7909771	0,3036	15,516	0,3427	0,0576	1,285,332	3,493,298	1,538,495	3,257,838	813,652	721,934	224,454	0	150,810
MAN3-SO-160 P	477366	7909670	0,2130	17,526	0,3329	0,1156	1,071,110	6,358,094	1,805,507	5,408,520	813,652	871,300	501,722	169	193,899
MAN3-SO-161 P	477366	7909571	0,3024	21,559	0,3087	0,0523	1,481,702	2,645,552	1,411,347	1,947,067	801,134	759,276	171,642	136	247,760
MAN3-SO-162 P	477370	7909471	0,3838	21,101	0,3100	0,0418	892,592	3,975,636	1,411,347	2,799,704	751,063	721,934	250,861	145	226,215
MAN3-SO-163 P	477367	7909370	0,2125	19,066	0,3010	0,0571	1,303,184	7,527,398	1,220,624	6,032,090	1,139,112	1,394,080	250,861	0	247,760
MAN3-SO-164 P	477369	7909271	0,2530	17,224	0,3562	0,1061	1,695,924	7,381,235	2,263,241	5,764,846	951,347	1,319,397	686,566	0	215,443
MAN3-SO-165 P	477367	7909170	0,1932	37,355	0,2693	0,0553	785,481	4,998,777	2,517,538	5,892,105	1,226,737	2,103,567	145,235	151	236,987
MAN3-SO-167 P	477365	7908969	0,0000	35,796	0,3414	0,1385	1,231,776	10,742,986	2,771,834	6,121,172	1,164,148	1,157,584	607,347	0	64,633
MAN3-SO-168 P	477367	7908871	0,0000	28,000	0,3197	0,1005	803,332	9,193,658	2,199,667	5,624,860	1,089,042	958,430	1,214,695	0	129,266
MAN3-SO-169 P	477465	7911169	0,4387	0,1675	0,2254	0,0287	410,592	891,595	445,019	750,830	250,354	336,073	52,813	186	96,949
MAN3-SO-170 P	477464	7911070	0,6760	0,0637	0,0929	0,0546	2,070,812	1,140,072	1,093,476	1,552,563	312,943	373,414	92,422	227	161,582
MAN3-SO-171 P	477466	7910972	0,0000	34,588	0,2561	0,0404	946,147	1,227,770	1,246,054	1,259,867	650,921	721,934	66,016	133	204,671
MAN3-SO-172 P	477466	7910871	0,6447	0,0540	0,1281	0,0600	3,088,367	672,350	1,042,617	979,896	312,943	348,520	66,016	125	140,038
MAN3-SO-175 P	477468	7910569	0,8760	0,1844	0,2987	0,0804	3,373,996	1,651,643	915,468	1,807,082	488,191	585,016	0,0000	147	226,215
MAN3-SO-181 P	477466	7909969	0,2156	16,203	0,2952	0,0648	1,267,480	1,520,096	1,169,765	1,081,704	500,709	709,487	132,032	112	107,722
MAN3-SO-183 P	477476	7909773	0,1258	35,008	0,2661	0,1223	892,592	2,937,878	1,856,366	3,028,771	776,099	809,064	316,877	121	172,354
MAN3-SO-186 P	477467	7909470	0,2060	24,208	0,2514	0,0635	874,740	2,075,516	839,179	1,807,082	425,602	659,698	118,829	134	161,582

MAN3-SO-187 P	477466	7909367	0,1327	38,078	0,2388	0,0439	767,629	5,846,523	928,183	4,721,319	838,687	1,120,243	198,048	0	183,127
MAN3-SO-188 P	477466	7909268	0,0000	26,574	0,2728	0,0599	981,851	12,233,850	2,708,260	5,917,557	1,026,453	734,381	541,331	0	150,810
MAN3-SO-192 P	477464	7908870	0,1207	23,568	0,6636	0,1624	2,570,664	4,472,590	2,085,233	2,723,349	1,727,445	1,095,348	818,599	0	129,266
MAN3-SO-193 P	477565	7911070	0,1742	16,557	0,3400	0,0307	1,695,924	1,315,468	1,614,784	1,119,882	538,262	597,463	105,626	0	140,038
MAN3-SO-194 P	477566	7910971	0,2561	17,887	0,3172	0,0461	1,642,368	3,069,425	1,144,335	1,883,437	350,496	622,357	198,048	153	150,810
MAN3-SO-195 P	477567	7910869	0,7069	0,0704	0,1817	0,0414	2,624,219	1,637,026	1,271,484	1,361,674	363,014	373,414	105,626	134	172,354
MAN3-SO-196 P	477570	7910774	0,3734	0,3653	0,2623	0,0515	1,035,406	1,286,235	991,757	1,005,348	350,496	510,333	92,422	206	129,266
MAN3-SO-201 P	477567	7910271	0,4216	15,103	0,3143	0,0877	928,295	1,359,317	1,271,484	1,412,578	438,120	585,016	79,219	214	150,810
MAN3-SO-202 P	477570	7910169	0,2144	18,580	0,2850	0,0536	660,518	1,110,839	1,792,792	1,298,045	738,545	796,617	184,845	166	150,810
MAN3-SO-203 P	477563	7910078	0,2233	15,870	0,3305	0,0699	1,695,924	2,411,691	1,754,647	1,578,015	525,744	709,487	158,438	0	161,582
MAN3-SO-205 P	477566	7909871	0,6305	0,0957	0,2473	0,0763	2,142,220	3,215,588	750,175	2,583,363	538,262	522,780	211,251	0	150,810
MAN3-SO-206 P	477566	7909770	0,6093	0,6484	0,5359	0,2455	1,731,628	6,138,849	1,284,198	4,759,497	813,652	846,406	316,877	163	226,215
MAN3-SO-207 P	477567	7909669	0,2479	17,773	0,2623	0,0936	1,071,110	1,578,561	1,118,906	1,107,156	400,567	597,463	39,610	193	204,671
MAN3-SO-208 P	477571	7909583	0,7505	0,0568	0,1165	0,0768	2,945,552	511,571	1,309,628	1,488,934	363,014	609,910	105,626	241	183,127
MAN3-SO-209 P	477567	7909470	0,5874	0,1042	0,2311	0,0678	1,874,442	4,209,497	724,746	3,079,675	1,013,935	858,853	158,438	175	215,443
MAN3-SO-210 P	477566	7909370	0,1638	0,2591	0,3484	0,0590	1,106,813	8,886,715	1,919,940	7,495,572	801,134	1,555,892	250,861	0	140,038
MAN3-SO-211 P	477564	7909270	0,4139	41,625	0,3669	0,0456	1,249,628	423,873	648,457	292,696	388,049	522,780	0,0000	158	236,987
MAN3-SO-215 P	477566	7908871	0,8642	16,907	0,4225	0,0775	2,177,923	657,734	712,031	305,422	300,425	510,333	0,0000	131	280,076
MAN3-SO-216 P	477667	7911170	0,3274	17,662	0,3244	0,0744	1,392,443	1,227,770	1,322,343	1,081,704	425,602	547,674	66,016	199	183,127
MAN3-SO-217 P	477665	7911069	0,2901	22,172	0,3768	0,0518	1,231,776	1,680,875	1,411,347	1,501,660	450,638	634,804	105,626	111	161,582
MAN3-SO-218 P	477665	7910971	0,1443	16,607	0,3300	0,0478	1,910,146	1,943,969	2,021,659	1,590,741	650,921	721,934	132,032	205	193,899
MAN3-SO-219 P	477668	7910869	0,7023	0,0823	0,1697	0,0346	3,213,329	993,909	762,890	1,119,882	200,284	423,203	118,829	131	129,266

MAN3-SO-220 P	477665	7910771	0,4457	0,3103	0,3065	0,0422	1,767,331	1,593,178	813,750	1,374,400	400,567	448,097	145,235	109	236,987
MAN3-SO-221 P	477666	7910670	0,3713	0,3729	0,2968	0,0824	1,695,924	1,549,329	1,258,769	1,438,030	500,709	821,511	145,235	135	193,899
MAN3-SO-223 P	477666	7910470	0,3551	0,0739	0,2116	0,0332	839,036	1,125,456	1,335,058	967,171	350,496	547,674	66,016	185	129,266
MAN3-SO-292 P	477966	7909571	0,3987	23,577	0,2506	0,0612	499,851	1,140,072	813,750	1,336,222	438,120	634,804	0,0000	226	226,215
MAN3-SO-293 P	477966	7909471	0,3161	38,730	0,2791	0,0498	606,962	1,271,619	915,468	1,527,111	613,368	759,276	92,422	176	193,899
MAN3-SO-294 P	477966	7909571	0,1841	27,452	0,3045	0,0700	839,036	6,533,490	2,085,233	6,388,416	876,240	1,157,584	330,080	0	193,899
MAN3-SO-295 P	477967	7909272	0,1284	29,578	0,1919	0,0746	0,0000	7,819,725	2,059,804	7,202,875	826,169	1,207,373	435,706	0	75,405
MAN3-SO-296 P	478066	7911169	0,4847	17,089	0,2873	0,0427	1,321,035	1,242,386	915,468	827,185	538,262	697,040	0,0000	155	204,671
MAN3-SO-297 P	478067	7911072	0,4939	20,840	0,2853	0,0387	839,036	1,651,643	864,609	1,298,045	475,673	672,146	66,016	120	204,671
MAN3-SO-298 P	478064	7910975	0,4016	14,082	0,3244	0,0269	1,178,221	1,096,223	635,742	674,474	275,390	510,333	52,813	193	150,810
MAN3-SO-299 P	478086	7910868	0,2508	11,205	0,2521	0,0338	1,124,665	1,140,072	623,027	776,282	325,461	398,308	52,813	175	150,810
MAN3-SO-52 P	476966	7910870	0,3978	27,069	0,3002	0,0581	767,629	1,052,374	661,171	1,145,334	388,049	547,674	79,219	154	280,076
MAN3-SO-53 P	476966	7910770	0,2713	23,526	0,3170	0,0479	571,259	1,169,305	1,678,358	1,259,867	337,978	522,780	132,032	162	280,076
MAN3-SO-55 P	476960	7910567	0,0000	36,097	0,2922	0,0298	1,106,813	1,183,921	915,468	878,089	613,368	734,381	79,219	0	183,127
MAN3-SO-56 P	476966	7910470	0,5197	0,1275	0,2104	0,0643	1,231,776	4,092,566	991,757	2,977,867	713,510	634,804	105,626	0	129,266
MAN3-SO-57 P	476970	7910360	0,7837	0,0726	0,1954	0,0612	3,802,440	760,048	953,613	674,474	413,085	423,203	39,610	148	150,810
MAN3-SO-58 P	476973	7910273	0,7813	0,0621	0,2199	0,0492	3,766,736	1,534,712	1,220,624	1,196,237	650,921	472,991	66,016	161	183,127
MAN3-SO-59 P	476966	7910170	10,620	0,1083	0,3400	0,1201	6,105,326	584,652	1,093,476	712,652	713,510	597,463	0,0000	121	193,899
MAN3-SO-60 P	476966	7910071	0,6399	0,0879	0,1567	0,0555	2,981,256	1,505,480	1,474,921	1,870,711	588,333	522,780	0,0000	125	193,899
MAN3-SO-61 P	476966	7909970	0,9278	0,1119	0,1732	0,1023	3,284,737	1,286,235	1,220,624	661,748	863,723	460,544	66,016	104	150,810
MAN3-SO-62 P	476968	7909874	0,7842	0,0882	0,3607	0,1324	6,408,807	1,125,456	1,487,636	839,911	1,038,971	535,227	52,813	216	172,354
MAN3-SO-70 P	476966	7909070	0,4358	0,2817	0,5142	0,1569	4,213,032	3,347,134	2,835,409	2,634,267	1,739,963	1,132,690	224,454	0	64,633

MAN3-SO-71 P	476966	7908970	0,2922	0,1258	0,3838	0,1371	3,231,181	3,464,065	1,551,210	2,557,912	1,264,290	784,170	475,315	0	86,177
MAN3-SO-72 P	476966	7908870	0,3746	0,0856	0,2217	0,1645	1,124,665	16,326,416	2,479,393	9,671,706	625,886	634,804	1,043,053	0	64,633
MAN3-SO-73 P	477066	7911170	0,7962	0,0609	0,2104	0,1020	5,391,253	833,130	2,263,241	1,196,237	350,496	821,511	118,829	225	161,582
MAN3-SO-75 P	477066	7910970	0,8574	0,1370	0,2655	0,0425	4,088,069	1,183,921	432,304	1,043,526	625,886	547,674	118,829	141	183,127
MAN3-SO-76 P	477066	7910870	0,5483	0,1119	0,2845	0,0748	1,124,665	876,978	470,449	878,089	312,943	398,308	0,0000	180	118,494
MAN3-SO-77 P	477066	7910770	0,9266	0,0875	0,1685	0,0826	3,445,403	833,130	584,882	1,132,608	250,354	472,991	79,219	161	140,038
MAN3-SO-78 P	477066	7910670	0,8439	0,0904	0,1450	0,0584	2,285,034	1,344,700	737,461	941,719	413,085	435,650	105,626	132	118,494
MAN3-SO-79 P	477066	7910570	0,7803	0,1007	0,2573	0,0305	3,177,626	2,221,679	1,703,788	1,578,015	901,276	684,593	145,235	0	204,671
MAN3-SO-92 P	477066	7909270	0,1371	16,960	0,3190	0,1747	1,820,887	9,646,763	3,089,705	7,444,668	763,581	1,182,478	858,208	0	161,582
MAN3-SO-97 P	477166	7911170	0,6324	0,0669	0,2159	0,0404	3,427,551	847,746	1,144,335	699,926	275,390	360,967	66,016	132	129,266
MAN3-SO-98 P	477166	7911070	0,1959	20,766	0,3244	0,0511	1,588,813	979,293	1,093,476	738,104	425,602	609,910	39,610	179	107,722
man3-SO-300 P	478066	7910770	0,5652	12,242	0,3072	0,0519	1,392,443	1,461,631	839,179	1,158,059	525,744	634,804	79,219	238	129,266
man3-SO-306 P	478067	7910174	0,2734	0,0740	0,2343	0,0925	714,073	1,227,770	991,757	1,807,082	400,567	472,991	92,422	142	193,899
man3-SO-307 P	478067	7910070	0,4219	0,0677	0,3461	0,0706	1,017,554	1,257,002	966,328	1,641,645	400,567	398,308	92,422	145	161,582
man3-SO-308 P	478065	7909973	0,7659	0,0733	0,1348	0,0798	2,695,626	1,125,456	1,169,765	1,718,000	413,085	410,756	118,829	0	193,899
man3-SO-309 P	478069	7909866	0,5389	0,1258	0,3567	0,0821	2,017,257	3,654,077	1,169,765	3,168,756	450,638	684,593	277,267	222	150,810
man3-SO-310 P	478062	7909779	0,2195	0,0968	0,3028	0,0790	1,535,257	4,063,334	1,017,187	2,328,845	575,815	510,333	277,267	0	150,810
man3-SO-312 P	478067	7909570	0,1342	38,764	0,2836	0,1234	1,124,665	3,507,914	2,466,678	3,041,497	776,099	1,107,795	250,861	0	226,215
man3-SO-313 P	478067	7909471	0,2968	24,273	0,2658	0,0881	1,124,665	2,265,528	788,320	2,227,037	713,510	833,958	145,235	173	183,127
man3-SO-314 P	478064	7909370	0,1612	20,623	0,2947	0,0759	1,053,258	7,001,211	1,411,347	6,388,416	713,510	1,070,454	224,454	117	172,354
man3-SO-315 P	478064	7909268	0,1217	23,996	0,2528	0,1030	856,888	14,908,634	2,339,530	10,282,550	1,139,112	1,282,055	224,454	0	118,494
man3-SO-326 P	478166	7910170	0,2679	16,287	0,2985	0,0891	1,035,406	1,768,573	864,609	1,552,563	500,709	510,333	66,016	166	215,443

man3-SO-327 P	478165	7910070	0,3498	15,555	0,3400	0,0669	1,017,554	1,432,398	1,703,788	1,476,208	588,333	659,698	132,032	129	193,899
man3-SO-329 P	478185	7909869	0,3626	18,518	0,2643	0,0540	1,017,554	1,066,990	724,746	903,541	475,673	746,828	396,096	154	118,494
man3-SO-332 P	478166	7909570	0,2751	21,888	0,2711	0,0674	1,035,406	1,505,480	1,233,339	1,247,141	388,049	821,511	92,422	162	183,127
man3-SO-333 P	478162	7909468	0,3291	20,925	0,2778	0,0597	1,231,776	2,484,772	584,882	2,303,393	588,333	983,324	132,032	173	193,899
man3-SO-340 P	478266	7910770	0,6001	0,0382	0,0928	0,0480	2,392,145	701,583	1,703,788	967,171	250,354	360,967	79,219	179	118,494
man3-SO-341 P	478266	7910670	10,588	0,1181	0,3060	0,0280	3,980,958	1,768,573	1,182,480	967,171	650,921	373,414	66,016	183	161,582
man3-SO-343 P	478266	7910470	0,9447	0,0625	0,1095	0,0279	2,945,552	672,350	928,183	801,733	363,014	460,544	118,829	184	161,582
man3-SO-344 P	478266	7910370	0,4638	0,0786	0,1774	0,0275	928,295	2,046,283	826,464	2,176,134	325,461	510,333	475,315	190	183,127
man3-SO-342 P	478266	7910570	10,034	0,0930	0,2092	0,0309	4,355,847	1,183,921	890,039	1,298,045	500,709	472,991	52,813	150	172,354
man3-SO-356 P	478366	7911170	0,8644	0,0935	0,1330	0,0959	2,427,849	1,432,398	915,468	1,705,274	187,766	248,943	198,048	123	75,405
man3-SO-357 P	478366	7911070	0,6642	0,1021	0,2062	0,1277	2,481,404	2,309,377	1,157,050	1,883,437	237,837	398,308	158,438	150	107,722
man3-SO-358 P	478366	7910970	0,4252	0,1626	0,1844	0,0354	963,999	920,827	801,035	903,541	250,354	360,967	105,626	103	107,722
man3-SO-359 P	478366	7910870	0,7035	0,0602	0,1774	0,0558	3,498,959	1,066,990	597,597	865,363	388,049	360,967	79,219	184	258,532
man3-SO-360 P	478366	7910770	0,8476	0,0649	0,1675	0,0421	3,034,811	745,432	953,613	1,196,237	325,461	323,626	79,219	146	129,266
man3-SO-361 P	478366	7910670	0,9938	0,0746	0,1383	0,0608	3,481,107	672,350	572,168	890,815	212,801	485,438	184,845	181	118,494
man3-SO-362 P	478366	7910570	0,8656	0,0674	0,1468	0,0365	3,891,699	716,199	1,182,480	1,030,800	287,908	485,438	620,550	161	129,266
man3-SO-363 P	478366	7910470	0,7599	0,0575	0,1135	0,0316	2,838,441	979,293	788,320	1,119,882	388,049	423,203	79,219	169	150,810
man3-SO-374 P	478367	7909371	0,2999	0,0662	0,3289	0,0473	1,160,369	11,006,080	1,907,225	6,299,335	788,616	1,132,690	303,674	0	118,494
man3-SO-371 P	478366	7909670	0,8702	0,1030	0,1689	0,0617	3,016,959	935,444	940,898	1,234,415	250,354	547,674	52,813	139	183,127
man3-SO-372 P	478366	7909570	0,7765	0,2405	0,2339	0,0688	1,749,479	1,023,142	1,360,488	1,119,882	363,014	734,381	66,016	108	129,266
man3-SO-373 P	478366	7909469	0,7153	0,1262	0,3045	0,0847	1,678,072	6,197,314	1,525,780	3,817,778	700,992	809,064	171,642	149	258,532
man3-SO-375 P	478366	7909270	0,2291	0,0778	0,2466	0,0807	1,088,962	10,479,893	1,106,191	5,281,260	638,404	858,853	184,845	0	129,266

man3-SO-377 P	478466	7911070	0,3874	12,289	0,3210	0,1118	1,570,961	1,973,202	1,233,339	1,476,208	413,085	423,203	171,642	125	183,127
man3-SO-378 P	478466	7910970	0,2130	16,578	0,2937	0,0901	1,196,073	3,171,739	3,026,131	1,807,082	613,368	622,357	145,235	133	236,987
man3-SO-379 P	478466	7910870	0,2380	15,835	0,2746	0,0723	1,392,443	2,046,283	966,328	1,667,097	475,673	585,016	198,048	156	150,810
man3-SO-380 P	478466	7910770	0,3443	23,281	0,2917	0,0238	1,624,517	1,359,317	1,157,050	1,068,978	425,602	609,910	79,219	0	183,127
man3-SO-382 P	478466	7910570	0,5628	0,0704	0,2938	0,0386	1,285,332	1,417,782	826,464	916,267	262,872	472,991	105,626	185	140,038
man3-SO-383 P	478466	7910470	0,6560	0,1205	0,2800	0,0226	517,703	993,909	737,461	839,911	262,872	522,780	52,813	181	140,038
man3-SO-385 P	478466	7910270	0,7596	0,0617	0,1351	0,1254	2,142,220	1,622,410	788,320	2,277,941	550,780	672,146	0,0000	197	247,760
man3-SO-386 P	478466	7910170	0,3982	0,0666	0,2701	0,0965	517,703	1,461,631	661,171	1,336,222	413,085	336,073	92,422	116	107,722
man3-SO-387 P	478466	7910070	0,7122	0,0526	0,1717	0,1167	4,195,180	570,036	966,328	1,056,252	388,049	373,414	66,016	200	172,354
man3-SO-389 P	478466	7909870	0,2862	16,928	0,3542	0,1260	1,321,035	3,390,983	1,182,480	3,270,564	663,439	883,747	277,267	154	183,127
man3-SO-392 P	478466	7909570	0,3864	20,561	0,2888	0,0861	1,178,221	1,213,154	1,792,792	1,272,593	538,262	846,406	0,0000	177	258,532
man3-SO-393 P	478466	7909470	0,4691	14,254	0,2957	0,0519	1,178,221	2,133,981	928,183	1,578,015	400,567	796,617	118,829	147	193,899
man3-SO-394 P	478466	7909370	0,1544	24,180	0,3108	0,0540	1,053,258	8,272,830	1,602,069	3,932,312	1,201,701	1,045,560	211,251	0	226,215
man3-SO-395 P	478466	7909270	0,0000	15,556	0,3105	0,0841	1,178,221	9,646,763	2,237,811	5,421,245	801,134	871,300	105,626	0	204,671
man3-SO-430P	478866	7911070	0,1448	20,281	0,2988	0,0540	517,703	2,733,250	1,360,488	1,183,511	413,085	585,016	250,861	118	161,582
man3-SO-431P	478866	7910970	0,0000	12,061	0,1672	0,0497	749,777	1,344,700	762,890	725,378	237,837	323,626	118,829	0	107,722
man3-SO-432P	478866	7910870	0,1421	14,883	0,2746	0,0507	1,392,443	3,464,065	1,602,069	2,023,423	438,120	460,544	316,877	0	204,671
man3-SO-433P	478866	7910770	0,1684	18,593	0,3194	0,0634	1,535,257	3,361,751	1,525,780	1,807,082	525,744	647,251	316,877	0	193,899
man3-SO-434P	478866	7910670	0,1556	20,813	0,3179	0,0768	1,178,221	2,309,377	1,678,358	1,438,030	525,744	597,463	237,658	0	183,127
man3-SO-435P	478866	7910570	0,2000	20,361	0,2825	0,0838	1,517,406	1,593,178	508,593	916,267	488,191	547,674	132,032	168	204,671
man3-SO-440P	478966	7911170	0,6592	0,0700	0,2271	0,1631	3,641,773	1,724,724	851,894	2,176,134	400,567	497,886	237,658	122	129,266
man3-SO-441P	478966	7911070	0,6881	0,0805	0,2293	0,0674	2,374,293	1,870,887	1,093,476	1,450,756	450,638	460,544	158,438	0	140,038

man3-SO-442P	478966	7910970	0,6546	0,1159	0,2026	0,0526	2,499,256	1,710,108	1,093,476	1,463,482	262,872	385,861	211,251	0	118,494
man3-SO-443P	478966	7910870	0,2207	0,0575	0,2037	0,0402	589,110	1,271,619	495,879	928,993	250,354	261,390	105,626	0	86,177
man3-SO-444P	478966	7910770	0,8126	0,0868	0,3145	0,1800	3,249,033	1,724,724	1,207,909	1,259,867	337,978	522,780	132,032	163	140,038
man3-SO-445P	478966	7910670	0,3238	0,0744	0,2249	0,0837	642,666	2,718,633	1,360,488	1,590,741	325,461	385,861	198,048	0	129,266
man3-SO-453P	479066	7910970	0,7962	0,0763	0,1090	0,0464	1,428,146	1,827,038	534,023	1,514,385	287,908	273,837	198,048	165	129,266
man3-SO-455P	479066	7910770	0,4320	0,0707	0,2311	0,0843	981,851	4,954,928	1,919,940	3,130,578	400,567	385,861	673,363	160	96,949
man3-SO-456P	479066	7910670	0,2195	0,0555	0,1822	0,0851	0,0000	2,353,226	1,411,347	1,768,904	225,319	273,837	330,080	0	86,177
man3-SO-457P	479066	7910470	0,6225	0,0732	0,1308	0,0612	1,303,184	2,528,621	1,169,765	1,527,111	187,766	323,626	356,486	82	118,494
man3-SO-458P	479066	7910570	0,7394	0,0946	0,1180	0,0661	2,124,368	1,797,806	699,316	1,501,660	262,872	336,073	184,845	0	107,722
man3-SO-462P	479168	7911169	0,2233	0,0581	0,1734	0,0588	589,110	2,704,017	1,398,632	1,616,193	250,354	298,731	198,048	120	86,177
man3-SO-463P	479166	7911070	0,2932	0,0585	0,1628	0,0380	535,555	1,680,875	953,613	1,018,074	212,801	224,049	145,235	0	53,861
man3-SO-464P	479167	7910970	0,5987	0,0714	0,1679	0,1175	1,803,035	1,490,863	953,613	1,348,948	300,425	323,626	132,032	149	161,582
man3-SO-465P	479169	7910870	0,2243	0,0617	0,1607	0,0465	446,296	2,689,401	902,753	1,068,978	225,319	224,049	198,048	0	96,949
man3-SO-466P	479166	7910769	0,2262	0,0684	0,2590	0,0524	624,814	4,180,264	1,678,358	1,985,245	325,461	360,967	250,861	146	161,582
man3-SO-467P	479166	7910671	0,3662	0,0728	0,2640	0,0934	1,106,813	4,487,206	2,085,233	3,130,578	375,532	410,756	409,299	159	204,671
man3-SO-468P	479167	7910570	0,6119	0,1352	0,1982	0,1215	1,803,035	3,040,192	1,169,765	2,125,230	325,461	485,438	382,893	0	204,671
man3-SO-469P	479166	7910472	0,8109	0,0849	0,1862	0,0408	3,177,626	1,154,688	1,322,343	1,005,348	237,837	423,203	158,438	147	64,633
man3-SO-470P	479166	7910369	0,2465	0,1028	0,2374	0,0557	1,053,258	4,063,334	1,169,765	3,703,245	312,943	560,121	0,0000	0	140,038
man3-SO-471P	479167	7910269	0,3161	0,0701	0,2513	0,0664	1,017,554	4,457,974	1,652,929	4,352,267	488,191	585,016	52,813	0	161,582
man3-SO-473P	479268	7911167	0,3233	0,0812	0,2892	0,0719	839,036	1,125,456	1,195,195	1,934,341	425,602	497,886	105,626	180	150,810
man3-SO-478P	479265	7910671	0,3698	0,1771	0,1824	0,0518	749,777	4,487,206	1,729,218	2,265,215	300,425	360,967	475,315	0	129,266
man3-SO-479P	479265	7910570	0,6025	0,0728	0,1849	0,0597	2,713,478	1,900,120	1,080,761	1,387,126	375,532	398,308	198,048	142	140,038

man3-SO-480P	479267	7910469	0,4312	0,0711	0,2756	0,0457	999,702	2,207,062	966,328	1,896,163	400,567	373,414	79,219	153	129,266
man3-SO-481P	479266	7910370	0,4452	0,0670	0,2012	0,0281	803,332	1,198,537	1,068,046	941,719	262,872	410,756	66,016	132	129,266
man3-SO-482P	479266	7910269	0,4060	0,0760	0,2313	0,0649	981,851	4,063,334	1,322,343	4,174,104	463,156	659,698	277,267	147	140,038
man3-SO-483P	479268	7910169	0,4397	0,0653	0,3387	0,0864	464,148	1,827,038	1,068,046	1,934,341	413,085	460,544	52,813	112	129,266
man3-SO-484P	479368	7911168	0,6886	0,0918	0,1822	0,1575	1,767,331	3,084,041	1,856,366	2,837,882	237,837	385,861	369,690	168	118,494
man3-SO-485P	479366	7911068	0,5715	0,0648	0,2882	0,0649	499,851	2,323,993	877,324	2,379,749	350,496	323,626	303,674	137	75,405
man3-SO-486P	479363	7910967	0,5216	0,0746	0,2730	0,0881	785,481	2,528,621	508,593	2,201,586	187,766	360,967	198,048	133	118,494
man3-SO-487P	479367	7910871	0,7823	0,0771	0,1887	0,0223	2,713,478	2,060,899	470,449	2,112,504	225,319	360,967	184,845	120	86,177
man3-SO-489P	479366	7910671	0,2966	0,0544	0,2234	0,0374	767,629	1,461,631	1,309,628	941,719	175,248	248,943	79,219	96	129,266
man3-SO-490P	479366	7910568	0,1645	16,173	0,2636	0,0515	1,142,517	3,259,437	1,106,191	1,972,519	425,602	572,568	356,486	0	118,494
man3-SO-492P	479365	7910370	0,3315	15,207	0,2596	0,0381	1,053,258	1,520,096	648,457	1,285,319	438,120	609,910	118,829	96	193,899
man3-SO-494P	479367	7910171	0,2284	16,839	0,2806	0,1189	928,295	2,280,144	2,237,811	3,219,660	625,886	771,723	39,610	146	280,076
MAN3-SO-086P	477066	7909870	0,2159	36,949	0,3265	0,0746	1,142,517	1,827,038	1,691,073	1,972,519	763,581	734,381	92,422	0	204,671
MAN3-SO-305P	478066	7910268	0,2243	24,349	0,2391	0,0560	535,555	2,280,144	813,750	2,634,267	400,567	622,357	184,845	0	150,810
MAN3-SO-303P	478068	7910469	0,3684	22,336	0,2493	0,0782	767,629	1,768,573	1,131,620	979,896	475,673	547,674	118,829	144	161,582
MAN3-SO-302B	478065	7910572	11,068	0,1263	0,2394	0,0301	2,713,478	1,154,688	470,449	928,993	162,730	311,178	52,813	129	53,861
MAN3-SO-301B	478066	7910679	0,7363	0,0602	0,1739	0,0881	3,713,181	803,897	648,457	1,018,074	162,730	435,650	79,219	155	150,810
MAN3-SO-089B	477066	7909570	0,5647	0,1746	0,2680	0,0537	660,518	350,791	521,308	254,519	0,0000	273,837	0,0000	166	172,354
MAN3-SO-086B	477066	7909870	0,4411	0,0964	0,2630	0,0728	2,392,145	1,505,480	1,411,347	1,565,289	450,638	373,414	92,422	0	161,582
MAN3-SO-305B	478066	7910268	0,6647	0,0914	0,1849	0,0780	2,052,960	2,207,062	1,106,191	2,430,652	262,872	286,284	132,032	140	161,582
MAN3-SO-303B	478068	7910469	0,5874	0,1277	0,7887	0,1472	2,481,404	818,513	0,0000	776,282	1,389,467	634,804	52,813	141	64,633
MAN3-SO-473B	479268	7911167	0,6324	0,0346	0,3844	0,1586	1,178,221	6,752,734	1,335,058	5,523,053	337,978	585,016	686,566	0	96,949

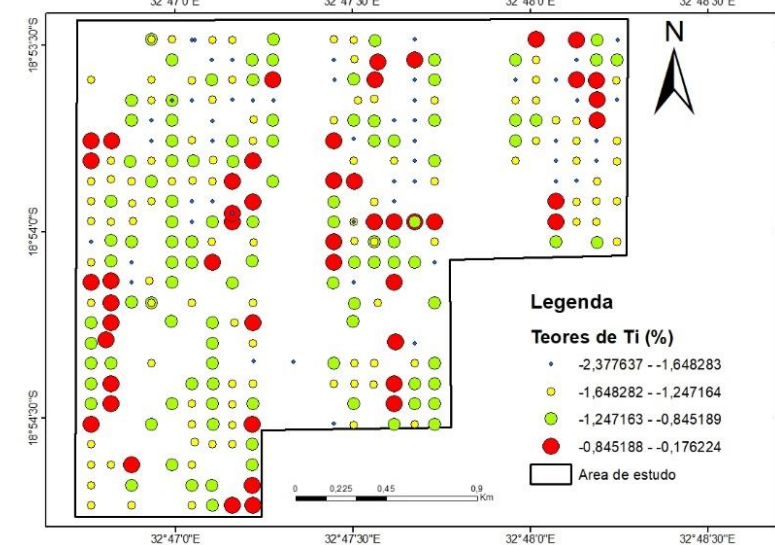
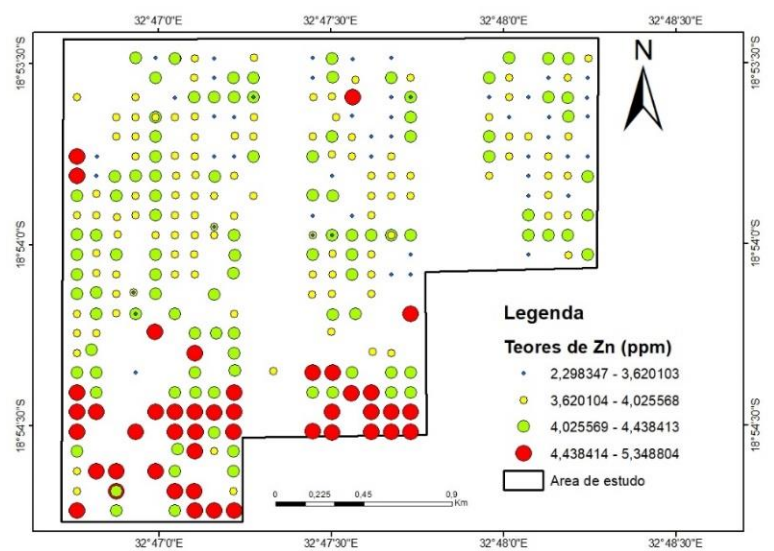
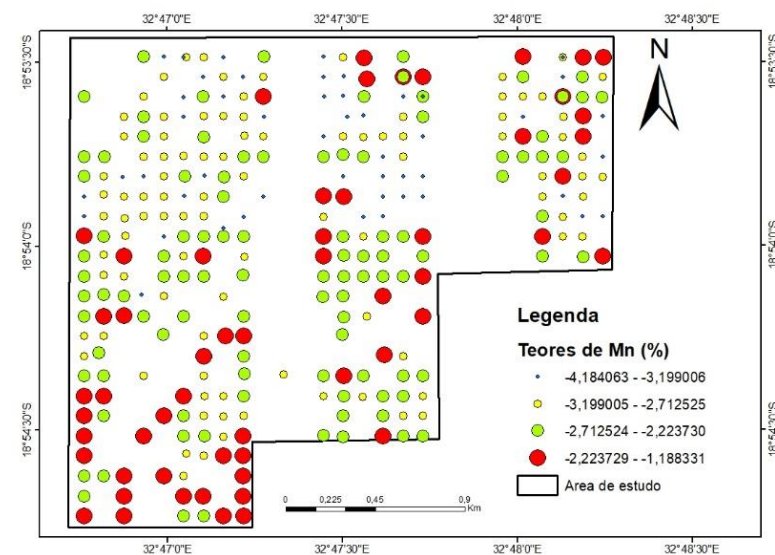
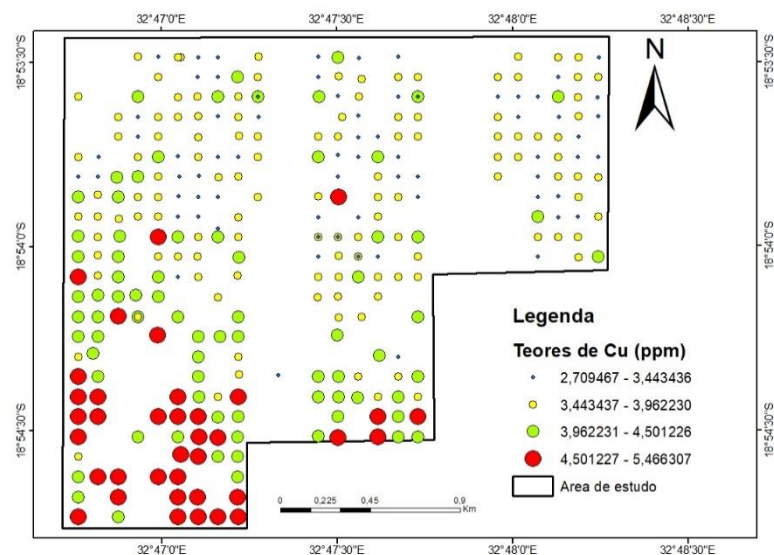
MAN3-SO-461B	479066	7910170	0,6151	0,0544	0,4295	0,1021	928,295	2,031,667	724,746	1,743,452	275,390	336,073	105,626	111	140,038
MAN3-SO-174B	477465	7910668	0,4838	0,0669	0,3247	0,0445	517,703	1,242,386	0,0000	852,637	150,213	224,049	52,813	98	75,405
MAN3-SO-365B	478366	7910270	0,9124	0,0921	0,4769	0,0965	1,999,405	3,668,693	394,160	3,894,134	500,709	659,698	105,626	187	236,987
MAN3-SO-365B	478366	7910270	0,6510	0,0481	0,4268	0,0732	821,184	2,981,727	483,164	3,232,386	363,014	410,756	132,032	138	215,443
MAN3-SO-355B	478266	7909270	0,1400	0,0000	0,4260	0,1528	1,767,331	20,477,447	1,080,761	11,046,106	1,076,524	1,319,397	237,658	0	118,494
MAN3-SO-353B	478266	7909470	11,981	0,1319	0,2923	0,0775	3,713,181	1,812,422	737,461	1,361,674	300,425	684,593	0,0000	170	161,582
MAN3-SO-316B	478170	7911165	11,490	0,1142	0,4108	0,1189	1,981,553	2,250,911	483,164	1,514,385	287,908	323,626	39,610	87	129,266
MAN3-SO-578B	478466	7910970	0,9815	0,1206	0,3103	0,0327	2,695,626	3,390,983	495,879	3,092,401	150,213	323,626	0,0000	124	129,266
MAN3-SO-157B	478366	7911070	13,853	0,5146	0,6761	0,0771	3,695,329	1,841,655	1,093,476	1,170,785	425,602	609,910	105,626	0	150,810
MAN3-SO-319B	478168	7910875	0,4488	0,0000	0,2620	0,0152	464,148	672,350	0,0000	483,585	150,213	149,366	0,0000	75	75,405
MAN3-SO-347B	478266	7910070	12,422	0,2011	0,3919	0,0946	4,730,735	1,154,688	1,068,046	1,667,097	463,156	510,333	105,626	224	226,215
MAN3-SO-283B	477966	7910472	0,8603	0,0533	0,2646	0,0640	2,017,257	1,783,190	419,590	967,171	200,284	336,073	105,626	133	96,949
MAN3-SO-345B	478266	7910270	0,9210	0,0992	0,4915	0,0875	1,999,405	3,946,403	508,593	4,326,816	538,262	609,910	105,626	0	226,215
MAN3-SO-346B	478266	7910170	10,121	0,1329	0,3350	0,0965	3,052,663	1,432,398	419,590	1,539,837	237,837	448,097	92,422	173	172,354
MAN3-SO-197B	477568	7910670	10,745	0,1487	0,2358	0,0811	2,874,145	920,827	432,304	776,282	175,248	236,496	66,016	110	75,405
MAN3-SO-154B	477367	7910270	0,9911	0,0992	0,2990	0,0768	3,034,811	1,037,758	0,0000	1,476,208	363,014	385,861	52,813	109	118,494
MAN3-SO-284B	477968	7910368	11,451	0,0816	0,3844	0,0418	1,570,961	3,829,473	521,308	2,825,156	287,908	323,626	264,064	139	118,494
MAN3-SO-198B	477566	7910570	10,673	0,0891	0,5438	0,0562	3,463,255	1,695,492	1,106,191	1,552,563	438,120	485,438	79,219	176	161,582
MAN3-SO-351B	478273	7909678	0,7946	0,2544	0,8384	0,2222	2,356,442	8,915,948	1,436,777	3,270,564	713,510	560,121	290,470	0	183,127
MAN3-SO-200B	477567	7910368	15,751	0,1308	0,5703	0,0301	1,910,146	2,455,540	0,0000	2,023,423	375,532	497,886	92,422	164	129,266
MAN3-SO-283B	477966	7910472	12,195	0,0728	0,7003	0,1258	1,588,813	1,958,585	597,597	1,985,245	425,602	597,463	79,219	218	172,354
MAN3-SO-286B	477966	7910170	0,9565	0,1280	0,4684	0,1796	3,409,700	2,280,144	610,312	2,443,378	312,943	585,016	211,251	171	236,987

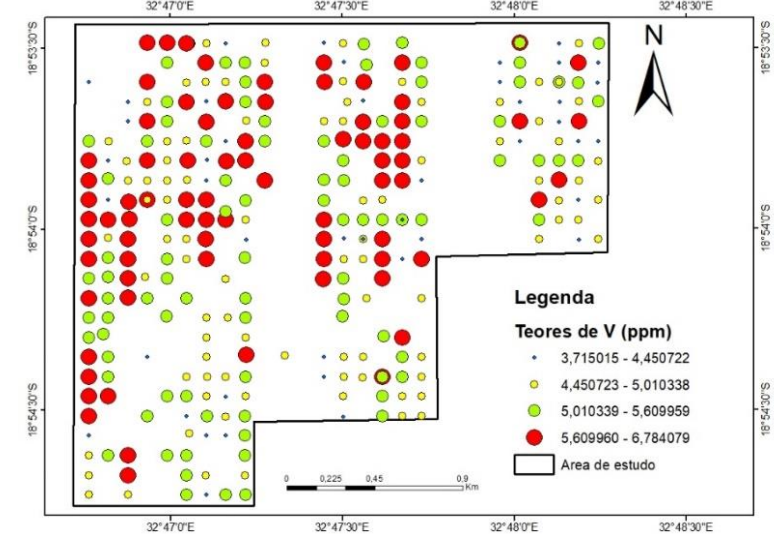
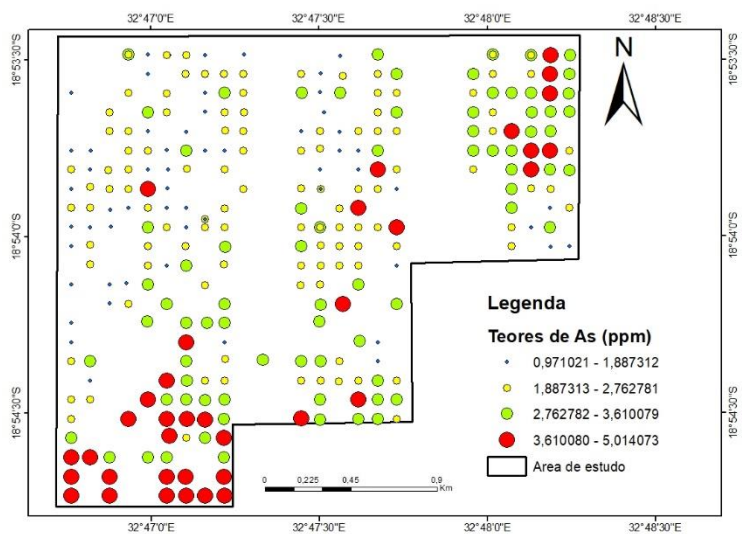
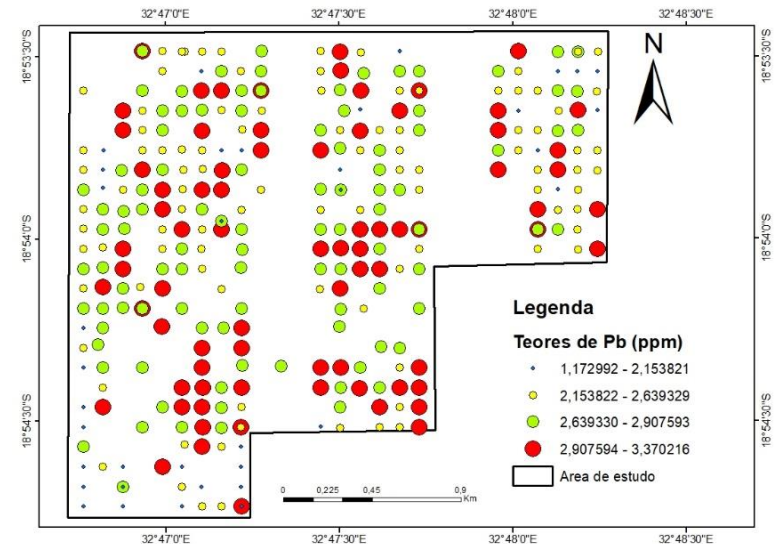
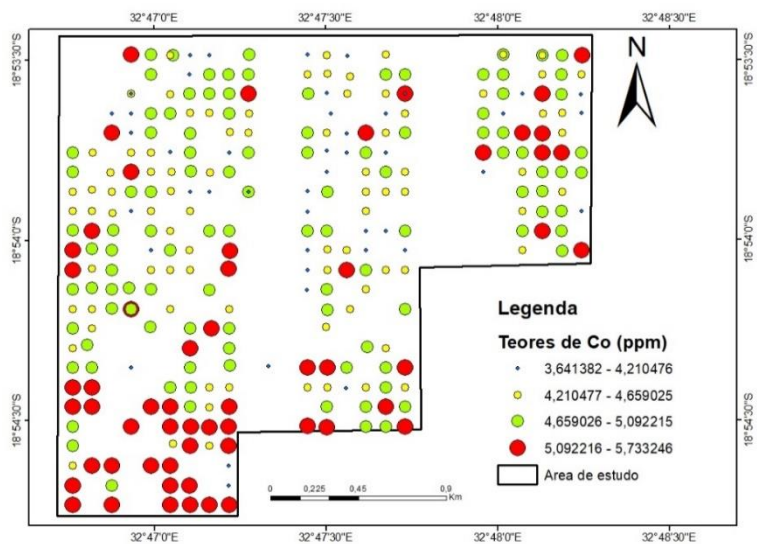
MAN3-SO-288B	477965	7909968	12,003	0,1732	0,3959	0,0908	3,766,736	1,695,492	521,308	1,565,289	337,978	497,886	158,438	122	118,494
MAN3-SO-285B	477967	7910268	0,6767	0,0473	0,3983	0,0629	1,035,406	2,733,250	0,0000	2,990,593	337,978	485,438	145,235	164	172,354
MAN3-SO-287B	477967	7910068	10,302	0,1180	0,4590	0,1069	3,391,848	1,958,585	648,457	1,959,793	500,709	522,780	132,032	160	172,354
MAN3-SO-218B	477665	7910971	18,327	0,6855	0,6768	0,1874	3,552,514	1,651,643	0,0000	1,043,526	200,284	298,731	0,0000	139	161,582
MAN3-SO-348B	478266	7909971	13,159	0,2125	0,6656	0,1601	3,677,477	3,566,379	953,613	2,634,267	500,709	547,674	198,048	258	183,127
MAN3-SO-281B	477966	7910669	11,025	0,0951	0,5191	0,0776	1,820,887	2,060,899	1,500,351	2,074,326	638,404	672,146	105,626	0	193,899
MAN3-SO-155B	477365	7910170	0,9389	0,0761	0,2536	0,1761	3,266,885	789,281	928,183	992,622	400,567	460,544	105,626	134	129,266
MAN3-SO-318B	478169	7910970	19,341	0,3138	0,5900	0,1074	4,837,846	2,119,365	979,042	2,163,408	475,673	995,771	184,845	278	247,760
MAN3-SO-439B	478966	7911170	0,9475	0,1164	0,5541	0,1809	3,855,995	2,704,017	1,436,777	2,774,252	475,673	547,674	79,219	245	290,848
MAN3-SO-477B	479267	7910770	0,8047	0,1093	0,5139	0,1354	4,516,513	2,806,331	788,320	2,265,215	287,908	385,861	277,267	165	161,582
MAN3-SO-178B	477466	7910269	11,757	0,1062	0,4618	0,0829	4,462,958	2,250,911	1,220,624	2,570,638	588,333	547,674	105,626	240	226,215
MAN3-SO-156B	477366	7910070	0,9355	0,1202	0,4425	0,0668	4,123,773	1,096,223	826,464	1,539,837	488,191	497,886	171,642	194	107,722
MAN3-SO-474B	479265	7911068	11,357	0,1570	0,3449	0,0930	3,124,070	3,434,832	1,195,195	3,550,534	425,602	423,203	409,299	125	75,405
MAN3-SO-476B	479267	7910871	0,6919	0,0785	0,6557	0,1843	1,321,035	2,967,110	928,183	2,646,993	463,156	622,357	290,470	184	258,532
MAN3-SO-460B	479066	7910270	10,810	0,1138	0,6956	0,1379	1,017,554	6,591,955	1,347,773	4,695,868	500,709	659,698	92,422	176	204,671
MAN3-SO-460B	479066	7910270	11,034	0,1496	0,6566	0,1345	1,785,183	8,462,842	1,373,202	4,275,912	413,085	684,593	132,032	199	183,127
MAN3-SO-475B	479263	7910969	10,825	0,1065	0,4522	0,0993	1,749,479	4,604,137	1,424,062	3,766,875	388,049	572,568	382,893	175	172,354
MAN3-SO-262B	479168	7911169	11,150	0,0592	0,5695	0,0404	517,703	2,426,307	699,316	1,934,341	413,085	622,357	92,422	206	183,127
MAN3-SO-264B	479167	7910970	10,213	0,0628	0,6050	0,0980	1,088,962	6,708,885	1,945,370	6,490,223	675,957	659,698	356,486	154	172,354
MAN3-SO-177B	477465	7910310	16,219	0,1215	0,6833	0,0367	1,606,665	2,177,830	0,0000	1,692,548	262,872	485,438	132,032	276	172,354
MAN3-SO-350B	478466	7910270	10,066	0,4363	0,8144	0,1764	2,267,182	9,369,053	1,500,351	4,861,305	563,297	846,406	488,518	0	172,354
MAN3-SO-459B	479066	7910370	11,191	0,1122	0,4994	0,0824	3,338,292	4,341,043	864,609	2,557,912	613,368	684,593	198,048	163	193,899

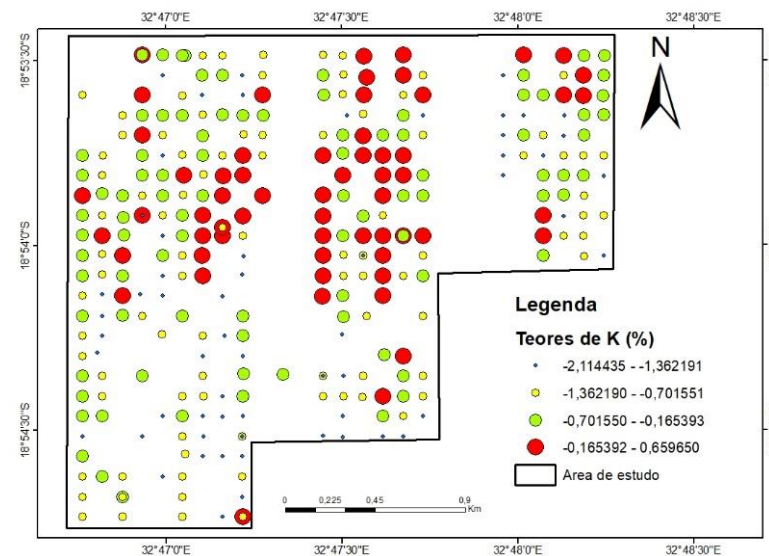
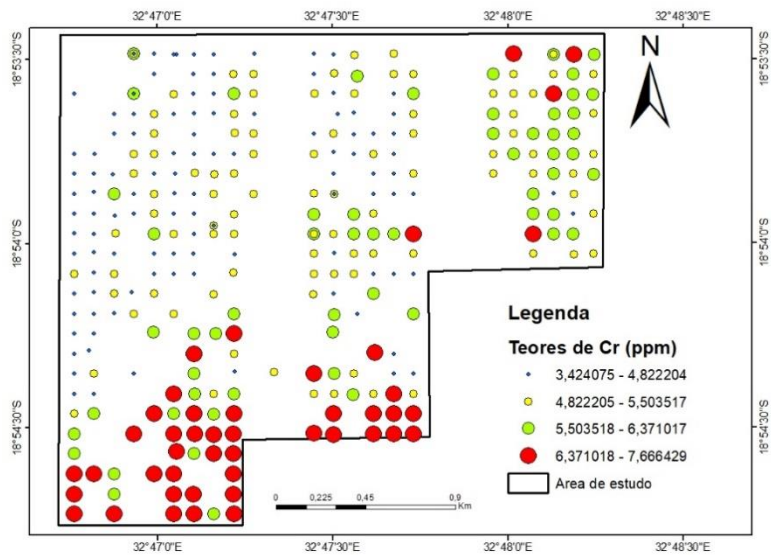
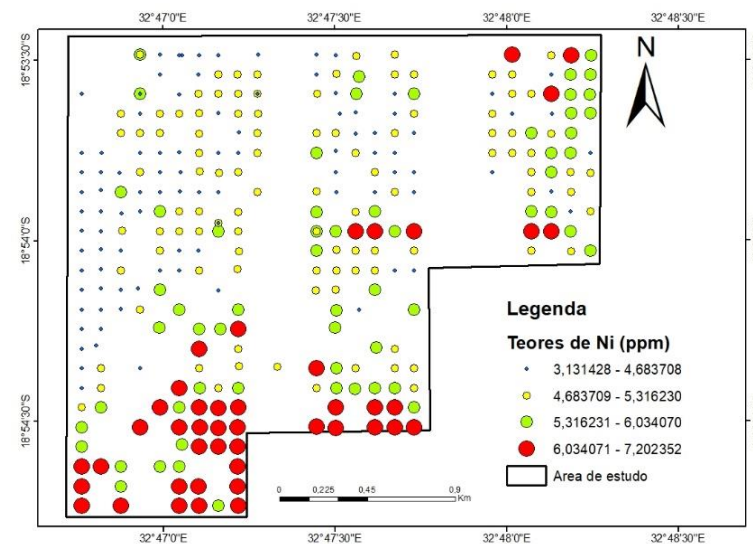
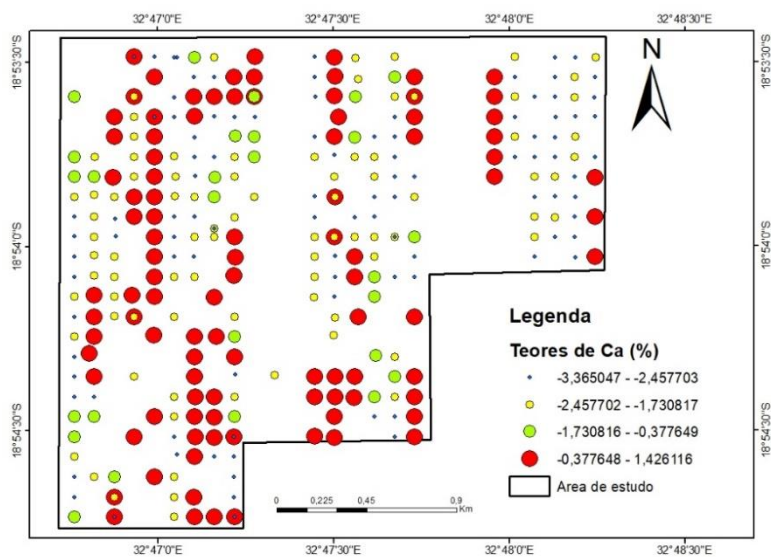
MAN3-SO-354B	478266	7909370	0,5341	0,0378	0,6824	0,0772	1,767,331	17,378,790	1,385,917	9,951,676	1,151,630	1,468,762	462,112	0	193,899
MAN3-SO-438B	478966	7911170	0,9569	0,1256	0,5835	0,1400	2,285,034	6,007,302	953,613	4,695,868	500,709	697,040	92,422	166	215,443
MAN3-SO-353B	478266	7909470	17,154	0,2023	0,4865	0,0715	2,695,626	2,397,074	0,0000	2,659,719	400,567	933,535	158,438	260	183,127
MAN3-SO-236B	477967	7910268	11,066	0,1024	0,4125	0,1383	5,141,327	1,315,468	1,602,069	1,565,289	162,730	323,626	92,422	170	150,810
MAN3-SO-176B	477466	7910471	18,905	0,2019	0,5493	0,0813	2,356,442	1,447,014	623,027	954,445	237,837	448,097	0,0000	221	258,532
MAN3-SO-189B	477466	7909170	0,2151	0,0625	0,2775	0,1329	821,184	14,207,051	1,017,187	6,222,979	563,297	560,121	224,454	0	107,722
MAN3-SO-212B	477565	7909170	0,2233	0,0617	0,3242	0,1823	1,927,998	21,354,426	2,263,241	9,557,172	600,851	771,723	422,502	0	75,405
MAN3-SO-215B	477566	7908871	0,4252	0,0753	0,6876	0,2442	2,713,478	18,533,478	2,975,272	13,425,854	1,364,431	1,008,218	1,505,165	0	64,633
MAN3-SO-214B	477565	7908970	0,1260	0,0364	0,5745	0,3047	1,374,591	11,663,814	623,027	8,386,387	1,126,595	485,438	739,379	268	86,177
MAN3-SO-211B	477564	7909270	0,1713	0,0775	0,4552	0,1890	1,820,887	18,080,373	1,830,936	10,422,535	838,687	1,008,218	330,080	0	96,949
MAN3-SO-213B	477565	7909071	0,3696	0,0764	0,3819	0,1212	1,642,368	11,210,708	584,882	4,301,364	738,545	585,016	303,674	0	86,177
MAN3-SO-367B	478366	7910070	0,4958	0,0806	0,3692	0,0674	731,925	862,362	686,601	979,896	350,496	336,073	0,0000	0	129,266
MAN3-SO-179B	477465	7910310	0,2708	0,0511	0,1285	0,0314	0,0000	306,942	0,0000	229,067	0,0000	99,577	26,406	48	32,316
MAN3-SO-320B	478165	7910769	14,084	0,3434	0,4111	0,0625	3,909,551	1,008,525	597,597	890,815	212,801	472,991	39,610	138	193,899
MAN3-SO-324B	478168	7910368	0,7799	0,0537	0,2278	0,0307	1,053,258	2,528,621	0,0000	1,552,563	262,872	273,837	118,829	85	107,722
MAN3-SO-321B	478166	7910668	13,887	0,1178	0,4093	0,0690	5,087,772	1,198,537	381,445	1,145,334	275,390	398,308	66,016	192	140,038
MAN3-SO-323B	477666	7910470	14,171	0,1657	0,4090	0,0253	3,016,959	1,739,341	495,879	1,272,593	325,461	472,991	158,438	150	129,266
MAN3-SO-325B	478167	7910269	0,9490	0,0904	0,4480	0,0630	2,499,256	3,961,019	0,0000	4,441,349	525,744	597,463	118,829	184	204,671
MAN3-SO-317B	478184	7911059	12,364	0,1494	0,4755	0,1127	2,570,664	3,098,657	851,894	2,659,719	350,496	522,780	118,829	130	150,810
MAN3-SO-278P	477970	7910970	0,5674	0,0644	0,1709	0,0314	3,231,181	1,505,480	1,131,620	1,578,015	876,240	547,674	184,845	162	118,494
MAN3-SO-326P	478166	7910170	0,2339	17,021	0,2838	0,0763	803,332	1,578,561	877,324	1,705,274	312,943	672,146	79,219	174	193,899
MAN3-SO-276P	477967	7911170	0,3570	0,0847	0,1972	0,0294	660,518	964,676	661,171	687,200	250,354	298,731	0,0000	175	107,722

MAN3-SO-277P	477968	7911069	0,6522	0,0583	0,0946	0,0190	3,106,218	686,966	813,750	738,104	275,390	311,178	92,422	143	107,722
MAN3-SO-280P	477968	7910770	0,3867	0,0581	0,2019	0,0400	1,017,554	1,169,305	1,284,198	1,399,852	425,602	497,886	52,813	141	150,810

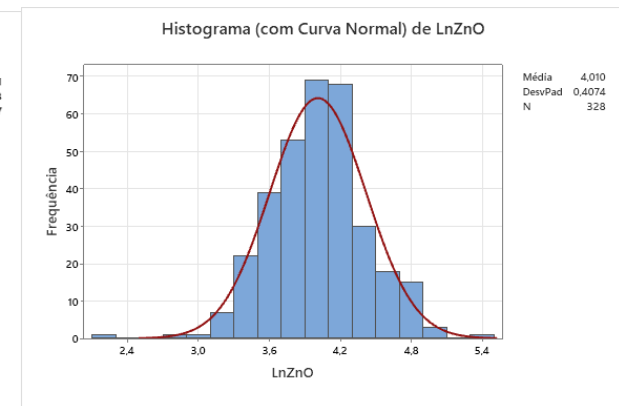
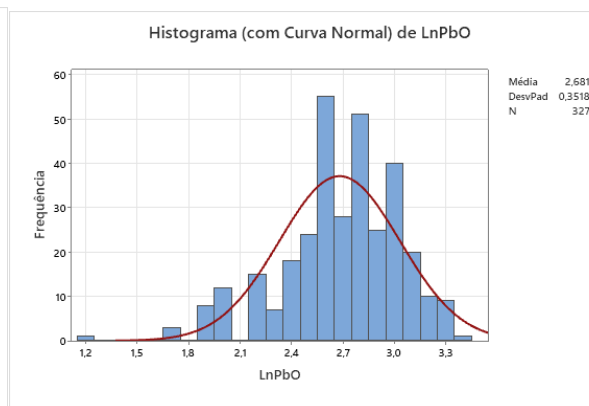
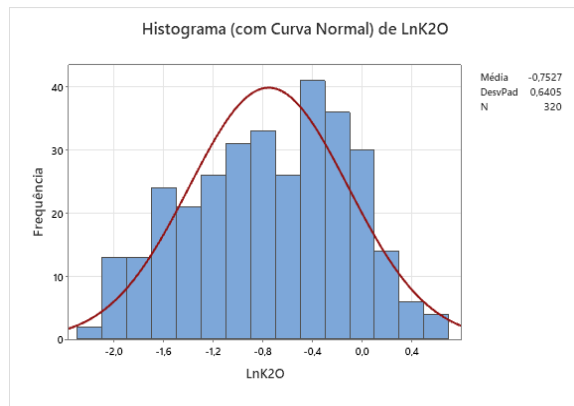
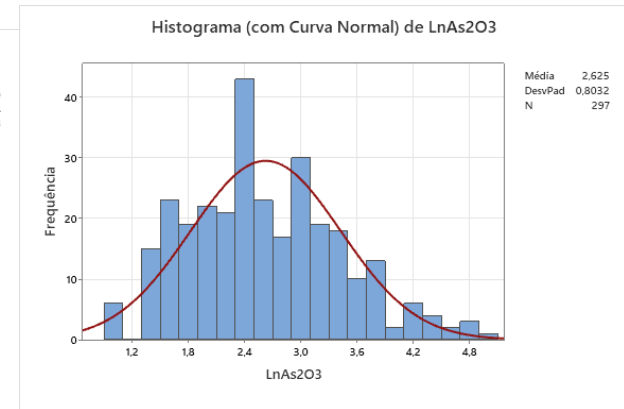
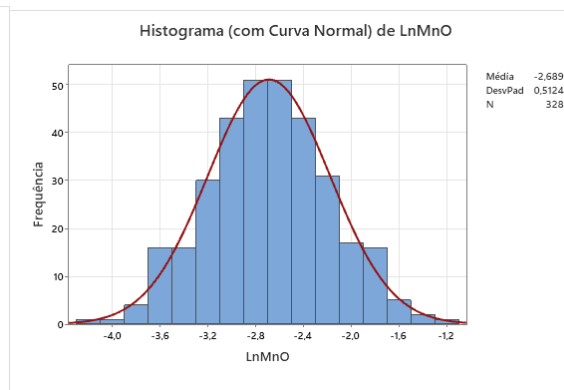
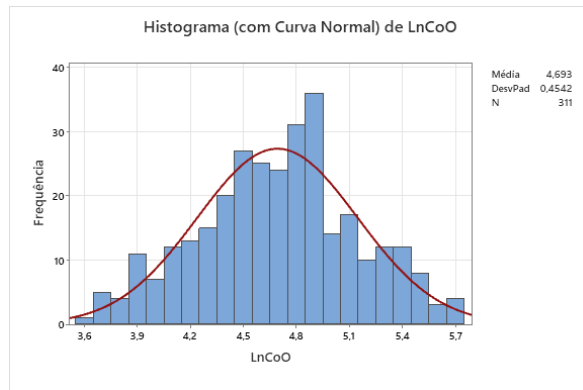
2. Mapas ilustrativos da Krigagem indicativa

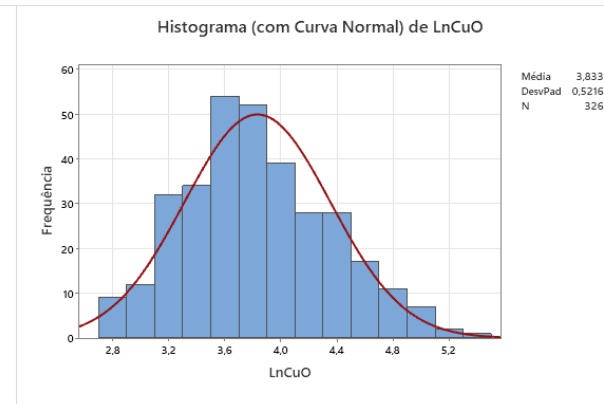
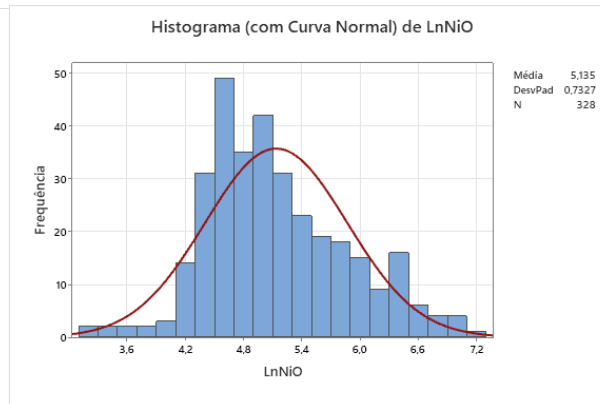
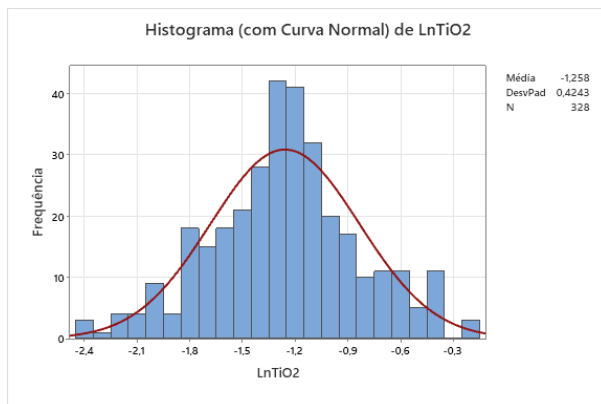
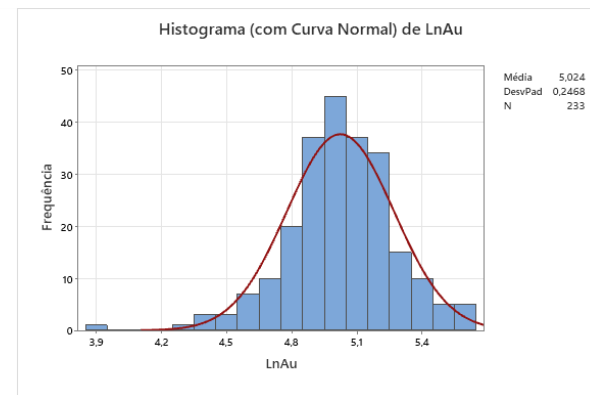
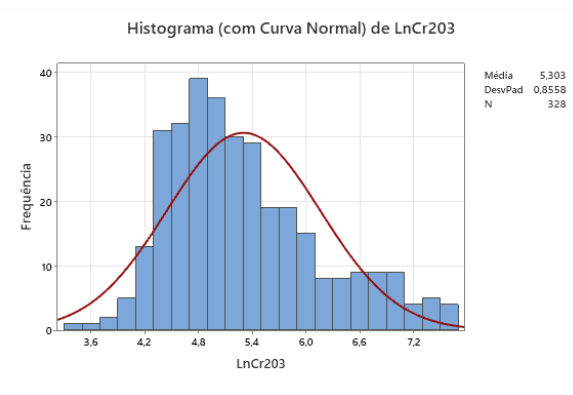
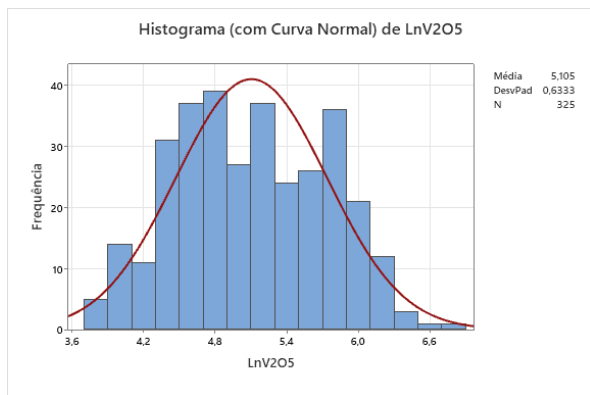






3. Histogramas e gráficos de teores (logaritmizados) dos elementos em estudo



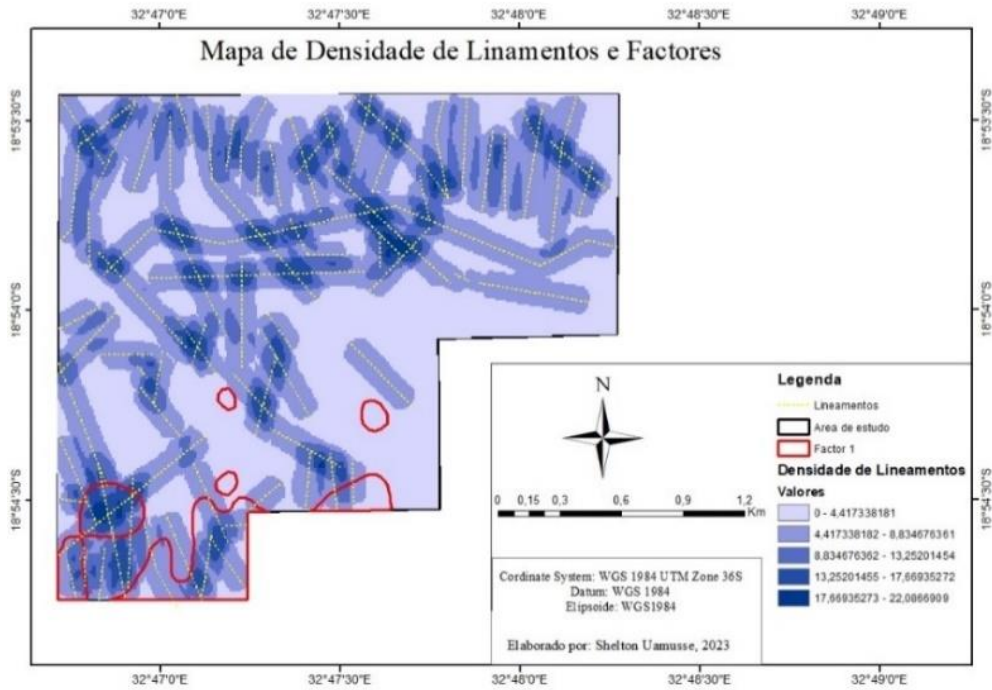


4. Ilustra os resultados da análise estatística univariada de dados (não logaritimizados) de dados geoquímicos de solos da área de estudo.

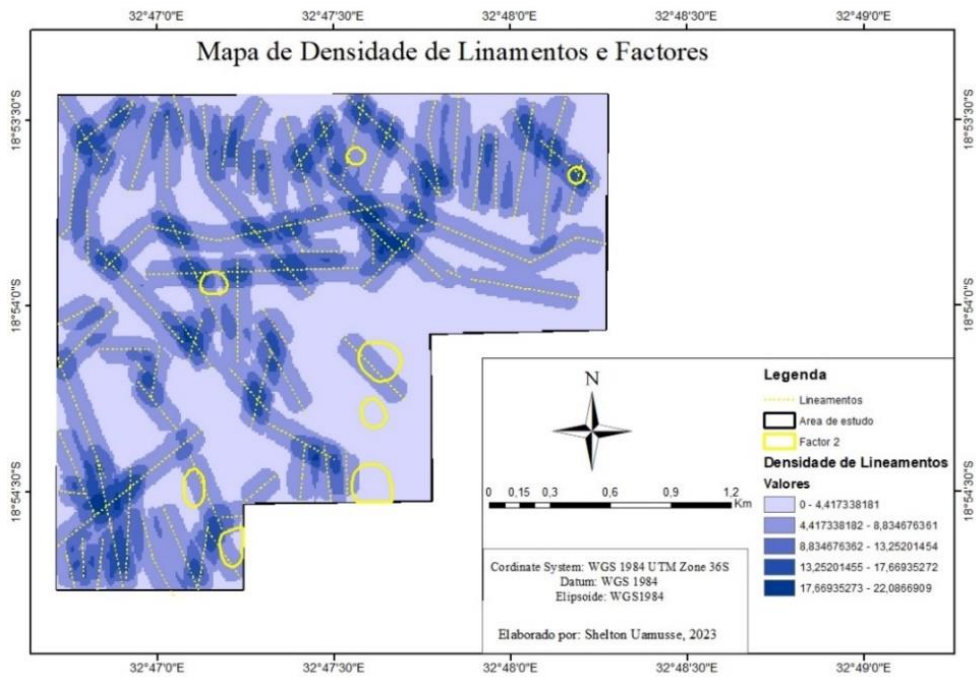
Variável	Máximo	Média	Desv.P	Variância	C.V	Mediana	Moda	Curtose
K₂O	19,341	0,57	0,35	0,12	61,10	0,49	0,22	1,28
CaO	41,625	0,73	1,00	1,00	136,97	0,12	0,0617050; 0,0727587	0,86
TiO₂	0,83843	0,31	0,14	0,02	44,25	0,28	0,231090; 0,267964;	1,65
MnO	0,30473	0,08	0,04	0,00	54,67	0,07	0,05	3,66
V₂O₅	883,67	200,59	130,45	17016,55	65,03	162,45	101,755; 117,822	2,67
Cr₂O₃	2135,4	309,30	367,40	134975,10	118,80	168,10	83,3130; 97,9293	7,45
CoO	308,97	120,83	55,65	3097,37	46,06	110,62	141,14	0,93
NiO	1342,6	227,40	205,30	42130,80	90,27	153,30	96,72	5,84
CuO	236,58	53,28	31,61	999,33	59,33	42,56	40,0567; 42,5602	4,80
ZnO	210,36	59,89	25,63	656,65	42,78	54,77	54,77	4,23
As₂O₃	150,52	19,64	20,57	423,18	104,76	11,88	10,56	11,35
Au	278	134,14	65,08	4235,49	48,52	147,00	0,00	0,35
PbO	29,085	15,45	4,92	24,19	31,84	15,08	12,93	-0,24

5. Mapas de integração de lineamentos e factores

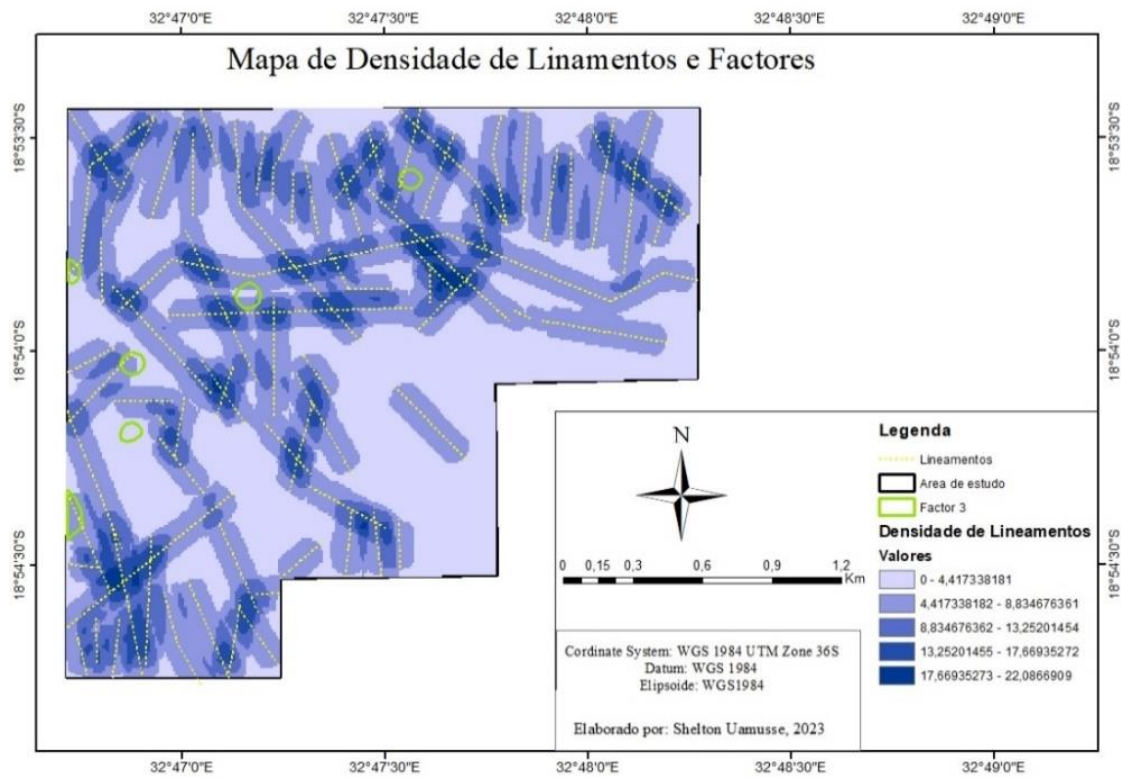
5.1. Integração do mapa de densidades de lineamentos com o factor 1.



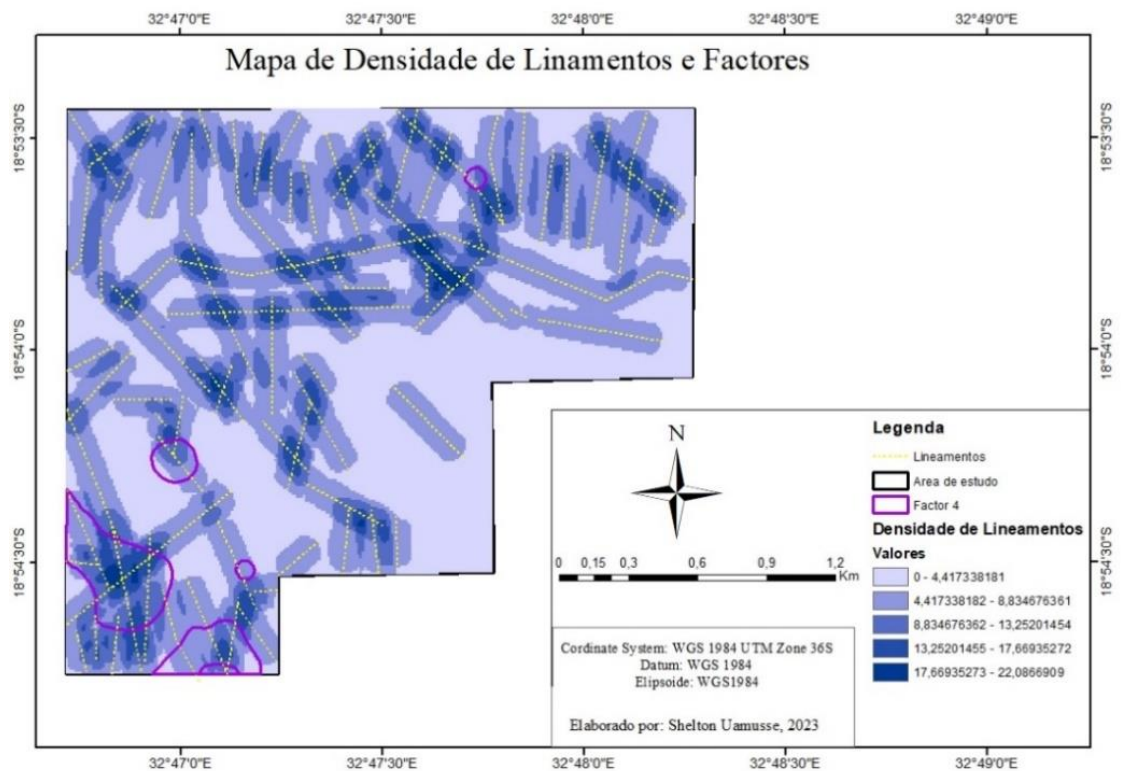
5.2. Integração do mapa de densidades de lineamentos com o factor 2



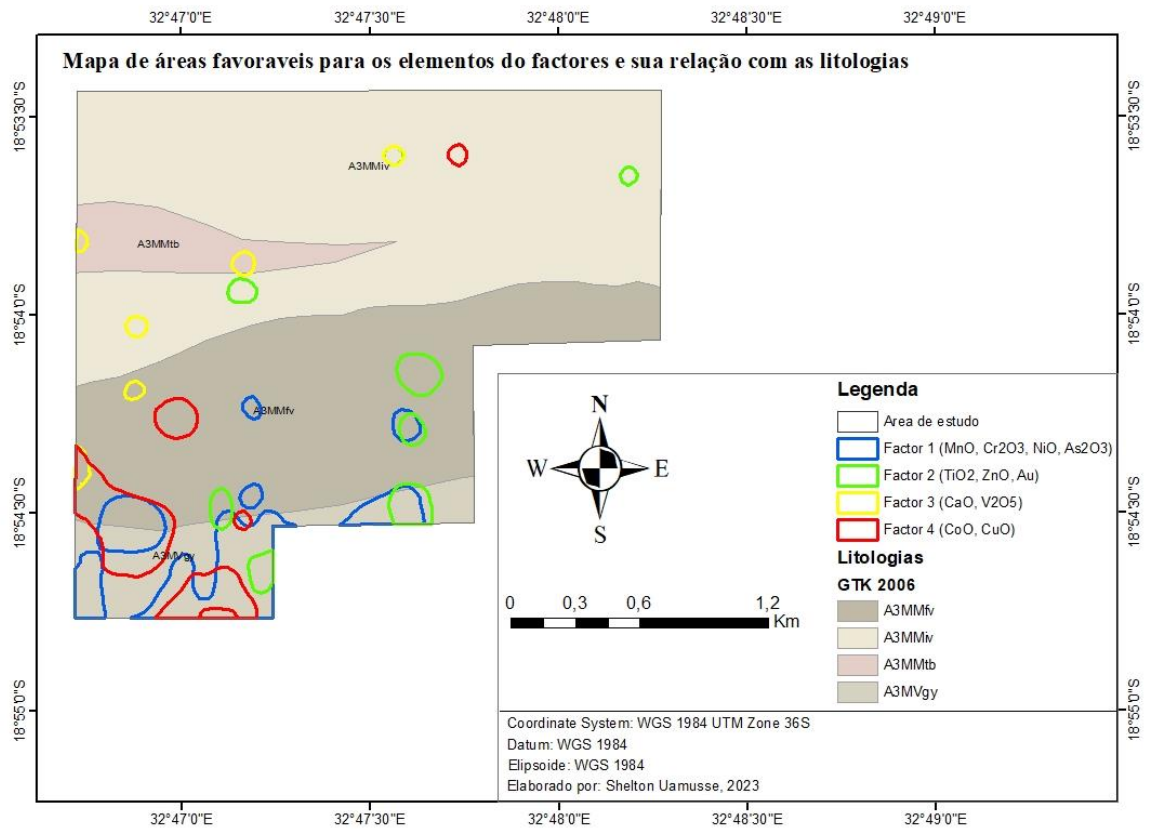
5.3. Integração do mapa de densidades de lineamentos com o factor 3.



5.4. Integração do mapa de densidades de lineamentos com o factor 4

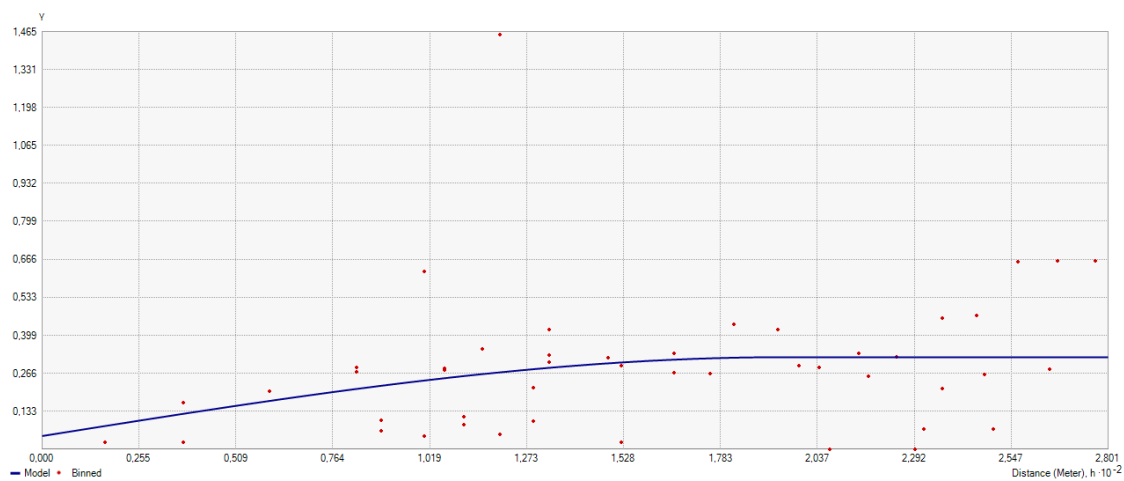


6. Mapa de densidade de lineamentos com os factores

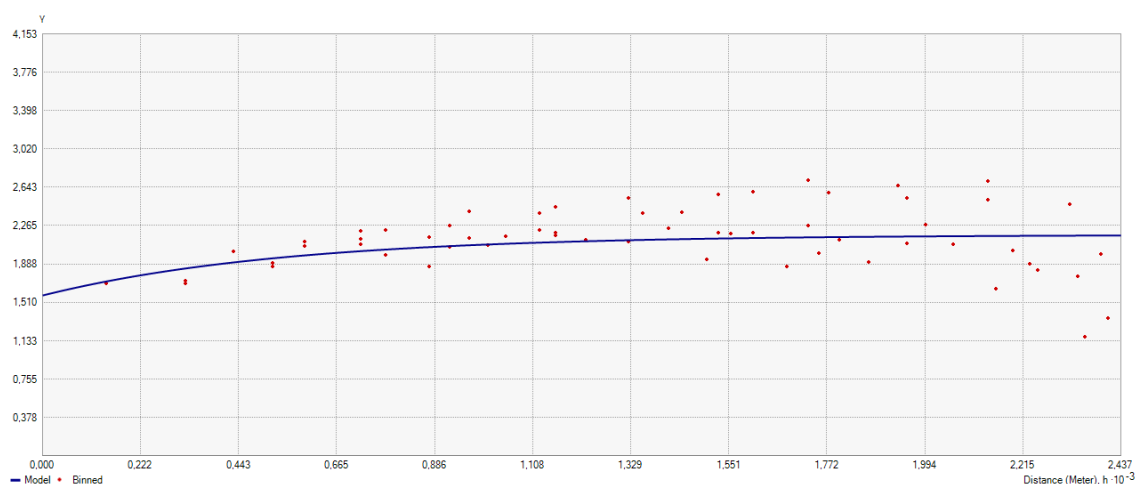


7. Semivariogramas Experimentais

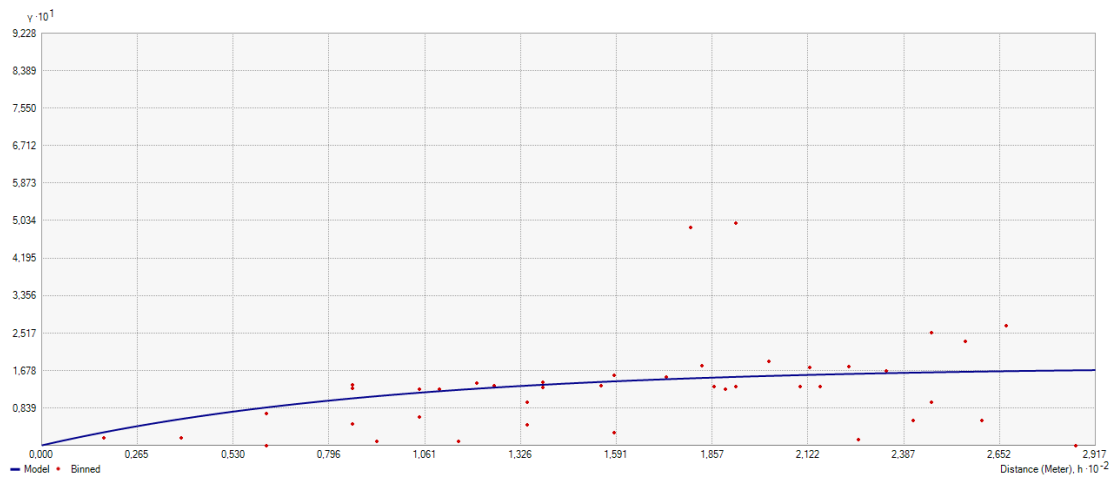
K₂O



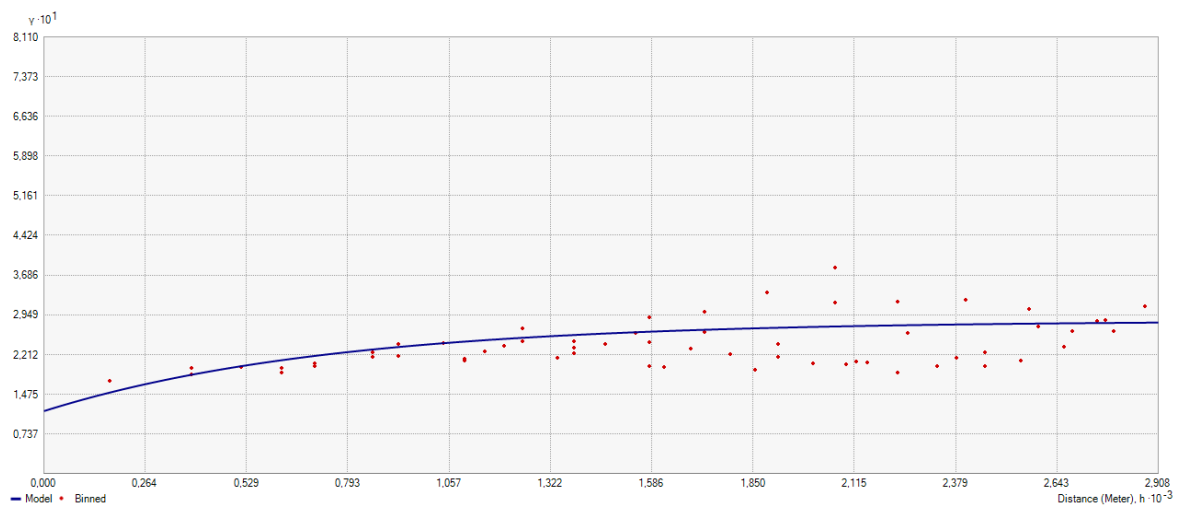
Cao



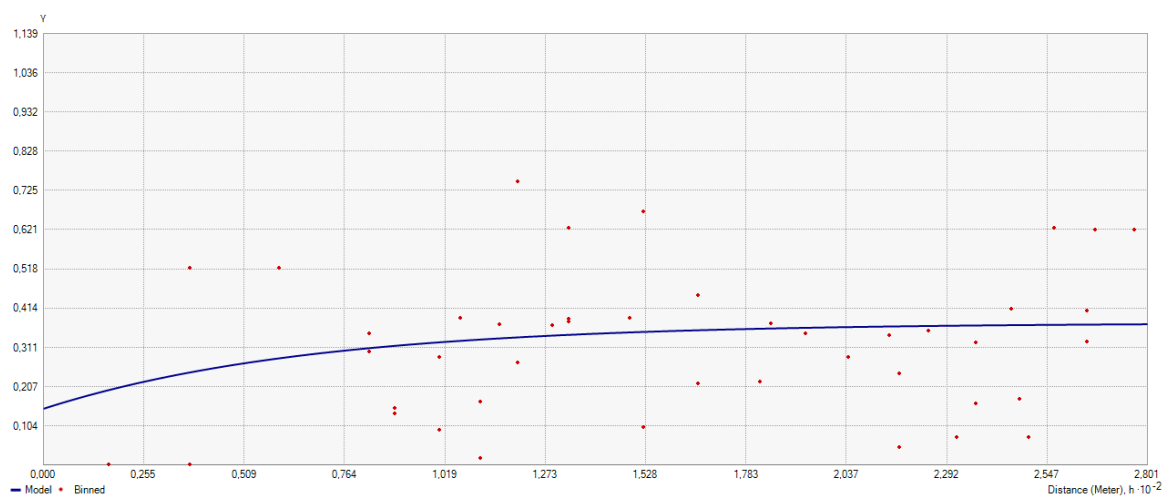
TiO₂



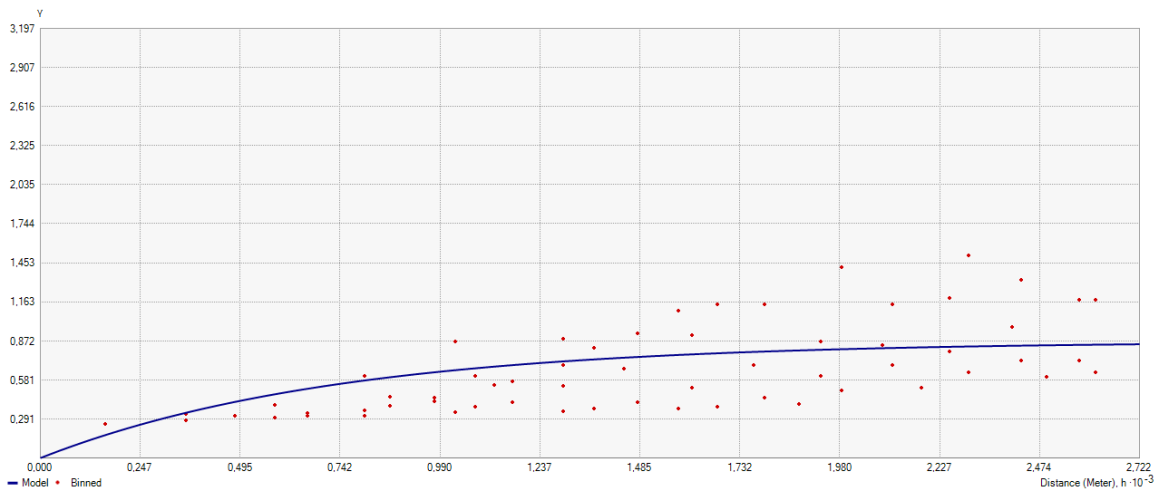
MnO



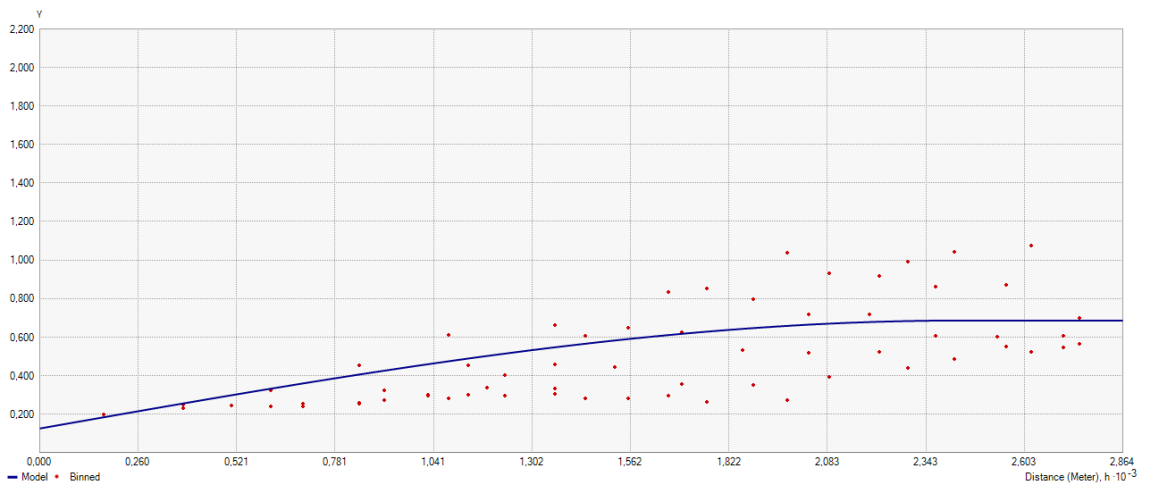
V₂O₅



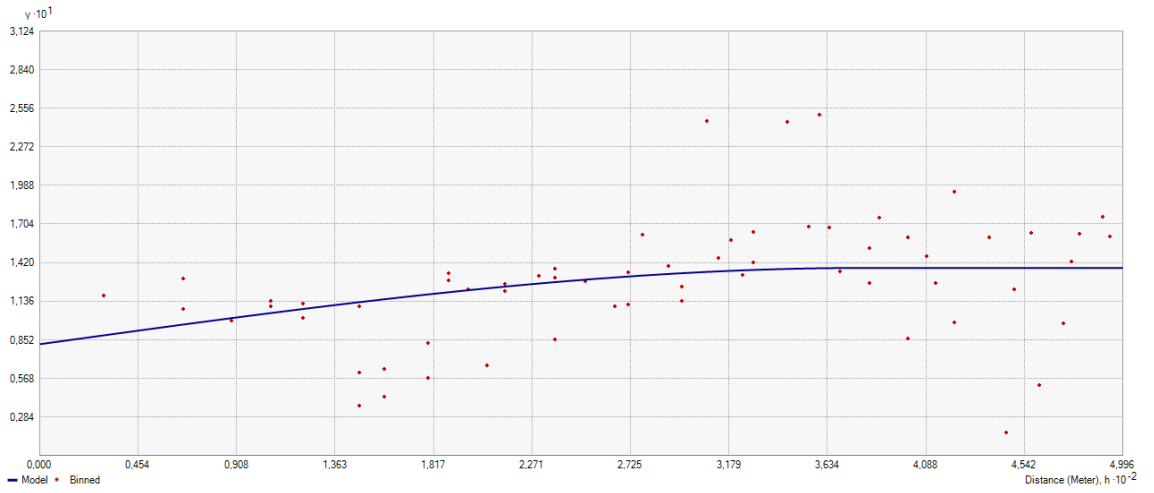
Cr₂O₅



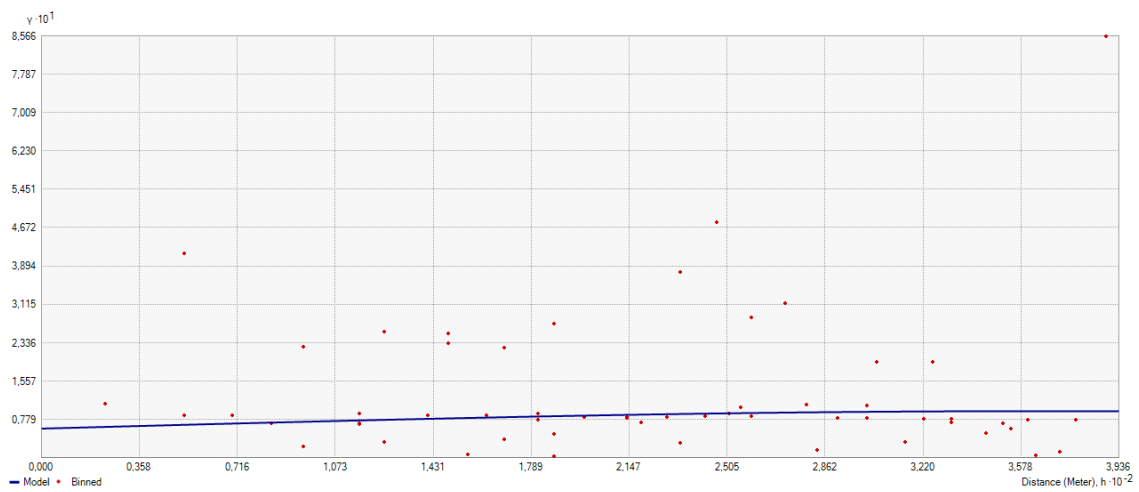
NiO



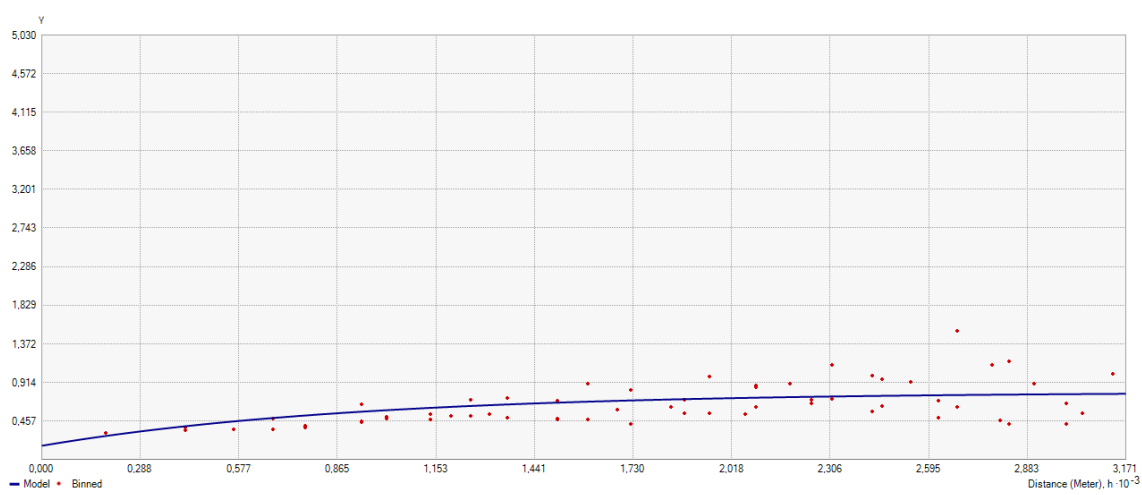
CoO



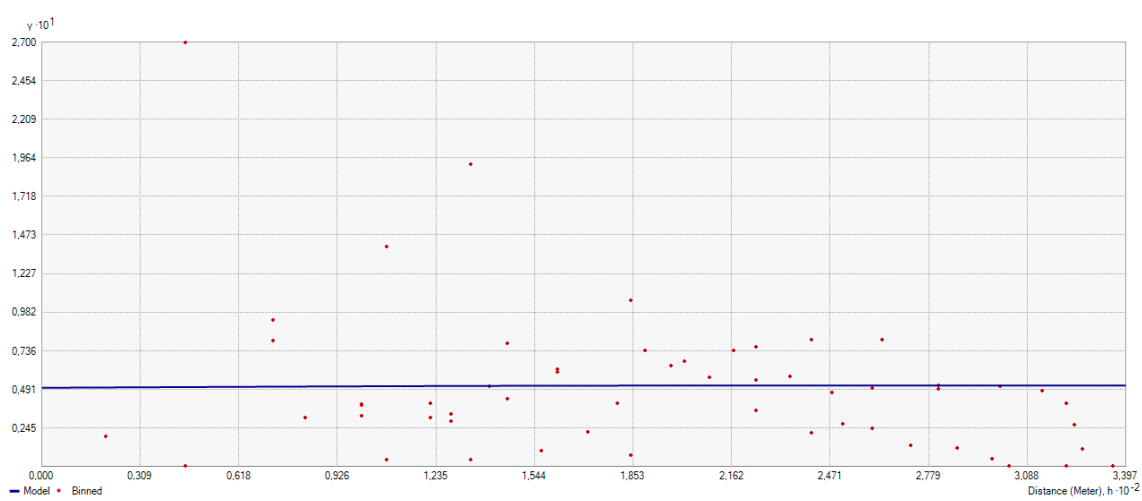
ZnO



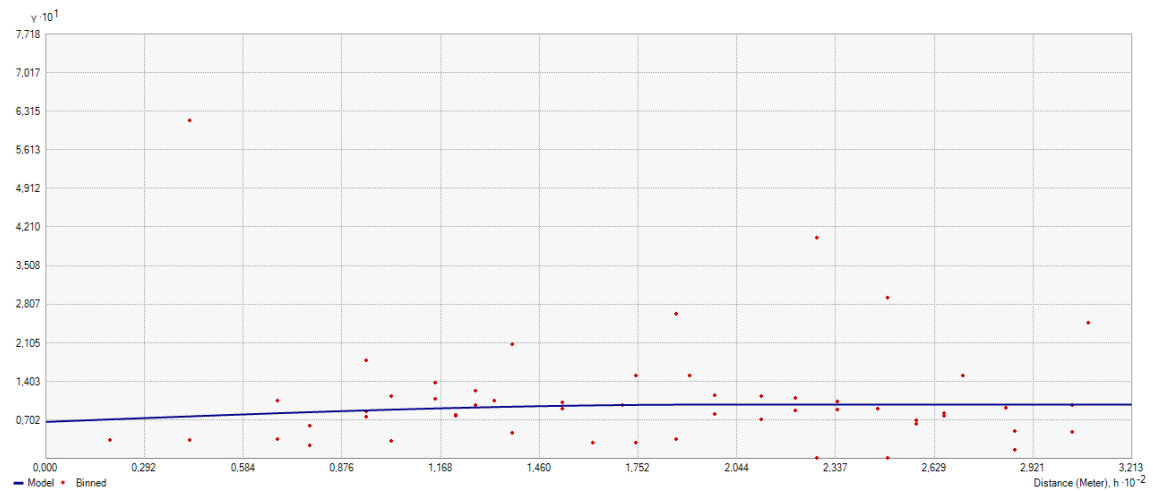
As₂O₃



Au



PbO



8. Gráfico de Scree Plot

