

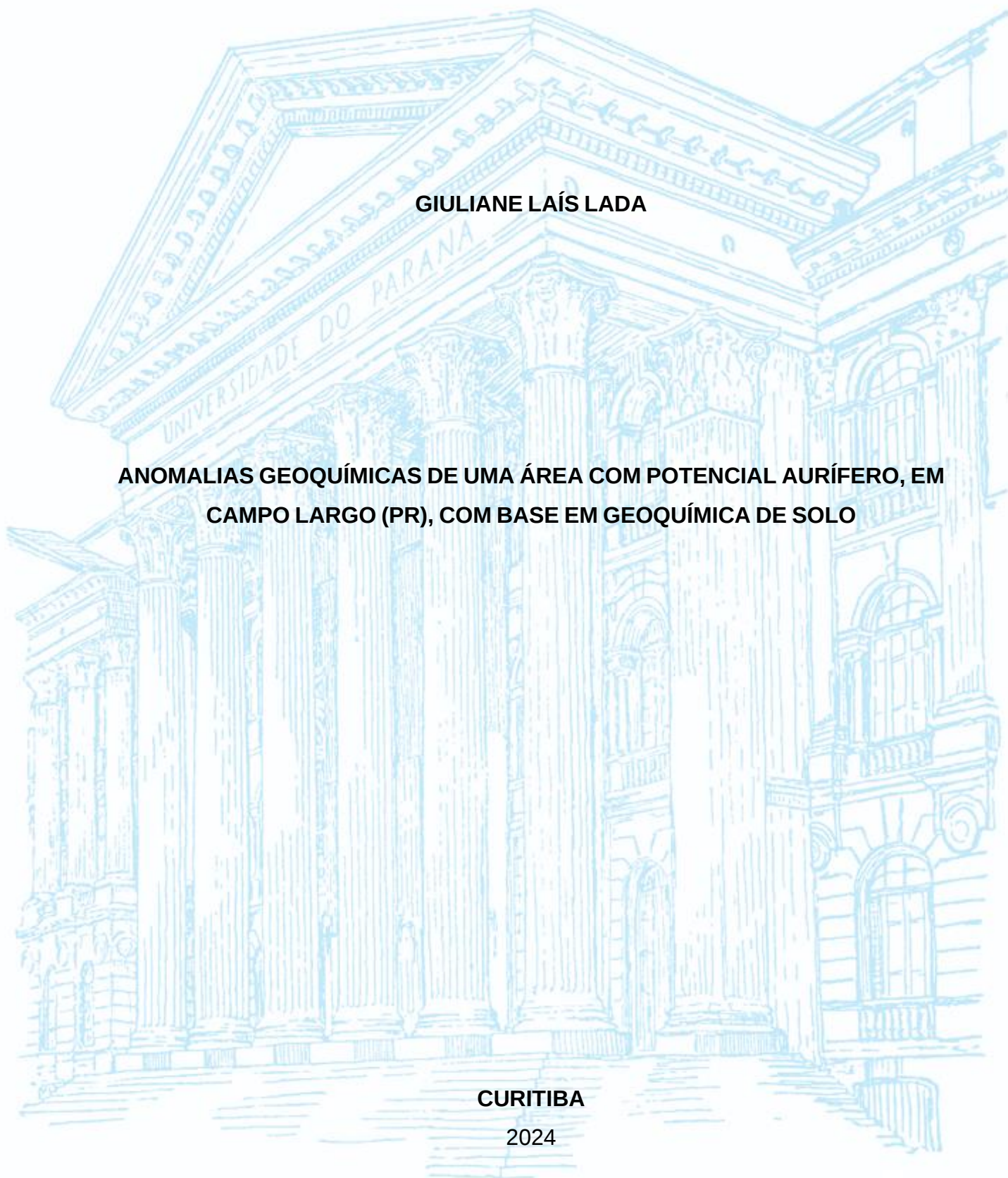
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CURSO DE GEOLOGIA**

GIULIANE LAÍS LADA

**ANOMALIAS GEOQUÍMICAS DE UMA ÁREA COM POTENCIAL AURÍFERO, EM
CAMPO LARGO (PR), COM BASE EM GEOQUÍMICA DE SOLO**

CURITIBA

2024



GIULIANE LAÍS LADA

**ANOMALIAS GEOQUÍMICAS DE UMA ÁREA COM POTENCIAL AURÍFERO, EM
CAMPO LARGO (PR), COM BASE EM GEOQUÍMICA DE SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Geologia da Universidade Federal do
Paraná como requisito parcial à obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof^a.Dr^a Ariadne Borgo

Co-orientador: Prof Dr Otavio Augusto Boni Licht

CURITIBA

2024

Dedico este trabalho a minha mãe Gilciane e a meu pai Jociel, que foram meu alicerce durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr.^a Ariadne Borgo e Dr. Otavio Augusto Boni Licht pela orientação no trabalho de conclusão de curso.

A Universidade Federal do Paraná - UFPR pelo espaço fornecido durante toda a graduação.

A Liza Mohana, que sempre esteve ao meu lado desde o primeiro mês de graduação, pela amizade e apoio com conversas e risadas que permitiram enfrentar as adversidades da vida com mais leveza e tranquilidade.

A meus amigos da equipe VI de mapeamento geológico, Agda e Jeasy, com quem dividi os melhores e inesquecíveis momentos do último ano de graduação, subindo morros e trilhando rios e cachoeiras em Adrianópolis.

Aos meus colegas de curso por todos os momentos geológicos e descontraídos compartilhados ao longo dos anos, em especial a Heloísa, Thaisa, Mirian, André e Filipe Bento.

A minha família pelo incentivo em minha escolha, em especial a minha tia Vânia, pelo apoio desde o início da graduação.

Por fim, agradeço imensamente a meus pais e minha irmã pela compreensão perante minha ausência em momentos importantes, inúmeras esperas na rodoviária quando eu estava com saudade de casa, videochamadas para que eu pudesse ver a Meg, o Mike e o Mingau e por sempre acreditarem em mim.

RESUMO

O Granito Passa Três, localizado no município de Campo Largo, PR, possui a única mineralização aurífera conhecida hospedada em corpos graníticos no estado do Paraná. Esta mineralização, presente nos veios, vem sendo estudada desde a década de 1980, porém ainda há aspectos em discussão. A prospecção geoquímica é uma ferramenta que pode auxiliar na identificação de anomalias presentes na área, utilizando o tratamento estatístico dos dados. Com base em um acervo de análises químicas de amostras de solo coletados, o presente trabalho tem como objetivo a confecção de mapas de anomalias geoquímicas para corroborar com os estudos na região, a partir do tratamento de resultados analíticos de 839 amostras de solo, em que foram selecionados os elementos Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sb, Te e Zn associados aos veios mineralizados presentes na intrusão granítica. A metodologia utilizada para o tratamento e confecção dos mapas na escala 1:10:000 mostrou-se eficiente, em que é possível estabelecer relação espacial na distribuição entre as anomalias e as litologias presentes na área e, também, dos intensos sinais geoquímicos dos elementos de Au, Ag, Bi e Mo nas mesmas regiões.

Palavras-chave: Granito Passa Três; anomalias geoquímicas; mineralização aurífera.

ABSTRACT

The Passa Três Granite, located in the city of Campo Largo, PR, has the only known gold mineralization hosted in granite in the state of Paraná. This mineralization, present in the veins, has been studied since the 1980s, but there are still some aspects under discussion. Geochemical prospecting is a tool that can help identify anomalies present in the area, using statistical treatment of the data. Based on a group of chemical analyses of collected soil samples, the present work aims to create maps of geochemical anomalies to corroborate studies in the region, from the treatment of analytical results of 839 soil samples, in which the elements Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sb, Te and Zn associated with the mineralized veins present in the granite intrusion were selected. The methodology used to process and produce maps at a scale of 1:10:000 proved to be efficient, as it was possible to establish a spatial relationship between the distribution of anomalies and lithologies present in the area, as well as the intense geochemical signals of the elements Au, Ag, Bi and Mo in the same regions.

Keywords: Passa Três granite; geochemical anomalies; gold mineralization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo e vias de acesso à área	02
Figura2: Mapa geológico regional.....	04
Figura 3: Mapa geológico na escala 1:25:000 da região do Granito Passa Três	05
Figura 4: Características gerais de depósitos do tipo IRGS	07
Figura 5: Histograma confeccionado com valores originais	09
Figura 6: Histograma com zona de mistura entre duas subpopulações	10
Figura 7: Mapa de distribuição de Au em sedimentos de corrente	11
Figura 8: Mapa de localização e espaçamento dos pontos de amostragem de solo.....	12
Figura 9: A) Histograma com os dados originais e B) Histograma em Log ₁₀ ppm.....	13
Figura 10: A) Gráfico de probabilidade e B) <i>Boxplot</i> gerado a partir da modelagem....	14
Figura 11: A) Histograma de Ag e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de Ag.....	15
Figura 12: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Ag	17
Figura 13: A) Histograma de As e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de As	18
Figura 14: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de As.....	19
Figura 15: A) Histograma de Au e B) <i>Boxplot</i> de subpopulações de Au	20
Figura 16: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Au	21
Figura 17: A) Histograma de Bi e B) <i>Boxplot</i> de subpopulações de Bi.....	22
Figura 18: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Bi.....	23
Figura 19: A) Histograma de Co e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de Co	24
Figura 20: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Co	25
Figura 21: A) Histograma de Cu e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de Cu	26
Figura 22: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Cu	27
Figura 23: A) Histograma de Fe e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de Fe	28
Figura 24: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Fe.....	29
Figura 25: A) Histograma de Mo e B) <i>Boxplot</i> de subpopulações de Mo	30
Figura 26: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Mo.....	31
Figura 27: A) Histograma de Ni e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações Ni.....	32
Figura 28: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Ni	33
Figura 29: A) Histograma de Pb e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações.....	34
Figura 30: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Ni	35
Figura 31: A) Histograma de Sb e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de Sb.....	36
Figura 32: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Sb	37
Figura 33: A) Histograma de Te e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de Te	38
Figura 34: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Te.....	39
Figura 35: A) Histograma de Zn e B) <i>Boxplot</i> das subpopulações de Zn	40
Figura 36: A) Mapa de pontos e B) Mapa de distribuição de Zn.....	41
Figura 37: Comparação dos mapas de Au e Ag.....	43
Figura 38: Comparação dos mapas de Au e Bi.....	44
Figura 39: Comparação dos mapas de Au e Cu.....	44
Figura 40: Comparação dos mapas de Au e Mo	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de frequências com valores em ppm.....	12
Tabela 2: Tabela de frequências com valores log ₁₀ ppm.....	12

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....	1
1.2. CONTEXTO E PROBLEMA	2
1.4. OBJETIVOS	3
2. REVISÃO TEÓRICA	3
2.1. GEOLOGIA LOCAL.....	3
2.2. GEOLOGIA LOCAL.....	4
2.2. TIPO DE DEPÓSITO.....	7
2.3. TRATAMENTO DE DADOS GEOQUÍMICOS	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. TRATAMENTO DOS DADOS	13
4. RESULTADOS	16
4.1. PRATA (Ag).....	16
4.2. ARSÊNIO (As).....	19
4.2. OURO (Au).....	21
4.2. BISMUTO (Bi)	23
4.2. COBALTO (Co)	25
4.2. COBRE (Cu).....	27
4.2. FERRO (Fe)	29
4.2. MOLIBDÊNIO (Mo)	31
4.2. NÍQUEL (Ni)	33
4.2. CHUMBO (Pb).....	35
4.2. ANTIMÔNIO (Sb)	37
4.2. TELÚRIO (Te)	39
4.2. ZINCO (Zn).....	41
5. DISCUSSÃO	43
6. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXO I.....	50
ANEXO II.....	57

ANEXO III.....59

1. INTRODUÇÃO

A prospecção geoquímica tem como finalidade a descoberta e identificação de anomalias de elementos que podem definir ocorrências e jazidas minerais, é uma ferramenta de baixo custo, que pode ser utilizada em diversas etapas, desde o planejamento da prospecção até a extração do minério (Mattoso e Formoso, 2007). O tratamento estatístico dos dados, realizado na prospecção, permite a visualização do padrão de distribuição dos elementos presentes na área estudada, realçando regiões de maior concentração, ou anômalas, desses elementos permitindo assim, a exploração de minérios de interesse.

O corpo granítico Passa Três, localizado em Campo Largo, no Paraná, está inserido no contexto da Faixa de dobramentos Apiaí, é Intrusivo nos metassedimentos do Grupo Votuverava, possui aproximadamente 5 quilômetros quadrados de extensão e orientação NE-SW. O granito possui veios de dimensões variadas e formatos irregulares, tabulares e lenticulares, cuja formação está associada a um controle estrutural ocorrido, os veios possuem mineralização de Au e outros metais (Picanço, 2000; Cury, 2003; Dressel *et al.*, 2022).

Estudos sobre o depósito mineral da área são realizados desde a década de 1990 (Piekarz, 1992; Picanço, 2000; Dressel *et al.* 2022), com o intuito de caracterizar a mineralização aurífera presente. Recentemente, Dressel *et al.* (2022) classifica o depósito associado ao *stock* granítico Passa Três como pertencente ao modelo *intrusion-related gold deposit* - IRGD (Lang e Baker, 2001), mais especificamente com depósitos hospedados na intrusão, e afirma que a mineralização aurífera é estruturalmente controlada e o ouro associa-se a aikinita (mineral de bismuto) e calcopirita e sugere a assembleia mineral de afinidade de Au-Bi-Cu±Mo.

1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo está localizada no município de Campo Largo, próximo à localidade de São João do Povinho, no estado do Paraná, a 60 quilômetros de

Curitiba. O acesso à área, a partir de Curitiba, se dá pela rodovia BR-277 e Estrada Itambé. A figura 1 mostra a localização da área de estudo.

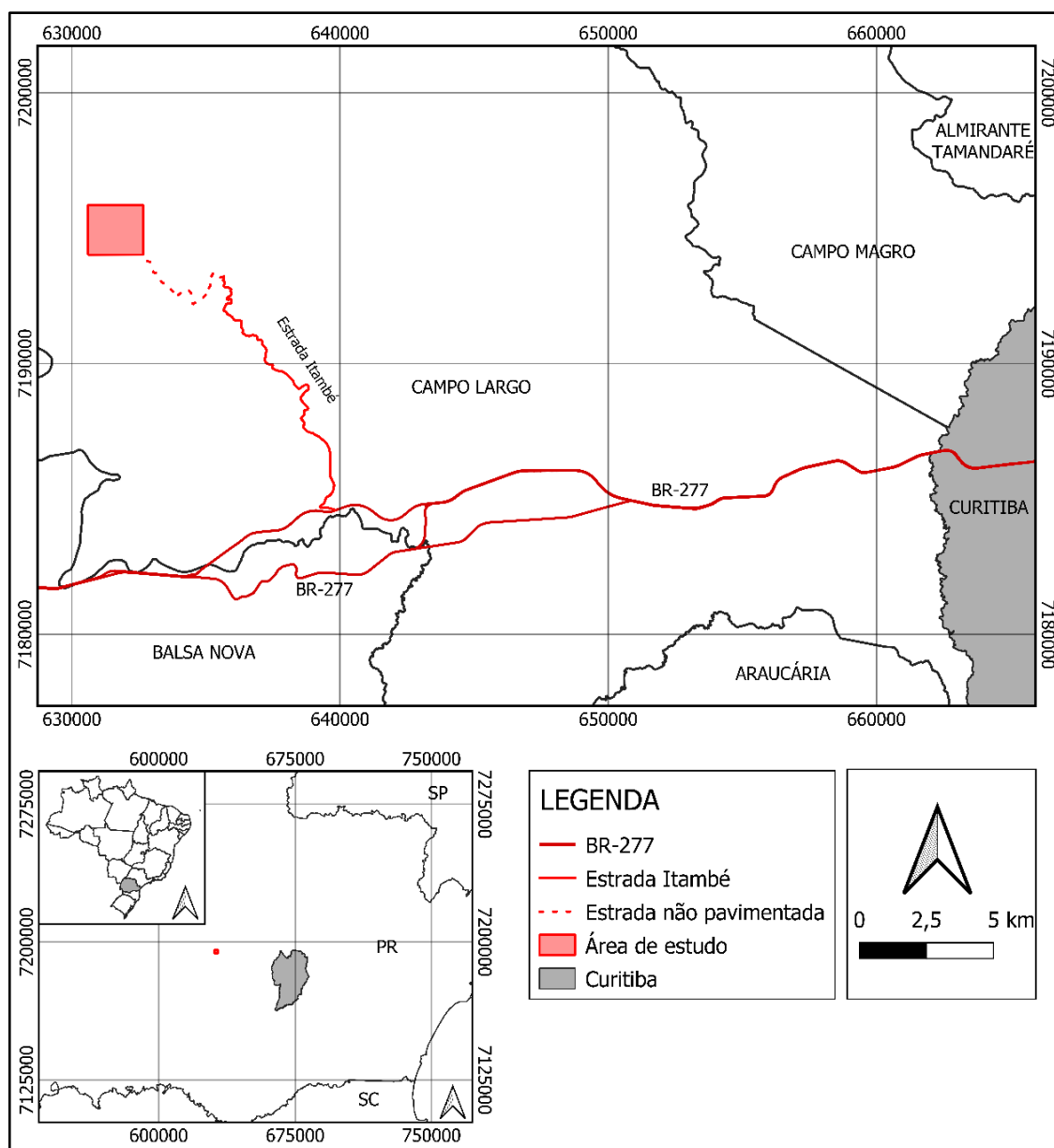


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo e vias de acesso à área. Fonte: Autoria própria.

1.2. CONTEXTO E PROBLEMA

A região de Campo Largo abrange a única mineralização aurífera hospedada em granitos no estado do Paraná. Suas características geológicas, estruturais e metalogenéticas têm sido estudadas desde a década de 1990, porém ainda há aspectos em discussão. Com base nos avanços em relação ao modelo genético

proposto por Dressel *et al.* (2022) e dispondo de um acervo de dados de geoquímica de solos, há a possibilidade de avaliar se as anomalias geoquímicas presentes na área de ocorrência do depósito corroboram o modelo proposto pela referida autora.

A execução do trabalho se justifica pela disponibilidade de dados multielementares de geoquímica de solo que permitem a geração de mapas de anomalias, cuja interpretação tem potencial para corroborar o modelo metalogenético proposto por Dressel *et al.* (2022), além de contribuir com os estudos geológicos e na avaliação do potencial metalogenético da região. A prospecção geoquímica permite a identificação de anomalias com baixo teor e é uma ferramenta de baixo custo, por isso pode ser utilizada nas etapas de prospecção mineral, desde o planejamento até a extração do minério (Mattoso e Formoso, 2007).

1.4. OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é confeccionar mapas temáticos, em escala de detalhe, de anomalias geoquímicas de solo e, por meio destes, avaliar se as anomalias refletem o modelo metalogenético proposto por Dressel *et al.* (2022).

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. GEOLOGIA LOCAL

A parte leste do estado do Paraná é constituída por quatro terrenos: Apiaí, Luis Alves, Curitiba e Paranaguá, que estão inseridos no contexto da região sudeste do Cinturão Ribeira, no qual houveram três eventos tectônicos principais que afetaram a região, sendo eles: sistema de cavalgamento Açungui, sistema de dobramentos Apiaí e sistema de cisalhamento Lancinha (Fiori *et al.*, 1987; Cury *et al.*, 2002). A figura 2 mostra o contexto geológico da área.

A região foi afetada por dois eventos magmáticos, um deles ocorrido entre 620 e 590 M.a. em que as intrusivas graníticas são sin- a tardi-colisionais, e entre 590 e 560 M.a. granitos pós-colisionais a anorogênicos intrudiram nas rochas sedimentares

da área e são representados pelos stocks graníticos Capão Bonito, Morro Grande, Carambeí, Joaquim Murtinho, Cerne, Passa Três e etc (Prazeres *et al.*, 2003).

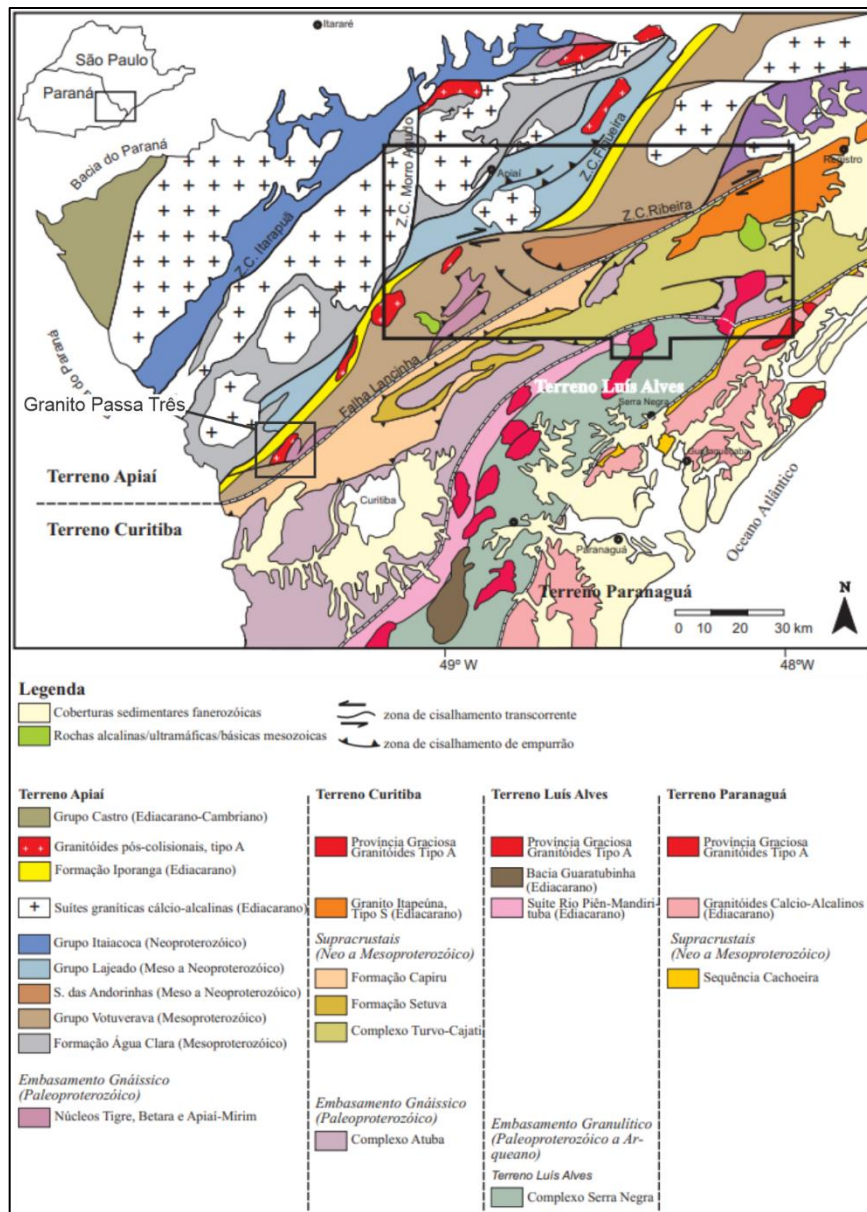


Figura 2: Mapa geológico regional do leste do Paraná e sudeste de São Paulo. Modificado de: Faleiros, 2008.

2.2. GEOLOGIA LOCAL

O Granito Passa Três, caracterizado inicialmente por Piekarcz (1981) está inserido na faixa de dobramentos Apiaí, abrange aproximadamente 5 km² de área e

possui forma elipsoidal com eixo maior na direção NE-SW. Sua colocação está associada às zonas de cisalhamento transcorrente da região e a formação de grandes estruturas antiformais (Piekarz, 1992; Cury, 2003). O stock granítico intrude nas unidades do Grupo Votuverava, o qual é constituído por rochas metapelíticas, sericita xistos, filitos e ardósias com eventuais intercalações de meta-arenitos, metabasitos e raras rochas carbonáticas, metapelitos ferromagnesianos (Basei *et al.*, 2010). O magma granítico tem origem em fontes crustais e mantélicas (origem híbrida), é interpretado como uma intrusão granítica do tipo I e classificada como pertencente à série shoshonítica (Piekarz, 1992; Picanço, 2000). Quanto ao magmatismo, é considerado pós-orogênico ao arco-magmático Três Córregos e tardi-orogênico a Faixa de Dobramentos Apiaí (Cury, 2003). A figura 3 mostra a geologia da área adjacente ao Granito.

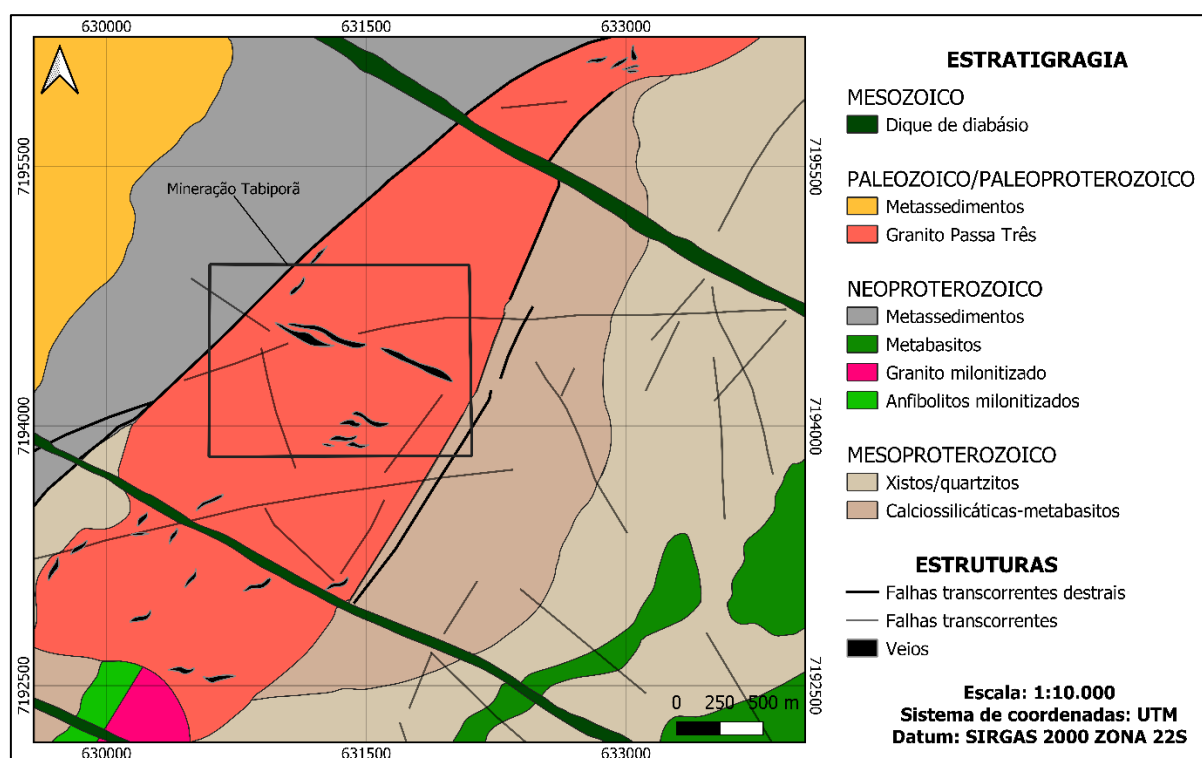


Figura 3: Mapa geológico na escala 1:25:000 da região do Granito Passa Três e rochas adjacentes. Modificado de Dressel *et al.* (2022).

Piekarz (1992) descreve a intrusão como sienogranitos dividindo-a em duas fácies, a fácies equigranular central e a fácies porfirítica de borda. Picanço (2000) divide os sienogranitos em duas fácies baseando-se em critérios descritivos, sendo a fácies sienogranítica leucocrática correlacionada a fácies equigranular central de Piekarz (1992) e a fácies sienogranítico melagranito correspondente a fácies

equigranular central de Piekarz (1992). Dressel *et al.* (2022) divide o granito em três fácies, sendo elas: granito de granulação média, microgranito e granito branco.

Os sienogranitos possuem paragênese ígnea de microclínio, plagioclásio, quartzo, quantidades variáveis de anfibólio e biotita e tem como minerais acessórios apatita, magnetita, ilmenita, zircão e esfeno (Picanço, 2000; Dressel *et al.* 2022). Além dos sienogranitos, Dressel *et al.* (2022) identifica aplitos e pegmatitos.

O corpo granítico foi submetido a processos de alteração hidrotermal: potássica, argílica, fílica, carbonatação (Picanço, 2000). Dressel *et al.* (2018) observou evidências que indicam uma transição magmático-hidrotermal entre o magmatismo e o sistema de veios mineralizados, de origem hidrotermal. Os veios presentes no granito estão condicionados estruturalmente e relacionados com uma zona de cisalhamento transcorrente dextral (Picanço, 2000). Segundo Dressel *et al.* (2018), esses veios estão condicionados a dois sistemas de falhas normais em direção N-S e W-E que apresentam a mesma paragênese e fases deformacionais.

A mineralização aurífera ocorre no interior de veios com formatos irregulares, são estruturas tabulares e lenticulares com espessuras e comprimentos milimétricos a métricos, internas ao corpo granítico Passa Três. O ouro ocorre livre, no interior de microfraturas de pirita e comumente associado a calcopirita e aikinita (Piekarz, 1992; Picanço, 2000; Dressel *et al.* 2018; Dressel *et al.* 2022). Além da mineralização na intrusão granítica, Piekarz (2000) descreve a ocorrência de veios lenticulares quartzo-sulfetados, com baixo teor de Au, concordantes com a foliação milonítica das rochas adjacentes ao granito Passa Três.

Os veios, presentes no stock granítico, são constituídos pelos seguintes minerais: quartzo, carbonatos, fluorita, microclínio, sericita-muscovita, feldspato potássico, além dos metálicos, pirita, calcopirita, bornita, esfalerita, galena e molibdenita. Há, também, minerais de argila, illita e clorita, e ocorrências de covelita, calcocita, digenita, aikinita, arsenopirita e óxidos de ferro (Piekarz, 1992; Picanço, 2000). Dressel *et al.* (2022) identifica quatro estágios associados à formação dos veios mineralizados. Análises realizadas por Dressel *et al.* (2022) mostram que os grãos de ouro nativo são compostos por Au e Ag e há aikinita, mineral de bismuto, associado aos grãos, além disso, Dressel *et al.* (2022) afirma que há calcopirita associada a

ocorrência do ouro. Estas associações também foram identificadas por Piekarz (1992) e Picanço (2000).

2.2. TIPO DE DEPÓSITO

Dressel (2018), afirma que o depósito presente no Granito Passa Três tem similaridades com depósitos do tipo *intrusion-related gold system* – IRGS, especificadamente, hospedado na intrusão (*intrusion-hosted*). As características descritas por Dressel (2018) que sugerem o depósito IRGS, hospedado na intrusão são: evidências da transição magmático-hidrotermal na cúpula do stock granítico em contexto pós-colisional, a associação de ouro com minerais contendo bismuto, veios controlados por estruturas e zonas de alteração restritas.

Depósitos do tipo IRGS, de acordo com Lang e Baker (2001), são caracterizados por mineralizações de diversos estilos: *skarn*, substituições, disseminações, *stockworks* e veios, que se relacionam genética e espacialmente ao plúton, ainda que por vezes de forma distal; apresentam assembleia metálica de ouro associado a teores anômalos de Bi, W, As, Mo, Te e/ou Sb e baixo teor de sulfetos. As intrusões características desse modelo são metaluminosas e subalcalinas de composições intermediárias a félsicas, possuem características de geração de fluidos hidrotermais evidentes e alterações hidrotermais fracas. Hart *et al.* (2002) divide o depósito em três categorias baseado na posição espacial com a intrusão: depósitos hospedados na intrusão (*intrusion-hosted*), proximais e distais, conforme mostra a Figura 4.

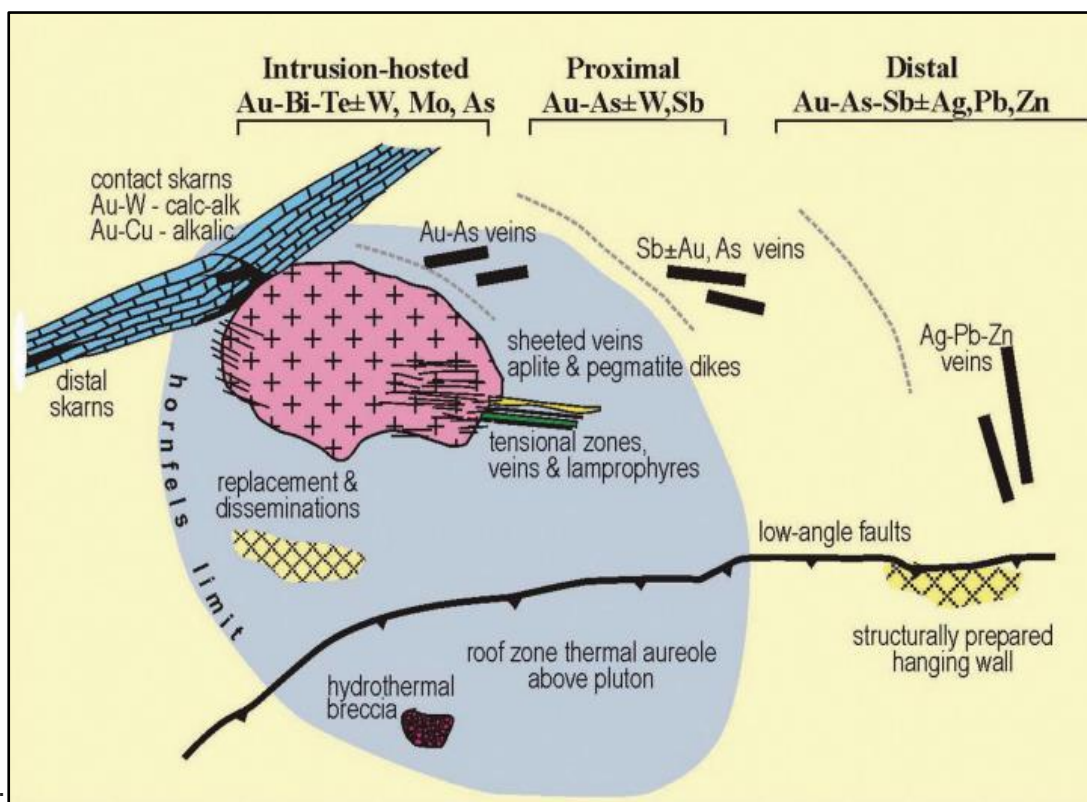


Figura 4: Características gerais de depósitos do tipo IRGS. Fonte: Hart *et al.* (2002).

2.3. TRATAMENTO DE DADOS GEOQUÍMICOS

O conjunto de dados de teores de levantamentos geoquímicos obtidos a partir de resultados analíticos compõem uma série de dados, na qual as variáveis, representadas por cada elemento, são quantitativas contínuas. O tratamento desses dados a partir da estatística permite definir o teor de fundo (*background*), identificar e salientar as anomalias e diferenciar as anomalias significativas das não-significativas (Licht, 2023).

O teor de fundo representa a mediana de um dado elemento em materiais geológicos não-mineralizados. A abundância normal dos elementos é variável conforme os diferentes materiais analisados, pois o ambiente em que foram formados exerce grande influência na mobilidade geoquímica que pode acarretar em enriquecimento ou empobrecimento de determinados elementos. No caso de análise de solos, há fatores que influenciam na composição química das amostras coletadas,

como: ambiente em que o material se formou, clima, vegetação e drenagens na área (Licht *et al.*, 2007).

As anomalias são desvios a normalidade, cuja origem pode ser variada. Podem ser anomalias significativas, como por exemplo, associadas a ocorrências minerais, ou podem ser anomalias não significativas, causadas por erro na coleta ou contaminação (Licht, 2023)

Para o início do tratamento dos dados a partir da análise estatística univariada se faz necessário a organização dos resultados analíticos de maneira lógica, de forma que permita uma melhor observação dos valores, por isso a construção de tabelas de frequências é comumente utilizada (Licht, 2007). Outra forma de organizar os dados, mas de maneira visual, é a partir de histogramas que permitem o rápido reconhecimento de faixas de abundâncias de valores, a forma geral da distribuição desses valores e a distinção do limite entre o fundo geoquímico e anomalias (Sinclair, 1976).

A partir dos histogramas é possível classificar a distribuição dos teores da variável como unimodal, quando há somente um pico principal, bimodal quando há dois picos principais no histograma e multimodal, quando há mais de dois picos proeminentes. Há, ainda, a classificação conforme a simetria do histograma: simétrica, assimétrica positiva ou assimétrica negativa, sendo a simétrica quando há, na distribuição unimodal, uma proporção entre o lado esquerdo e direito do pico principal, assimétrica negativa quando há mais valores à direita no histograma e assimétrica positiva quando há mais valores à esquerda no histograma (Ott, 2001). A assimetria positiva é a mais comum nos dados de exploração geoquímica de elementos menores e traços (Licht, 2023). Na figura 5 é possível ver um exemplo de histograma com assimetria positiva.

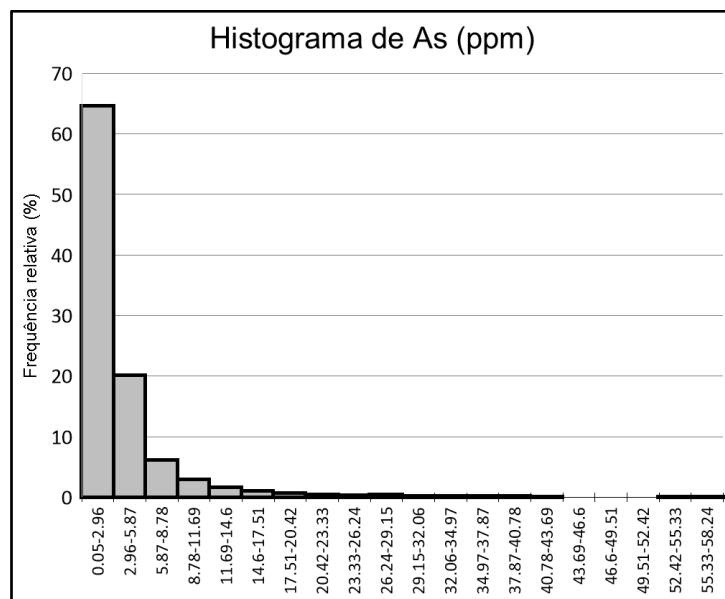


Figura 5: Histograma com a representação da frequência relativa (%) dos dados originais em ppm de Arsênio (As) divididos em 20 intervalos de classes, calculados a partir da amplitude = $S/2$ (desvio padrão dividido por dois). O histograma apresenta assimetria positiva (valores concentrados à esquerda). Fonte: Autoria própria.

Além disso, há também a chamada distribuição censurada dos dados que pode aumentar a assimetria na curva de distribuição. É causada quando há valores menores ou maiores do que os valores de limites de detecção do método analítico, ocorrendo o aumento da assimetria à esquerda, quando os valores são menores que o limite inferior de detecção (LID), e assimetria à direita, quando os valores são maiores do que o limite superior de detecção (LSD) (Licht, 2007; Licht, 2023).

Histogramas bimodais ou multimodais, indicam que o conjunto de teores de uma variável é composto por mais de uma subpopulação, a qual representa um conjunto de dados estatisticamente homogêneos dentro da população. Quando as subpopulações estão misturadas, pode ocorrer camuflagem entre subpopulações com valores pouco divergentes, ocorrendo uma mistura dos valores, que causa a impressão de uma distribuição unimodal levemente assimétrica no histograma (Licht, 2023). A figura 6 mostra o exemplo desta situação.

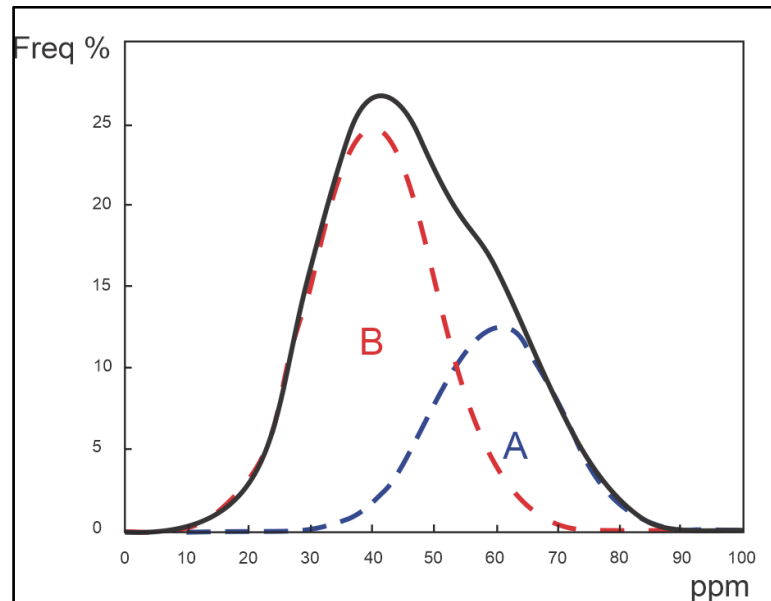


Figura 6: Histograma composto por duas subpopulações, A em azul e B em vermelho, no qual é possível observar mistura dos valores causando impressão de distribuição unimodal levemente assimétrica. Fonte: Modificado de Licht, 2023.

Quando há mistura de subpopulações, utilizar gráficos de probabilidade em escala logarítmica (log) são úteis para separá-las. Na geologia, eles podem ser utilizados para separar valores de fundos geoquímicos de valores anômalos que representam mineralizações ou diferenciar litologias (Wedow Jr. e Ericksen, 1972). No gráfico de probabilidade, a população com distribuição normal e unimodal é representada por uma linha reta, porém quando há duas subpopulações misturadas, a linha possui forma de um sigmoide invertido. Se houver mais subpopulações misturadas, a linha se tornará mais complexa. (Wedow Jr. e Ericksen, 1972; Licht, 2023). Pode haver a chamada zona de mistura, quando não é possível isolar totalmente as subpopulações, criando uma lacuna de valores em que não se pode afirmar a qual subpopulação os valores pertencem (Licht, 2023).

Para uma visualização espacial das subpopulações, pode-se confeccionar mapas com os pontos de amostragem categorizados a partir das subpopulações. Outra maneira de observação espacial, é a criação de mapas de percentis (Licht, 2023). A figura 7 mostra um exemplo de mapa confeccionado a partir de percentis.

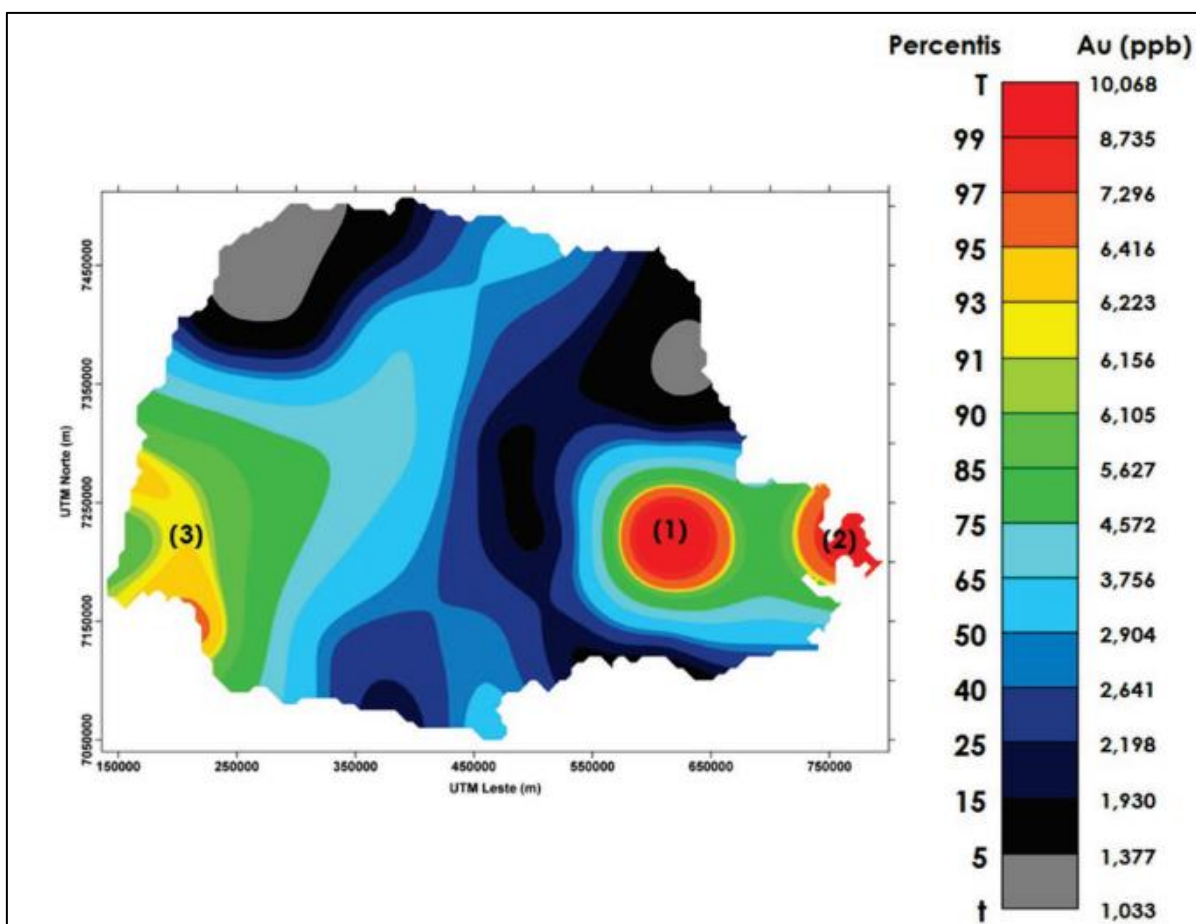


Figura 7: Mapa de distribuição de Au em sedimentos de corrente no estado do Paraná. À direita, é possível ver a escala de percentis utilizada. No item (1) há intenso sinal geoquímico na localização da mineralização aurífera do Granito Passa Três. Fonte: Licht, 2023.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa deste trabalho consistiu na revisão bibliográfica acerca dos conteúdos abordados e necessários para o tratamento dos dados, confecção dos mapas e conhecimento da geologia da área de estudo. O banco de dados utilizado, do acervo da Prof. Dr^a Ariadne Borgo, contém resultados analíticos de 37 elementos de 839 amostras de solo, coletados de horizontes B, D e E, com espaçamento de aproximadamente 25 metros por 90 metros. Na figura 8 é possível observar os pontos amostrados na área de estudo.

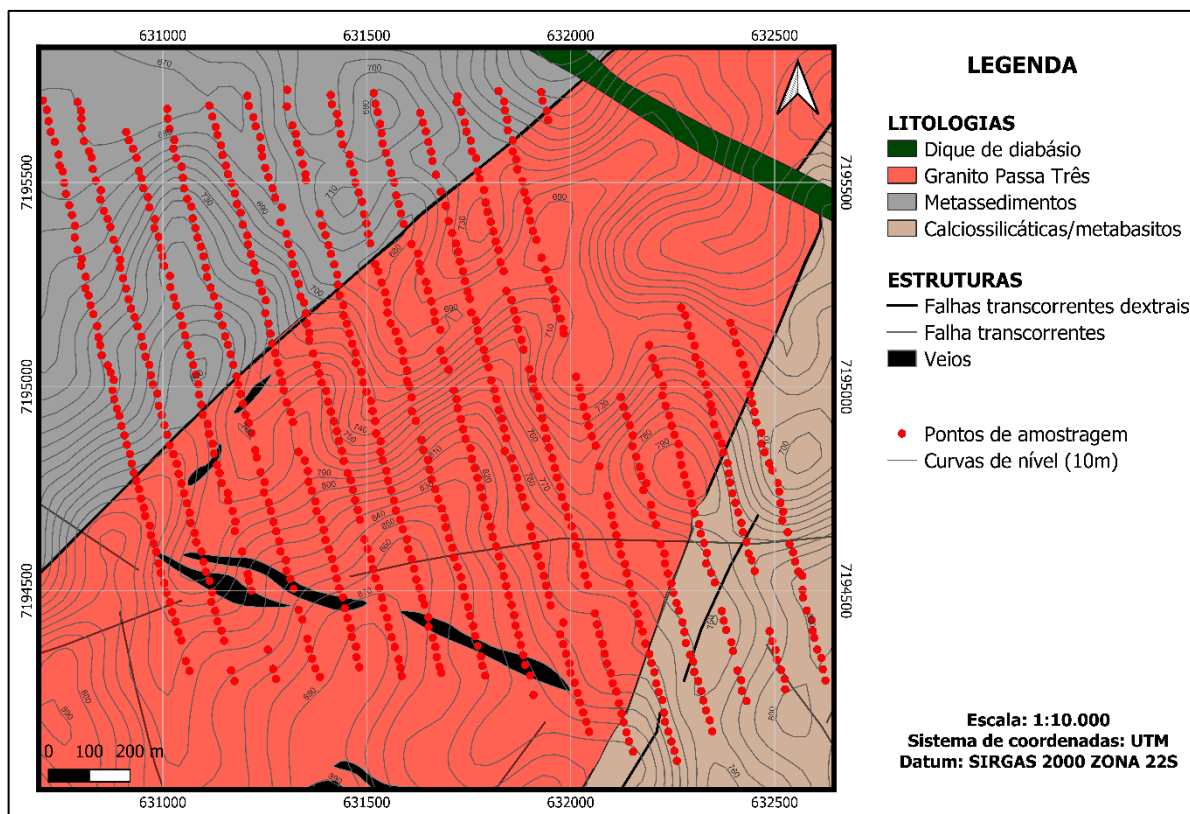


Figura 8: Mapa de localização e espaçamento dos pontos de amostragem de solo. Fonte: Autoria própria.

3.1. TRATAMENTO DOS DADOS

Na fase de tratamento de dados, inicialmente foram selecionados os elementos relacionados aos minerais e a mineralização presente nos veios, baseado no estudo de Dressel *et al.* (2022), sendo eles: Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sb, Te e Zn. Após a seleção dos elementos de interesse, foram realizados os ajustes necessários nos resultados das análises químicas, em que valores abaixo do limite de detecção foram substituídos por 0,5.LID (limite inferior de detecção) para serem incluídos no banco de dados, uma vez que representam considerável parte dos dados. Após esta etapa, os resultados foram organizados em ordem crescente em planilhas no *software Microsoft Excel®* para dar continuidade ao tratamento.

Para a caracterização individual de cada elemento, foram utilizadas tabelas de frequências compostas pelos itens: intervalo de classes, amplitude (valor mínimo e máximo do intervalo), ponto médio, frequência absoluta, frequência relativa,

frequência acumulada e frequência relativa acumulada, conforme mostra a Tabela 1. O cálculo do intervalo de classes foi realizado usando os valores do desvio padrão (S), no qual a amplitude é $S/2$ (desvio padrão dividido por 2).

Tabela 1: dados utilizados nas tabelas de frequências, para caracterização individual dos elementos.

Intervalo de classes	Amplitude		Ponto médio (ppm)	Frequência absoluta N	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %	Frequência acumulada inversa %
	De (ppm)	Até (ppm)						

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, os valores das tabelas de frequências foram plotados em histogramas, a fim de se observar os valores, de maneira gráfica. A curva de distribuição dos histogramas, utilizando os valores originais, resultou em assimetria positiva. Visando diminuir a assimetria, os dados foram transformados aos seus logaritmos na base 10, as tabelas de frequências foram ajustadas com os valores log transformados, conforme mostra a Tabela 2 e os histogramas foram refeitos, resultando em curvas com assimetria mais atenuada. A figura 9 mostra exemplos de histogramas confeccionados com os valores originais e os valores log transformados. Para a confecção das tabelas de frequências e histogramas, foi utilizado o *software Microsoft Excel®*.

Tabela 2: tabela de frequências, a amplitude calculada a partir do desvio padrão de logaritmos dos valores originais, utilizada para a atenuação da assimetria dos dados.

Intervalo de classes	Amplitude Log ₁₀		Ponto médio (Log ₁₀ ppm)	Amplitude		Ponto médio ppm	Freq. absoluta N	Freq. relativa %	Freq. absoluta acumulada N	Freq. acumulada %	Freq. acumulada inversa %
	De	Até		De	Até						
	(Log ₁₀ ppm)	(Log ₁₀ ppm)		(ppm)	(ppm)						

Fonte: Autoria própria.

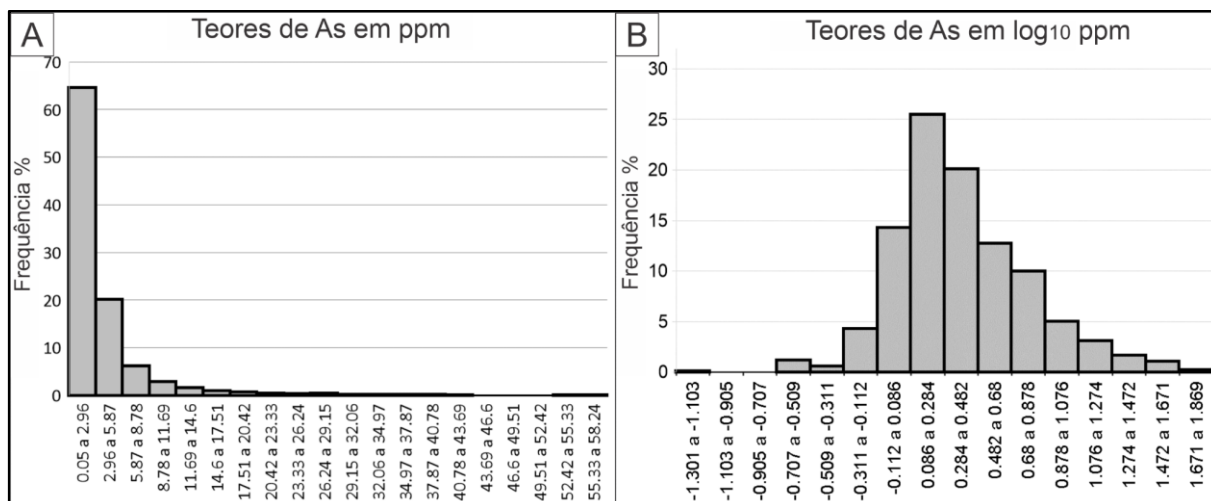


Figura 9: **A)** Histograma confeccionado com os dados originais em ppm da variável, com assimetria positiva. **B)** No histograma foram utilizados os valores transformados em seus logaritmos (Log_{10} ppm), atenuando a forte assimetria positiva. Fonte: Autoria própria.

Após a finalização dos histogramas, foi realizada a confecção dos gráficos de probabilidade e *boxplot*, a partir do aplicativo *online Pplot*, desenvolvido por Ferreira *et al.* (2023), de livre acesso. No aplicativo, os valores dos elementos são representados no gráfico de probabilidade (figura 10A) no qual é possível modelar as configurações para separar as subpopulações. Após a edição do gráfico de probabilidade, o aplicativo gera automaticamente o *boxplot* com indicação dos extremos e quartis dos dados originais e das subpopulações, conforme mostra a figura 10B.

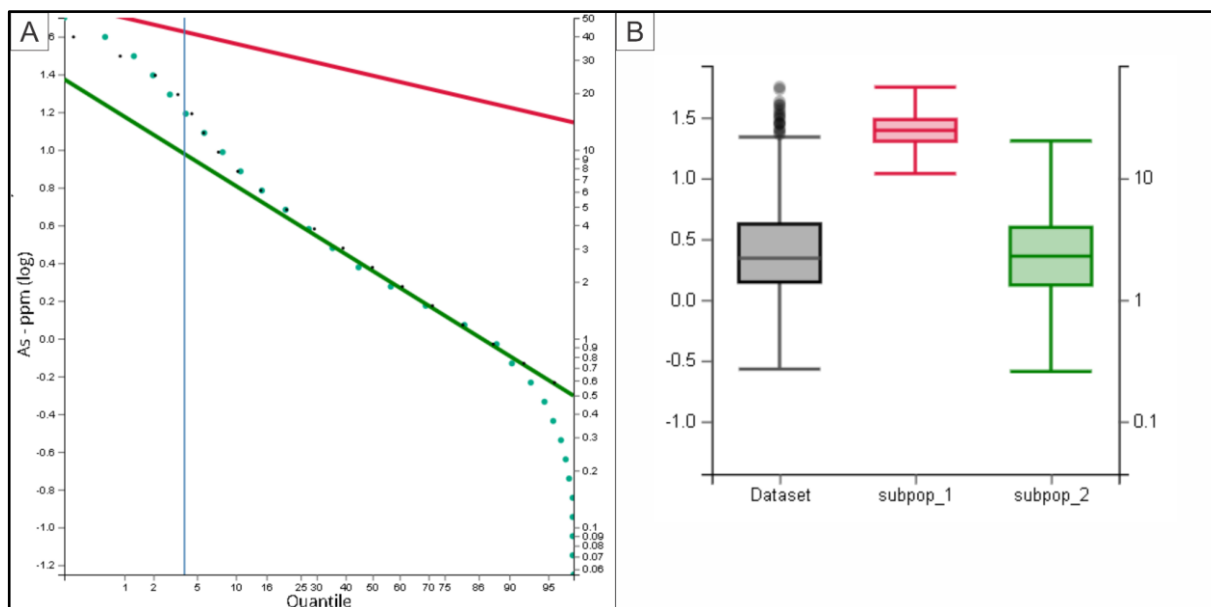


Figura 10: **A)** Gráfico de probabilidade gerado no aplicativo *online Pplot*, em que foi realizada a modelagem de dados lognormal com distribuição bimodal com duas subpopulações (linhas vermelha e verde) isoladas, a linha vertical azul indica o ponto de inflexão, os pontos azuis são os originais e os

pontos pretos são resultados da modelagem. **B)** *Boxplot* gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1 e em verde a subpopulação 2. Fonte: Autoria própria.

Por fim, foram gerados mapas de pontos classificados por subpopulações no *Qgis* em que a simbologia dos pontos foi categorizada com base nas subpopulações identificadas a partir da modelagem dos gráficos de probabilidade. Os mapas de percentis foram confeccionados no *ArcGis Pro*®. Para a geração de mapas de percentis, foi utilizada a técnica de interpolação dos dados pelo método IDW na ferramenta *Geostatistical Analyst*, em que a configuração utilizada foi a padrão da ferramenta. Após a interpolação, a simbologia foi dividida em categoria baseadas nos percentis: 5, 15, 30, 40, 50, 60, 75, 85, 90, 91, 93, 95, 97, 99 e T (maior valor).

4. RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos a partir do tratamento univariado dos elementos Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sb, Te e Zn em histogramas, *boxplot*, mapas de subpopulações e de distribuição dos elementos em solos. Em todas as variáveis o número de amostras (N) é 839. As tabelas de frequências, tabelas de percentis e gráficos de probabilidade utilizados para a confecção dos resultados, encontram-se nos Anexos 1, 2 e 3, respectivamente.

4.1. PRATA (Ag)

O histograma, confeccionado com os valores Log_{10} ppm de Ag, mostra uma curva de distribuição levemente assimétrica, com alguns intervalos de classes formando uma pequena “ilha” na porção direita, mostrado na figura 11A. A separação das subpopulações, a partir do gráfico de probabilidade, resultou em duas subpopulações totalmente isoladas conforme mostra o *boxplot* da figura 11B. A subpopulação 1 é caracterizada pelos *outliers* de Ag, enquanto a 2 é composta pelos demais valores entre os limites inferior e superior dos valores originais.

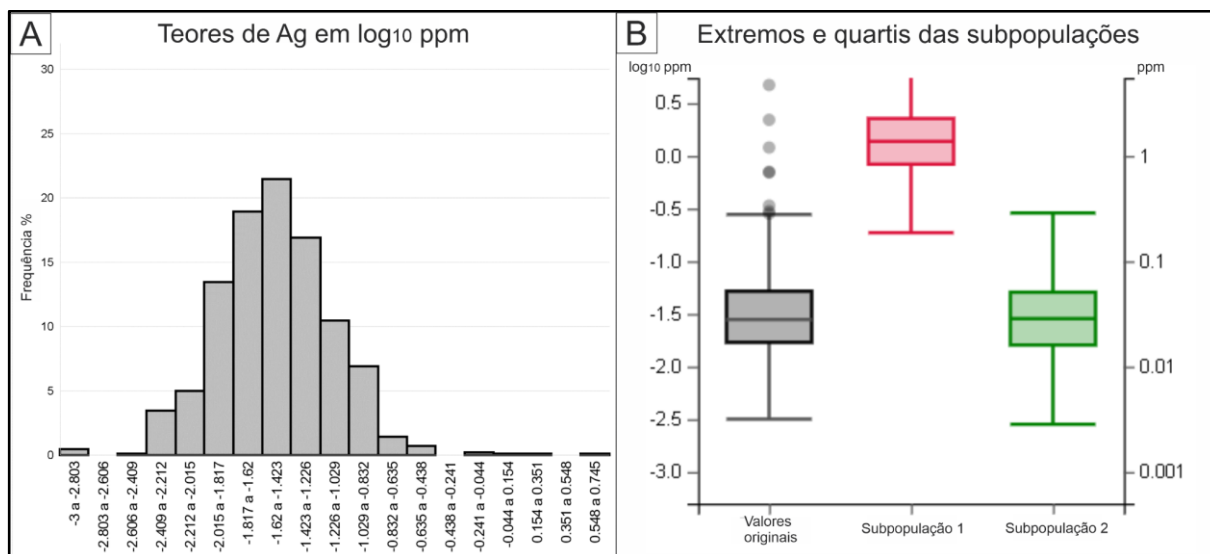


Figura 11: A) Histograma em que a abscissa representa os 19 intervalos de classes dos teores Log₁₀ ppm de Ag, cuja amplitude é $S/2$, e a ordenada representa a frequência relativa (%) de cada intervalo de classe. O histograma apresenta distribuição bimodal e leve assimetria. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Ag no aplicativo *Pplot*, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, composta por *outliers* e em verde a subpopulação 2, composta pelos valores entre os limites inferior e superior. Fonte: Autoria própria.

No mapa de pontos classificados por subpopulações, mostrado na figura 12A é possível observar que a subpopulação 1, no geral, está próxima dos veios com orientação NW-SE presentes na intrusão granítica. Os demais pontos em verde representam a subpopulação 2. No mapa de distribuição de teores de Ag em solos, mostrado na figura 12B, os valores abaixo do percentil 50, que representam o *background*, concentram-se nas rochas adjacentes e bordas do corpo granítico. As áreas com concentrações anômalas estão na região sul e central do mapa. Quando comparados os dois mapas, é possível observar a similaridade da subpopulação 1 com os locais de maiores concentrações de Ag.

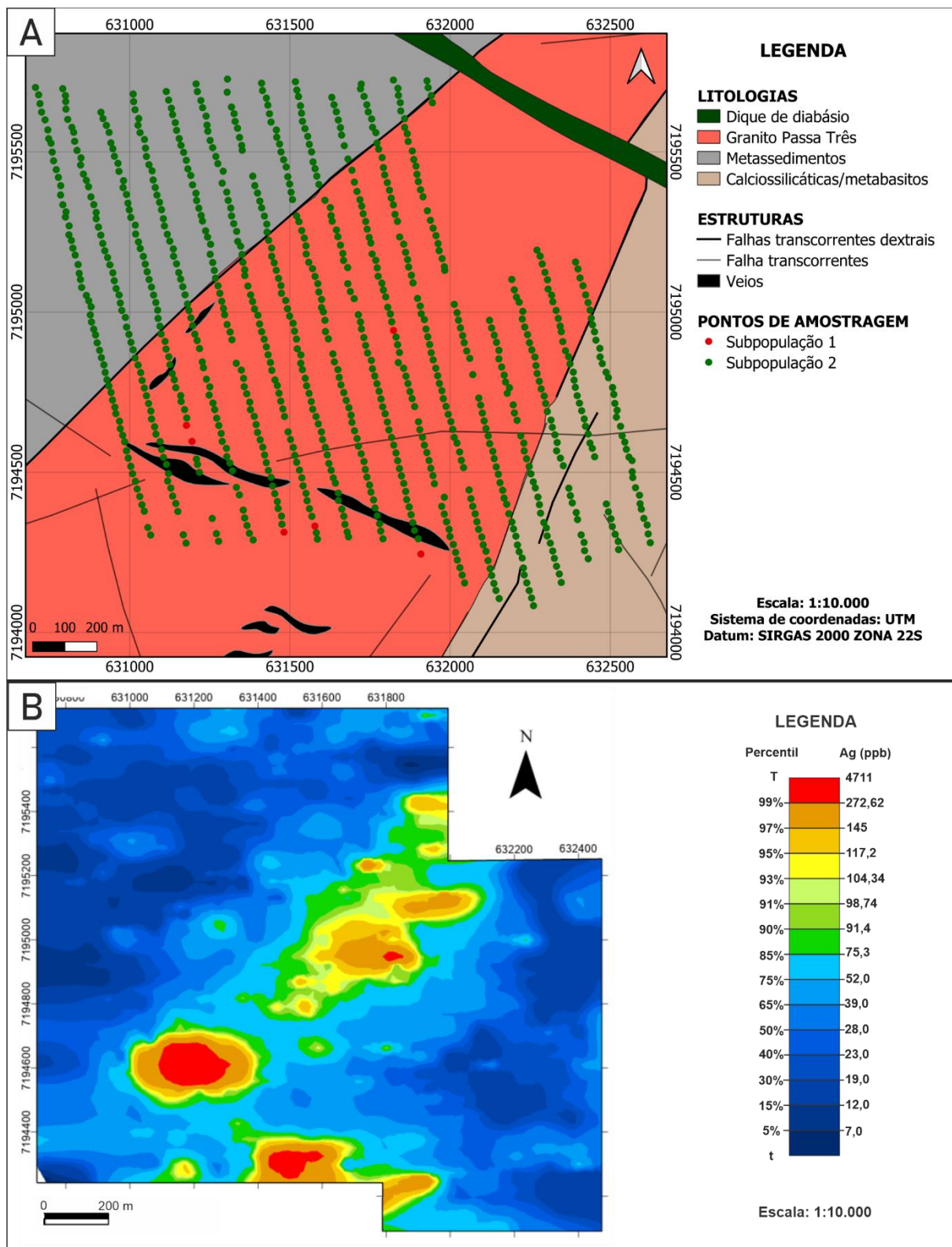


Figura 12: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Ag com base na modelagem do gráfico de probabilidade e boxplot gerado no webaplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, caracterizada pelos *outliers* de Ag, e os pontos verdes a subpopulação 2, composta pelos demais valores entre os limites inferior e superior dos valores originais. B) Mapa de distribuição de Ag na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Ag (ppb). Fonte: Autoria própria.

4.2. ARSÊNIO (As)

No histograma dos teores de As em $\log_{10}$ ppm, mostrado na figura 13A é possível observar uma curva de distribuição levemente assimétrica. No *boxplot*, gerado a partir do gráfico de probabilidade, foram identificadas duas subpopulações isoladas, sendo a 1 composta majoritariamente por *outliers*, enquanto a subpopulação 2 é formada pelos demais valores dos dados originais, conforme mostra a figura 13B.

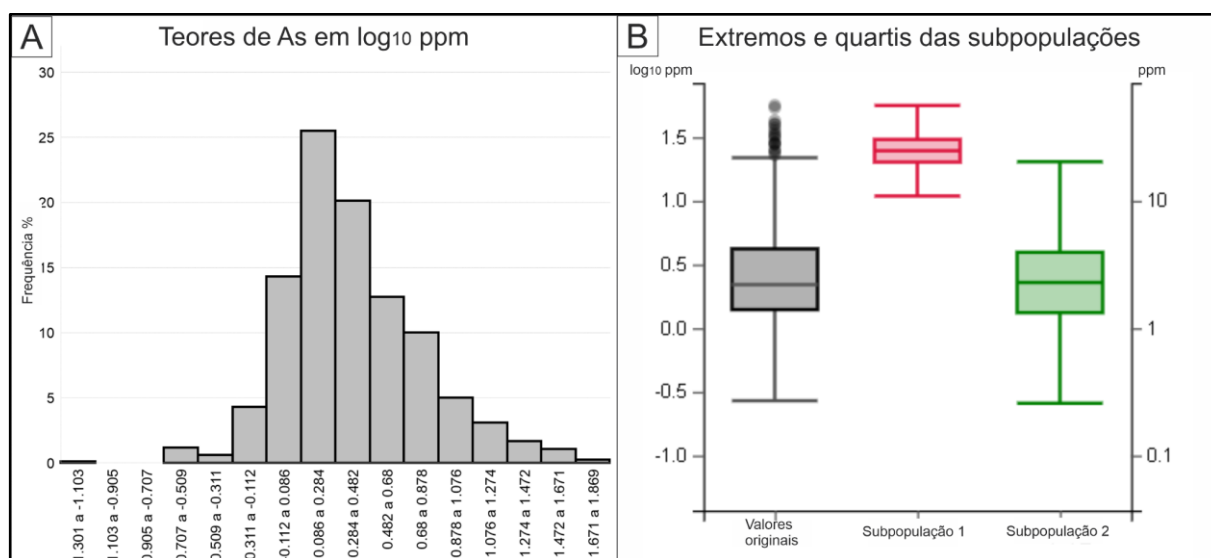


Figura 13: A) Histograma em que a abscissa representa os 16 intervalos de classes dos teores $\log_{10}$ ppm de As e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição bimodal e leve assimetria. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de As, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, representada majoritariamente por *outliers*, e em verde a subpopulação 2, caracterizada entre os limites inferior e superior dos valores originais. Nas escalas verticais estão representados os teores em $\log_{10}$ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

No mapa de pontos, na figura 14A, as amostras da subpopulação 1 estão presentes, majoritariamente, nos metassedimentos e em veios de direção predominante NE-SW do granito próximos à borda oeste. No mapa de distribuição de As em amostras de solos (figura 14B), os valores abaixo do percentil 50 estão concentrados na intrusão granítica e nas rochas calciossilicáticas, já as maiores concentrações, representadas no mapa pelas cores quentes (entre amarelo e vermelho), predominam nos metassedimentos do Grupo Votuverava e borda oeste do granito que possui veios com orientação NE-SW. Comparando os mapas, é possível observar que a subpopulação 1 está nas regiões de concentrações acima do percentil 95.

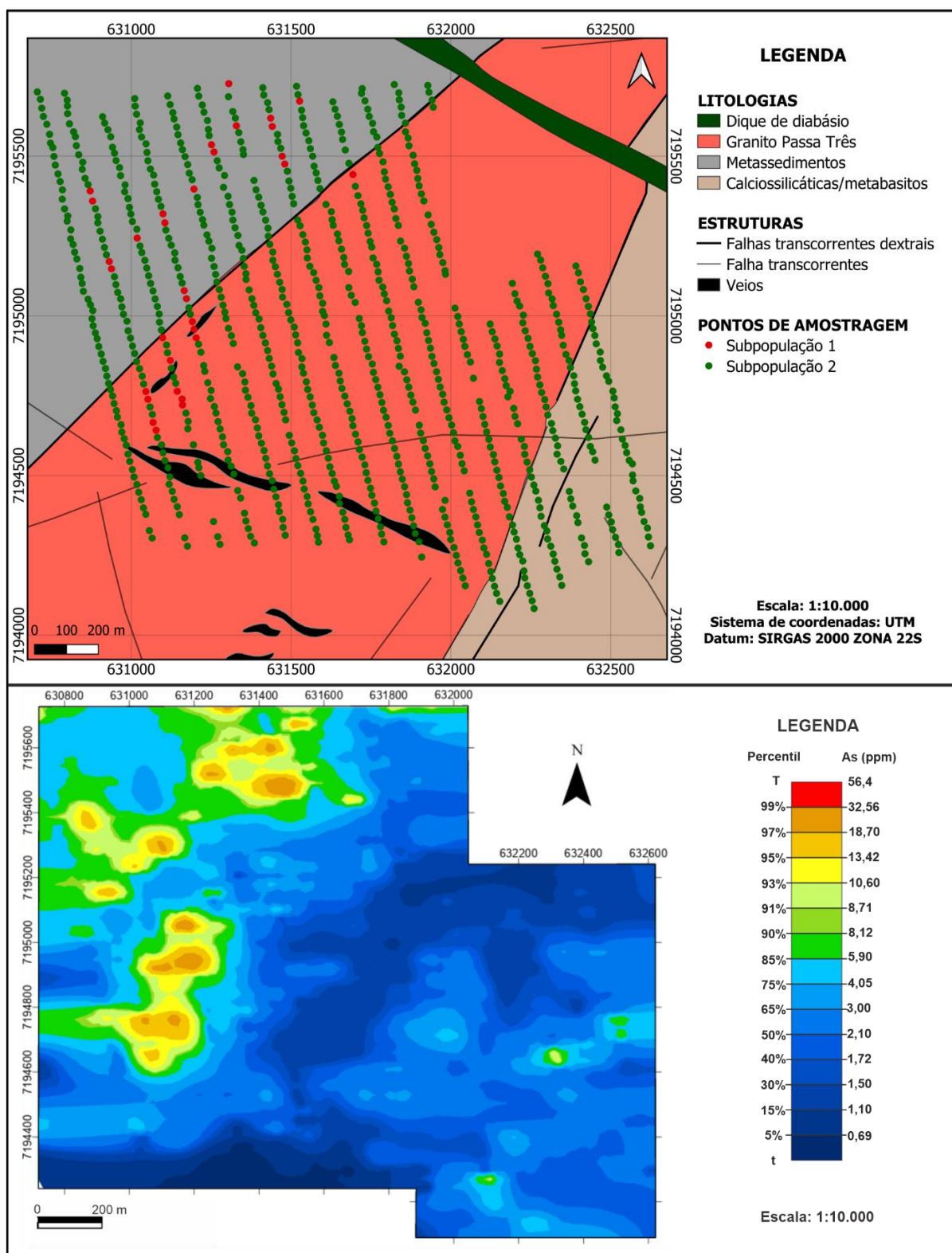


Figura 14: **A)** Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável As com base na modelagem do gráfico de probabilidade e boxplot gerado no webaplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, caracterizada pelos *outliers* de As, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. **B)** Mapa de distribuição de As na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de As (ppm). Fonte: Autoria própria.

4.2. OURO (Au)

Os valores dos teores de Au em $\log_{10}$ ppm são representados em 14 intervalos de classes no histograma cuja distribuição é assimétrica e possui valores isolados na parte direita do gráfico, conforme mostra a figura 15A. Quando plotados os valores no gráfico de probabilidade, foram identificadas três subpopulações, cujas características estatísticas podem ser observadas no *boxplot* da figura 15B. A subpopulação 1, encontra-se totalmente isolada das demais e é caracterizada pelos *outliers* extremos da variável, enquanto as subpopulações 2 e 3 possuem proximidade, ocorrendo a zona de mistura entre os valores 0,123 e 0,217 ppm.

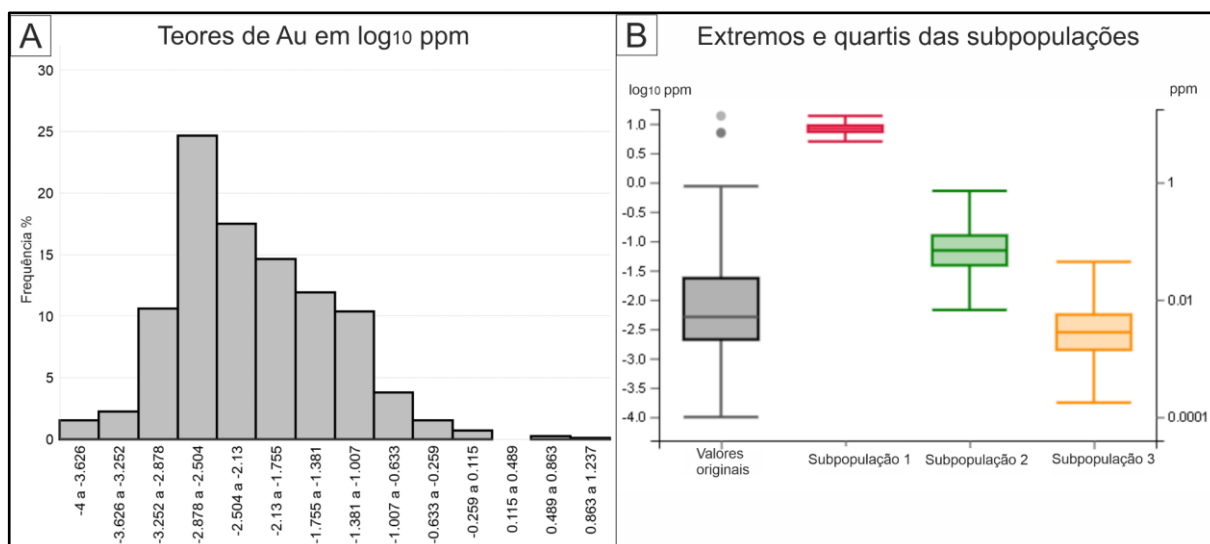
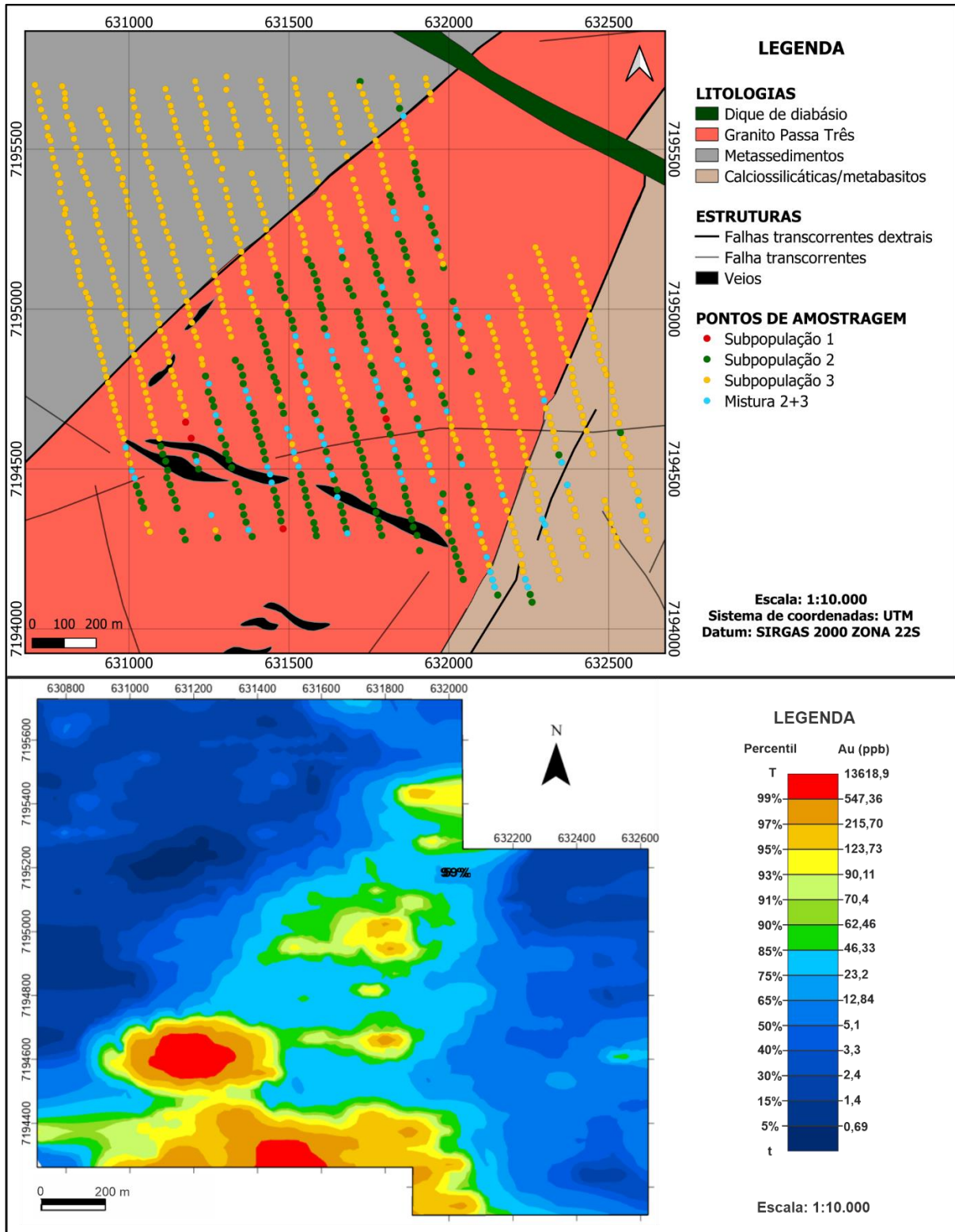


Figura 15: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 14 intervalos de classes dos teores $\log_{10}$ ppm de Au e a ordenada representa a frequência relativa (%). O histograma apresenta distribuição assimétrica. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Au no *web* aplicativo *Pplot*, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. Nas escalas verticais estão representados os teores em $\log_{10}$ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

A distribuição espacial das subpopulações no mapa de pontos (figura 16A) segue a orientação do corpo granítico, a subpopulação 3, a que representa os menores valores das amostras, encontra-se nas rochas adjacentes e bordas do granito. A subpopulação 2 encontra-se na porção central do granito e seguindo a direção dos veios NE-SW e a subpopulação 1, que representa os valores mais altos, está próxima aos veios com orientação NW-SE. No mapa de distribuição de teores, (figura 16B), a distribuição espacial dos valores ocorre semelhante à distribuição das subpopulações, em que o *background* se encontram nas porções NW e SE do mapa, enquanto as maiores concentrações estão associadas a parte central e sul do mapa.



4.2. BISMUTO (Bi)

O histograma do elemento de Bi, confeccionado com 21 intervalos de classes dos valores em $\log_{10}$ ppm, mostra uma distribuição levemente assimétrica e possui uma pequena porção isolada nas classes da direita, conforme mostra a figura 17A. Quando plotados os valores no gráfico de probabilidade, foram identificadas três subpopulações, sendo a subpopulação 1 totalmente isolada e formada por *outliers* extremos, a subpopulação 2 formada, predominantemente, por *outliers* e a subpopulação 3 pelos demais valores. É possível observar a distribuição dos dados estatísticos de cada subpopulação na figura 17B.

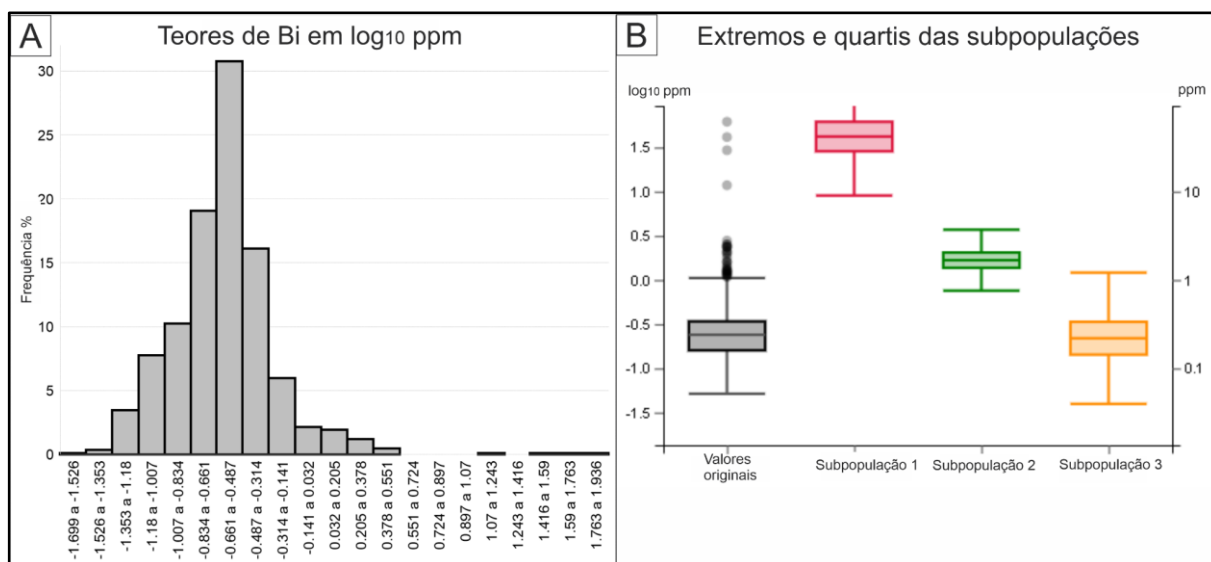


Figura 17: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 21 intervalos de classes dos teores $\log_{10}$ ppm de Bi e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição bimodal e leve assimetria. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Bi, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e em amarelo a subpopulação 3. Fonte: Autoria própria.

O mapa de pontos, mostrado na figura 18A, é composto majoritariamente pela subpopulação 3, as subpopulações 1 e 2, apesar de serem representadas por poucos pontos, mostram uma relação espacial com a direção dos veios NW-SE e do corpo granítico. No mapa de distribuição de teores de Bi em amostras de solos, mostrado na figura 18B, é possível notar que as maiores concentrações estão presentes na porção sul do mapa e ainda na porção central do mapa, seguindo para NE. Comparando os dois mapas, é possível observar que a subpopulação 1 está na região de intenso sinal geoquímico.

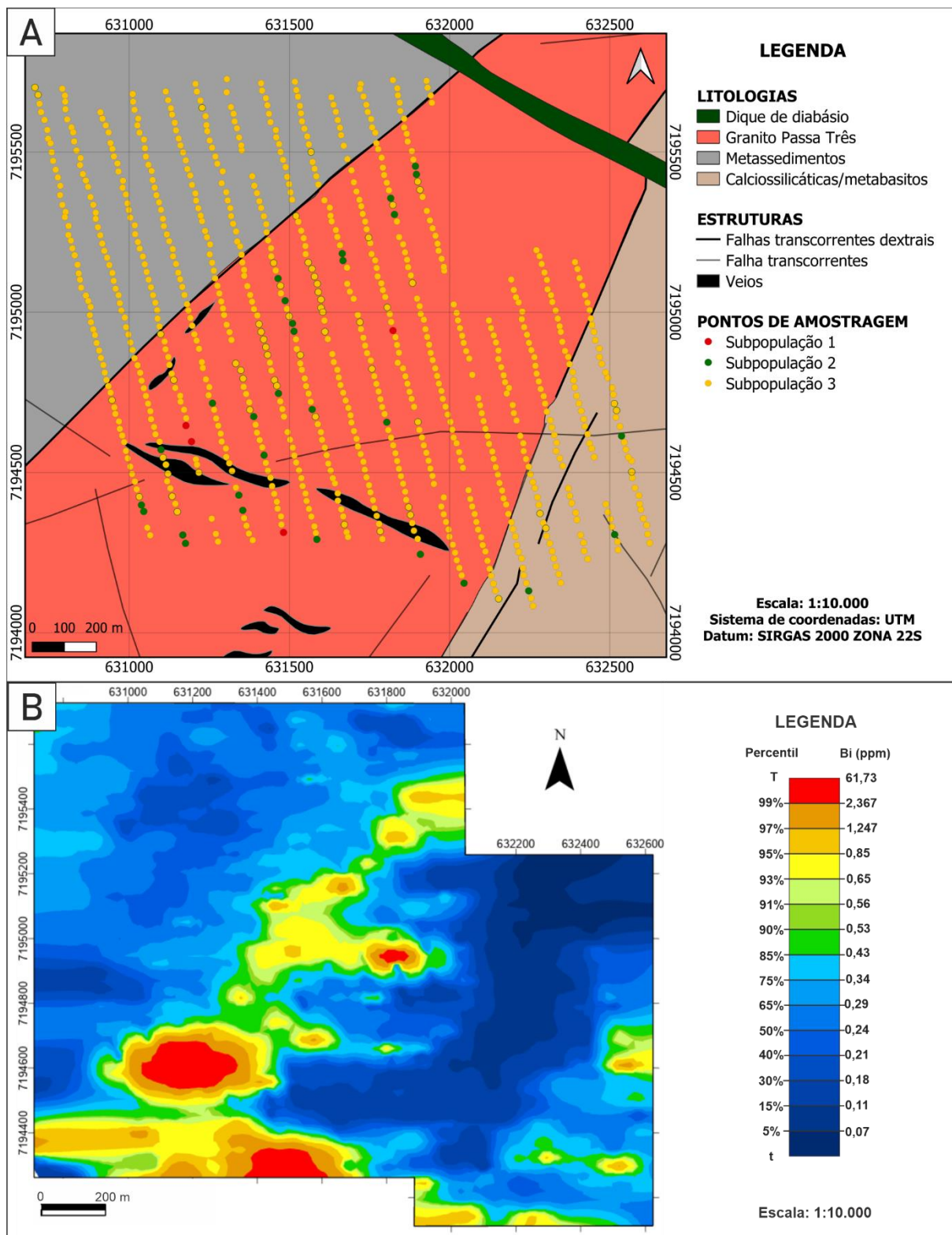


Figura 18: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Bi com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no web aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, os pontos verdes a subpopulação 2 e os pontos amarelos a subpopulação 3. **B)** Mapa de distribuição de Bi na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Bi (ppm).
 Fonte: Autoria própria.

4.2. COBALTO (Co)

No histograma do elemento de Co, nota-se um pico principal e um pico menor no segundo intervalo de classe, a distribuição é levemente assimétrica, conforme mostra a figura 19A. Quando plotados os valores no gráfico de probabilidade, foram identificadas três subpopulações que ocorrem entre os limites superior e inferior do conjunto de dados, sendo que nas subpopulações 1 e 2 há a zona de mistura entre os valores 9,742 e 14,770 ppm, enquanto a subpopulação 3 apresenta-se isolada. Os dados estatísticos podem ser observados no *boxplot* da figura 19B.

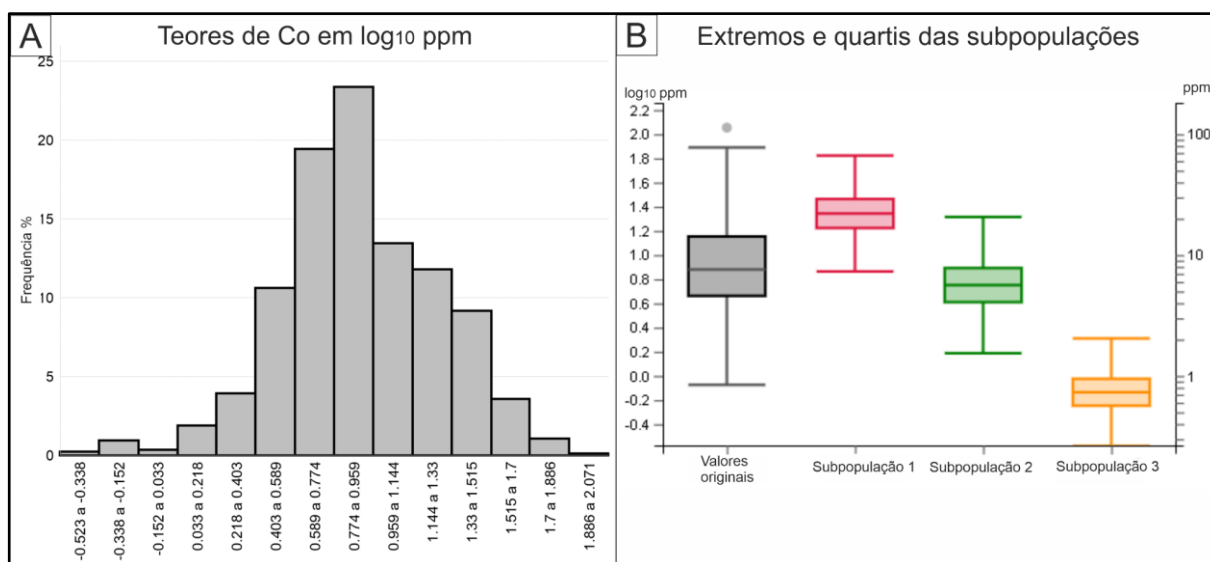


Figura 19: A) Histograma em que a abscissa representa os 14 intervalos de classes dos teores Log₁₀ ppm de Co e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição bimodal e leve assimetria. B) Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Co, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e em amarelo a subpopulação 3. Fonte: Autoria própria.

No mapa de subpopulações, mostrado na figura 20A, é possível notar que, apesar de não haver *outliers* nos dados, há concentração da subpopulação 1 nas bordas do granito e rochas adjacentes. O mesmo padrão ocorre no mapa de distribuição de teores de Co, mostrado na figura 20B, em que as maiores concentrações se situam nas partes NW e SE do mapa.

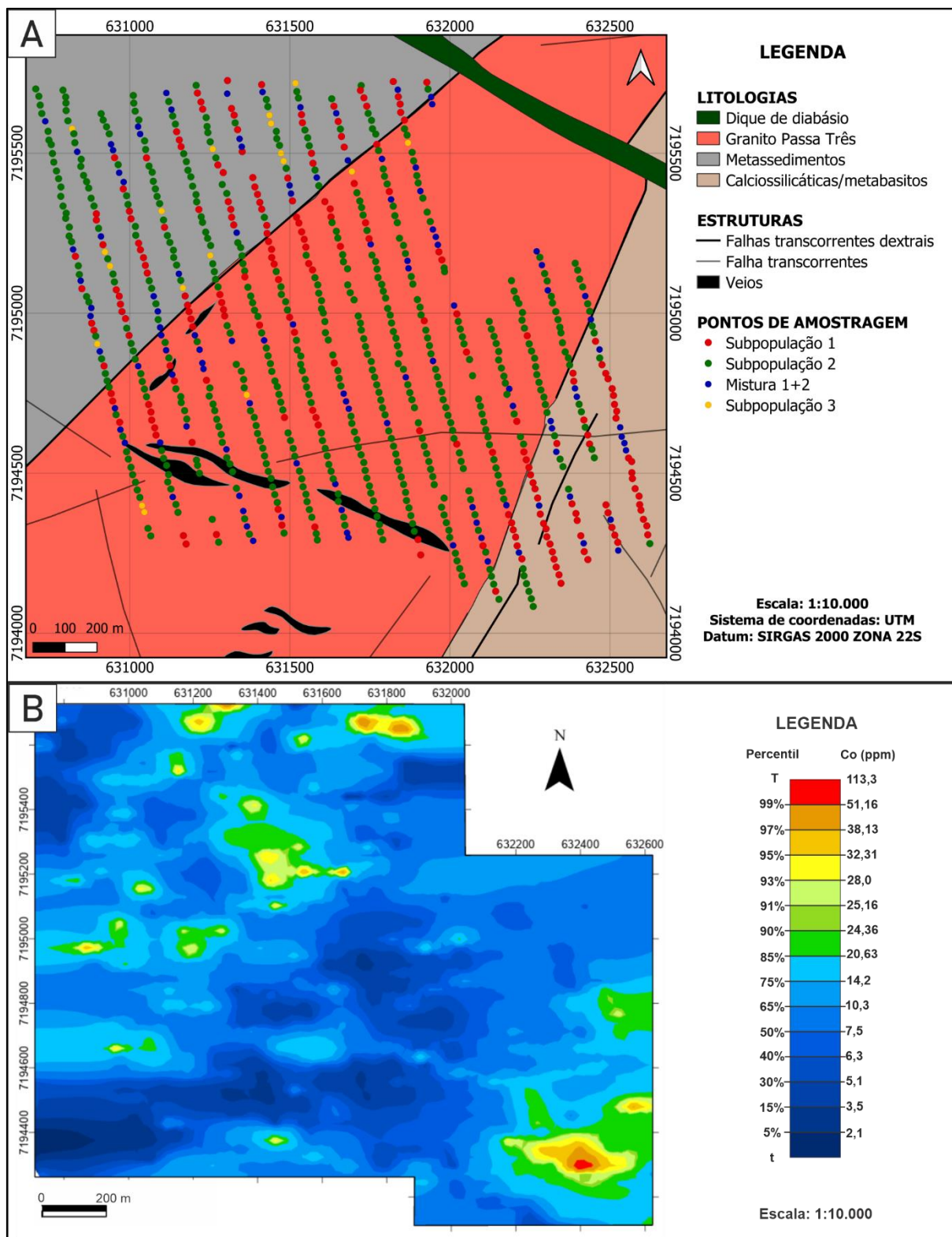


Figura 20: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Co com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no *web* aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1 os pontos verdes a subpopulação 2, os pontos amarelos a subpopulação 3 e os pontos azuis a zona de mistura entre as subpopulações 2 e 3. B) Mapa de distribuição de Co na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Co (ppm). Fonte: Autoria própria.

4.2. COBRE (Cu)

O histograma, mostrado na figura 21A, formado por 14 intervalos de classes de valores de Cu em $\log_{10}$ ppm apresenta uma distribuição quase simétrica com um pico principal. Os valores plotados no gráfico de probabilidade permitiram identificar três subpopulações isoladas, sendo a subpopulação 1 composta, em sua maioria, por *outliers*, a subpopulação 2 pelos demais valores e a subpopulação 3 possivelmente, por valores próximos ao limite inferior dos dados originais. Os dados estatísticos podem ser observados no *boxplot* da figura 21B.

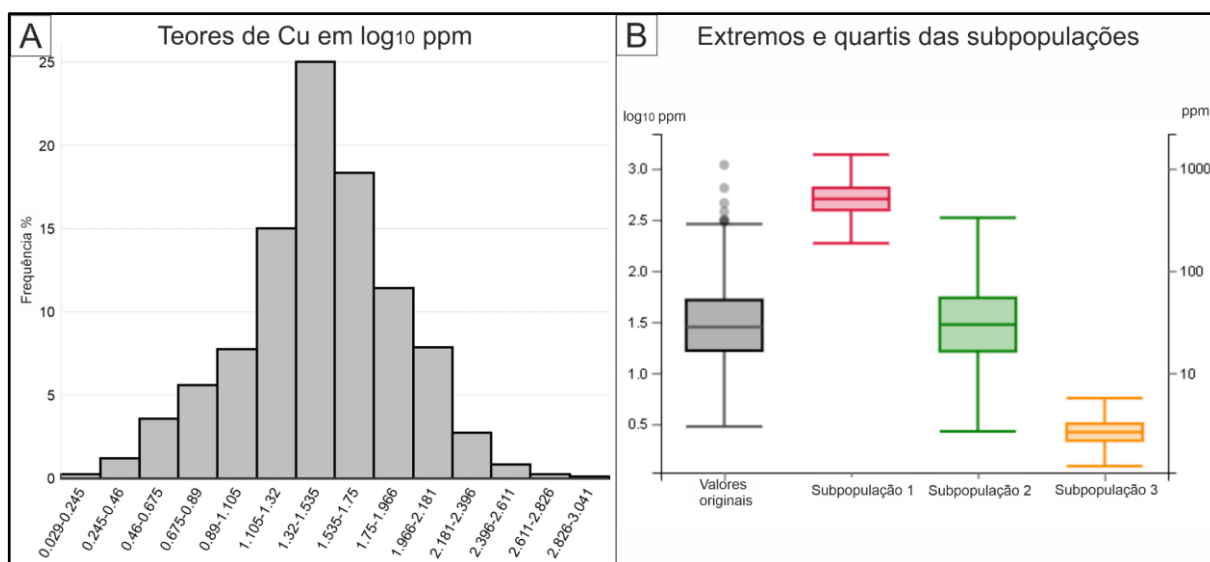


Figura 21: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 14 intervalos de classes dos teores $\log_{10}$ ppm de Cu e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição com leve assimetria. **B)** *Boxplot* gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Cu, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e em amarelo a subpopulação 3. Fonte: Autoria própria.

As subpopulações, mostradas no mapa de pontos da figura 22A, não possuem correlação espacial com a litologia da área, enquanto no mapa de percentis da figura 22B, é possível observar maiores concentrações na parte central do mapa, seguindo a direção NE-SW, além de uma pequena região anômala na porção norte.

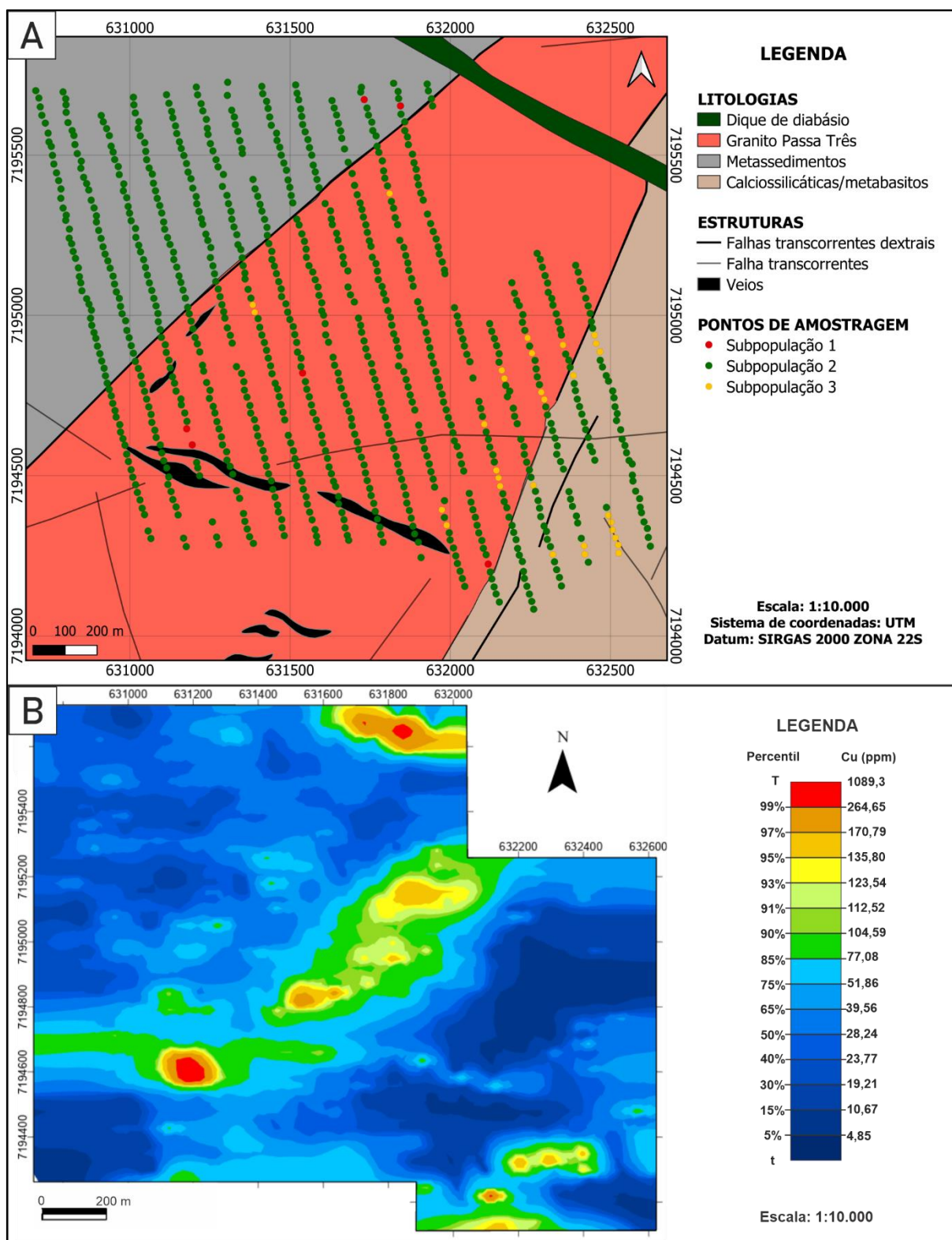


Figura 22: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Cu com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no *web* aplicativo Pplot. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, os pontos verdes a subpopulação 2 e os pontos amarelos a subpopulação 3. **B)** Mapa de distribuição de Cu na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Cu (ppm). Fonte: Autoria própria.

4.2. FERRO (Fe)

O histograma de Fe, mostrado na figura 23A, possui uma distribuição multimodal com três picos proeminentes e leve assimetria. No gráfico de probabilidade, foram identificadas três subpopulações isoladas, sendo a subpopulação 1 formada por *outliers* e valores próximos ao limite superior, a subpopulação 2 é formada por valores entre os limites superior e inferior dos valores originais e a subpopulação 3 é formada por valores abaixo do limite inferior. O boxplot da figura 23B mostra os dados estatísticos de cada subpopulação.

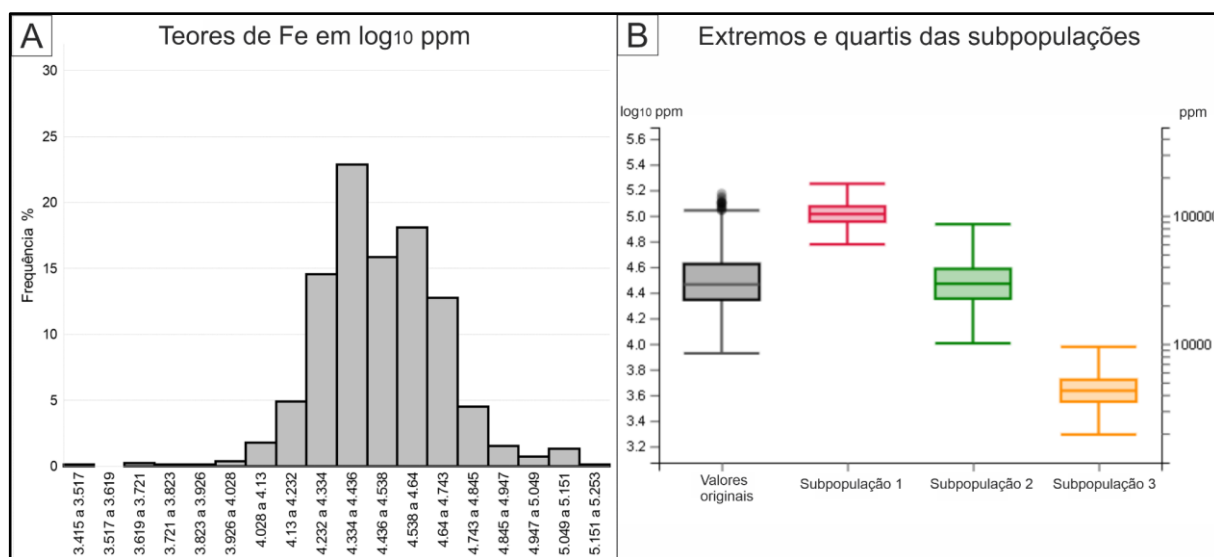


Figura 23: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 18 intervalos de classes dos teores Log10 ppm de Fe e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição multimodal e leve assimetria. **B)** *Boxplot* gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Fe, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e em amarelo a subpopulação 3. Fonte: Autoria própria.

No mapa de pontos, da figura 24A, é possível observar que não há relação espacial ou predomínio de uma subpopulação em uma litologia específica. Já no mapa de distribuição dos teores em solos (figura 24B) é possível observar que as maiores concentrações de Fe, estão localizadas nas porções NNW e SSE do mapa.

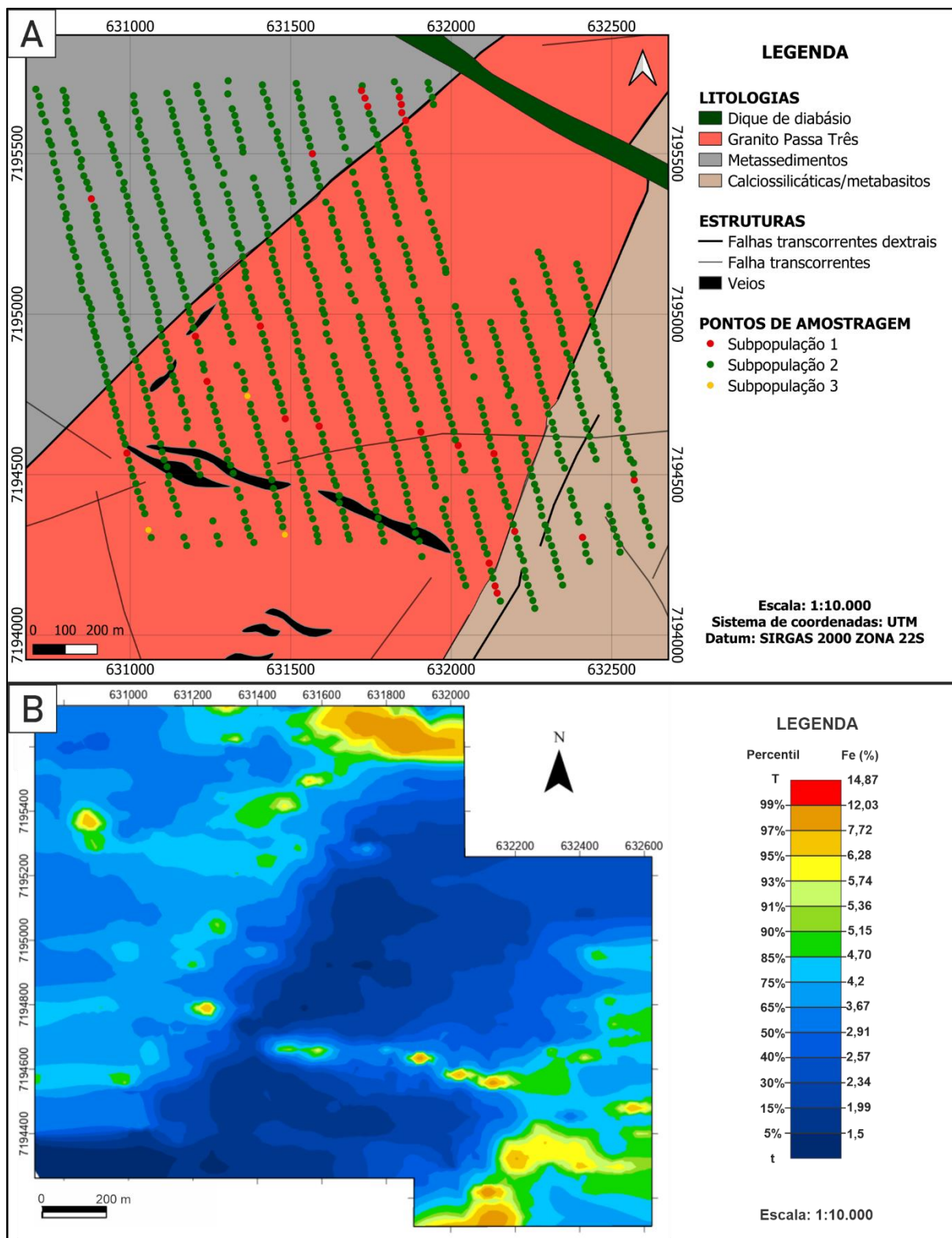


Figura 24: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Fe com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no *web* aplicativo Pplot. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, os pontos verdes a subpopulação 2 e os pontos amarelos a subpopulação 3. **B)** Mapa de distribuição de Fe na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Fe (%).Fonte: Autoria própria.

4.2. MOLIBDÊNIO (Mo)

O histograma composto pelos teores de Mo em log₁₀ ppm apresenta uma distribuição moderadamente assimétrica, a qual possui uma pequena ilha à direita, conforme mostra a figura 25A. Foram identificadas três subpopulações no gráfico de probabilidade, cujos dados estatísticos podem ser observados na figura 25B, sendo a subpopulação 1 composta por *outliers*, a subpopulação 2 e 3 possuem proximidade ocorrendo a zona de mistura entre os teores 1,432 e 2,156 ppm.

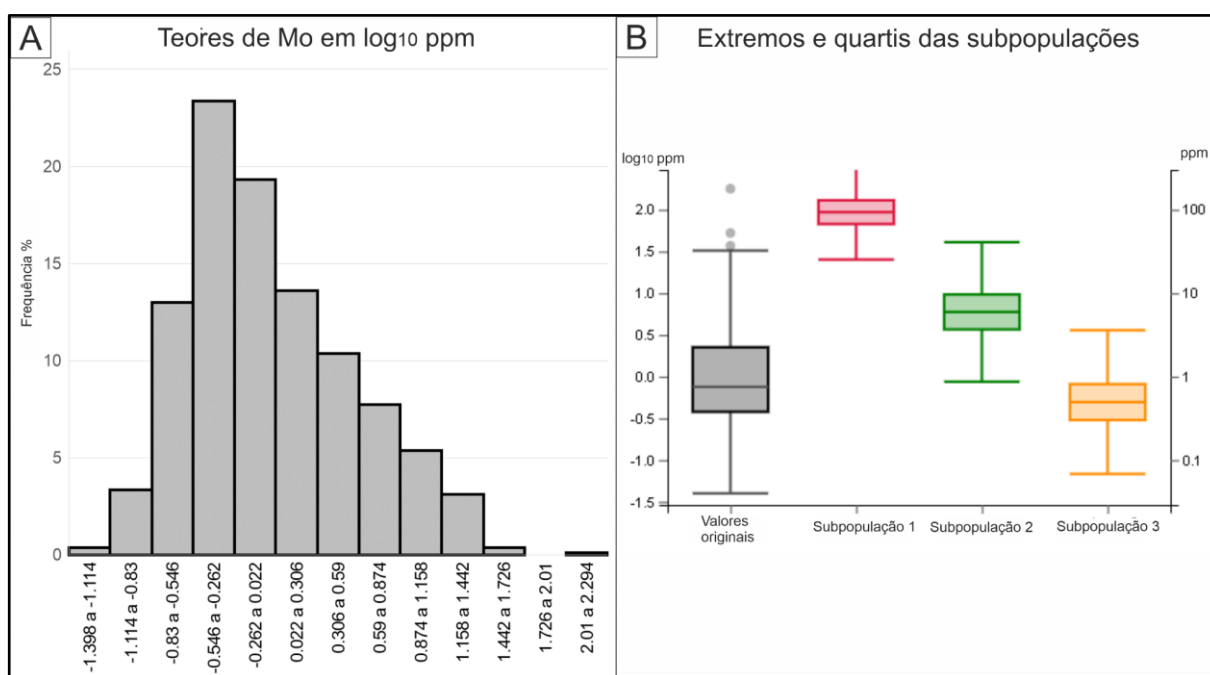


Figura 25: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 13 intervalos de classes dos teores Log₁₀ ppm de Mo e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição com leve assimetria positiva. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Mo, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. Nas escalas verticais estão representados os teores em log₁₀ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

O mapa de pontos das subpopulações de Mo (figura 26A) apresenta configuração espacial semelhante ao mapa de Au, havendo a concentração da subpopulação 2 na porção central da intrusão e concentração da subpopulação 1 próximo aos veios de direção NW-SE. O mapa de distribuição dos teores de Mo em solos, mostrado na figura 26A, segue o mesmo padrão de distribuição das subpopulações do mapa da figura 25B, em que as maiores concentrações estão na porção central seguindo sua orientação NE-SW.

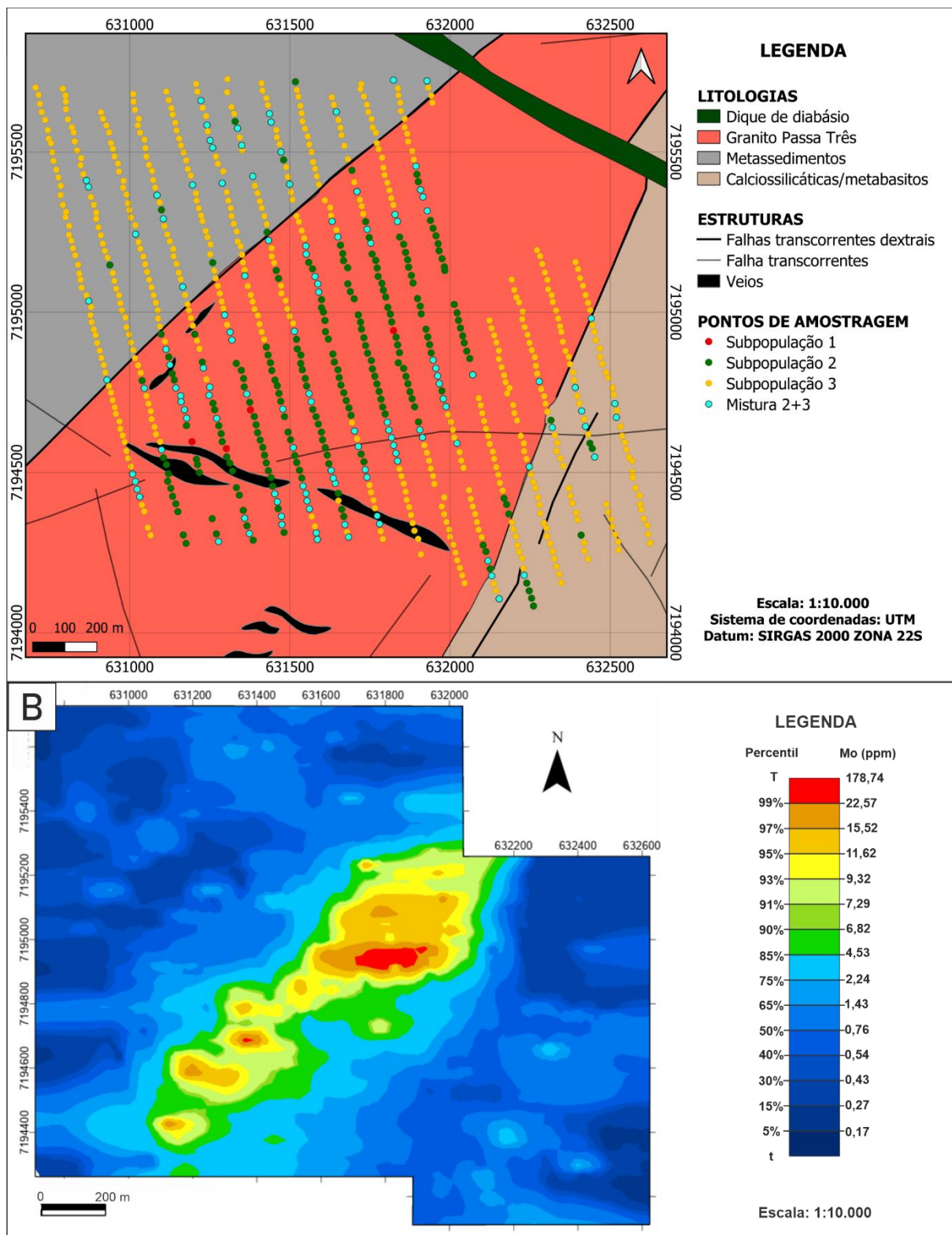


Figura 26: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Mo com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no web aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, os pontos verdes a subpopulação 2, os pontos amarelos a subpopulação 3 e os pontos azuis claros a zona de mistura entre as subpopulações 2 e 3. **B)** Mapa de distribuição de Mo na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Mo (ppm). Fonte: Autoria própria.

4.2. NÍQUEL (Ni)

O histograma dos valores de Ni, na figura 27A, mostra uma distribuição levemente assimétrica na qual há pequenos picos nas extremidades. Foram identificadas três subpopulações, sendo a subpopulação 1 formada exclusivamente por *outliers*, a subpopulação pelos valores entre os limites superior e inferior e a subpopulação 3, com valores abaixo do limite inferior, conforme mostra o *boxplot* da figura 27B.

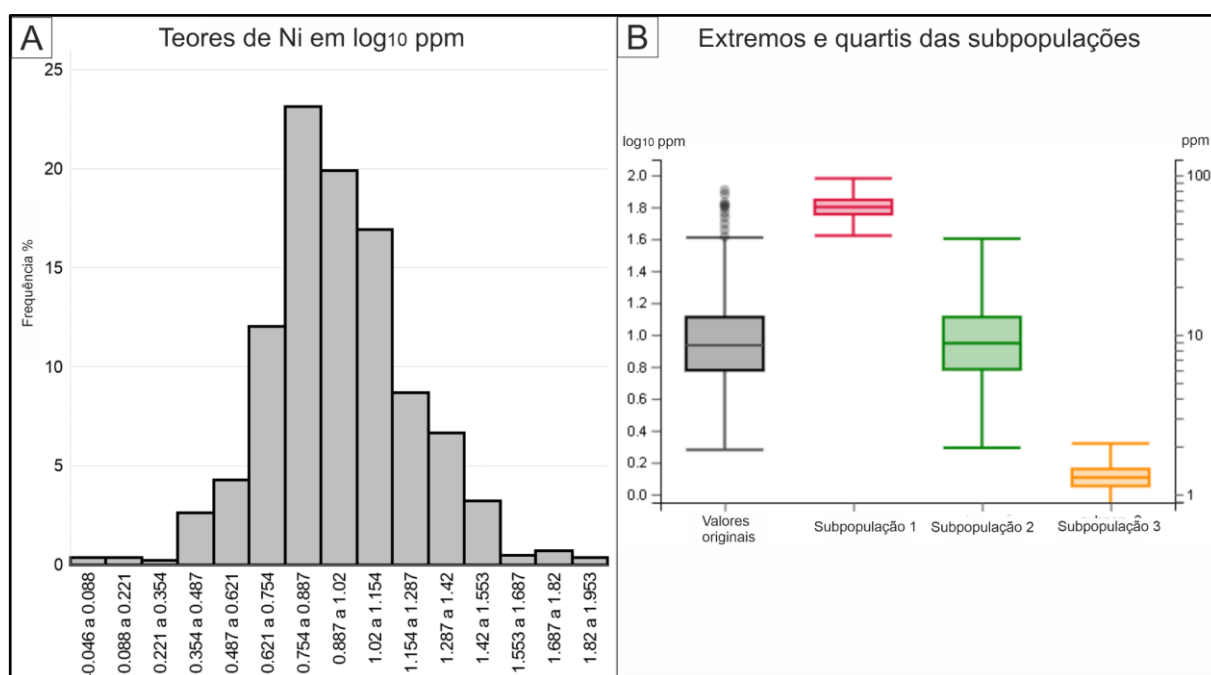


Figura 27: A) Histograma em que a abscissa representa os 15 intervalos de classes dos teores Log₁₀ ppm de Ni e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição com leve assimetria. **B)** *Boxplot* gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Ni, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. Nas escalas verticais estão representados os teores em log₁₀ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

A distribuição das subpopulações, mostradas no mapa de pontos da figura 28A, não possui nenhuma tendência ou relação com as litologias da área, ocorrendo de maneira aleatória. As concentrações, no mapa de distribuição dos teores de Ni em solos, da figura 28B, estão localizadas nas bordas NW e SE do mapa.

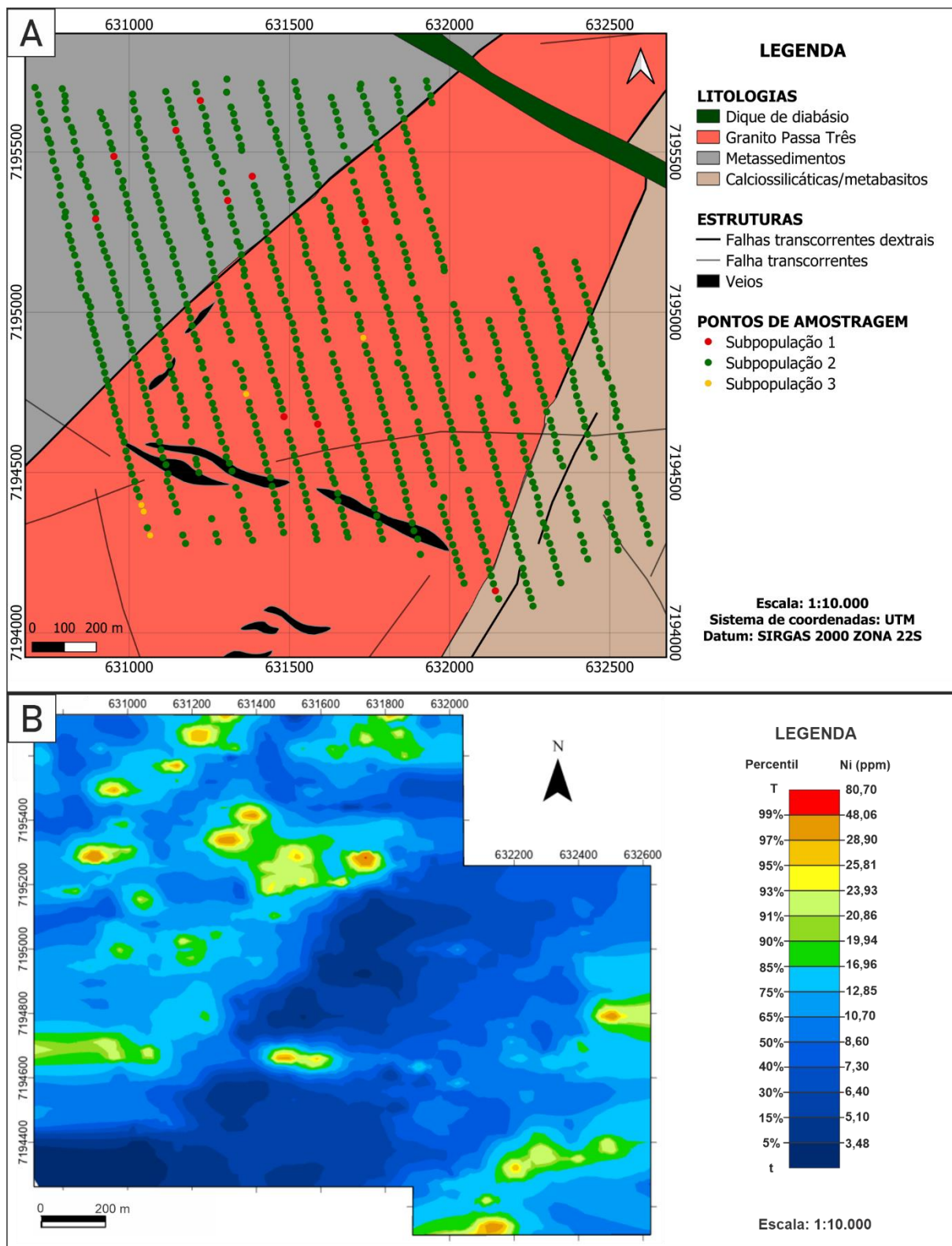


Figura 28: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Ni com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no web aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, os pontos verdes a subpopulação 2 e os pontos amarelos a subpopulação 3. **B)** Mapa distribuição de Ni na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Ni (ppm).
 Fonte: Autoria própria.

4.2. CHUMBO (Pb)

No histograma do elemento de Pb, mostrado na figura 29A, é possível notar dois picos principais e uma pequena porção isolada na extremidade direita do gráfico, possui uma distribuição levemente assimétrica. Quando ajustados os dados no gráfico de probabilidade, foram identificadas três subpopulações, cujos valores estatísticos estão mostrados na figura 29B, em que a subpopulação 1 é isolada das demais, formada pelos *outliers* e valores próximos do limite superior, enquanto as subpopulações 2 e 3 possuem a zona de mistura entre os teores 8,97 e 12,35 ppm.

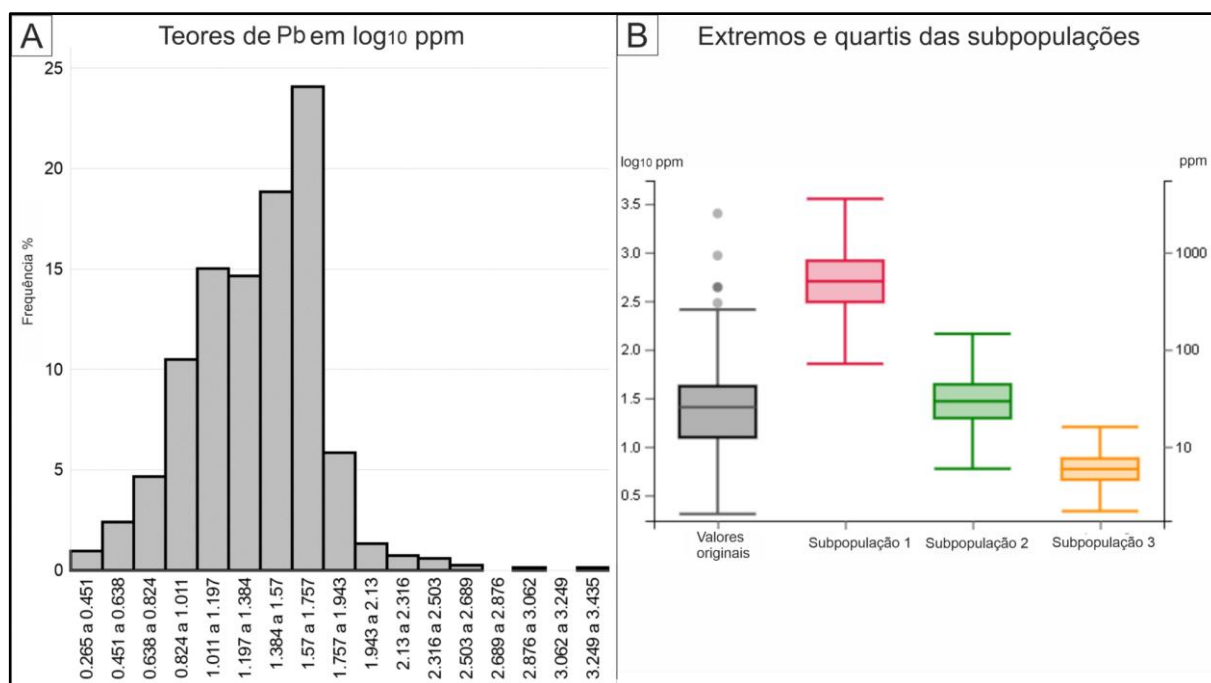


Figura 29: A) Histograma em que a abscissa representa os intervalos de classes dos teores Log₁₀ ppm de Pb e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição multimodal e leve assimetria. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Pb, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. Nas escalas verticais estão representados os teores em log₁₀ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

O mapa de pontos classificados por subpopulações da figura 30A, mostra a distribuição espacial das subpopulações, em que os valores da zona de mistura e subpopulação 3 predominam nas rochas calciossilicáticas e no contato do granito com os metassedimentos. No mapa de distribuição dos teores de Pb em solos, há concentração anômala na região noroeste do mapa, onde há um baixo topográfico, mas também apresenta concentrações na parte central do granito. Quando comparados os dois mapas, a subpopulação 1.

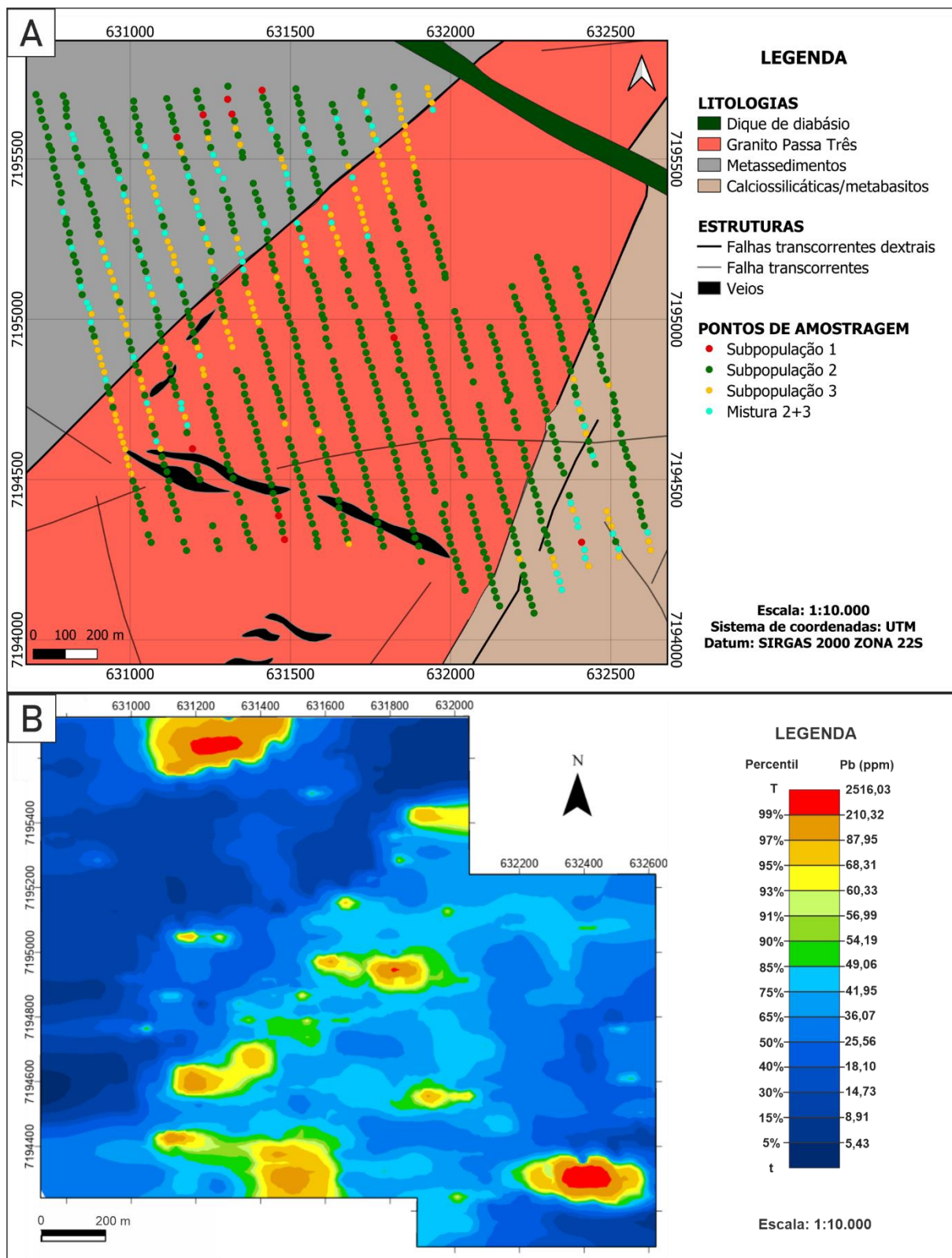


Figura 30: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Pb com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no web aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, os pontos verdes a subpopulação 2, os pontos amarelos a subpopulação 3 e os pontos azuis claros a zona de mistura entre as subpopulações 2 e 3. **B)** Mapa de distribuição de Ni na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Pb (ppm). Fonte: Autoria própria.

4.2. ANTIMÔNIO (Sb)

No histograma da figura 31A, formado com os teores em $\log_{10}$ ppm de Sb, é possível observar dois picos principais à esquerda e, ainda, uma ilha à direita, constituindo uma curva trimodal assimétrica. No boxplot, mostrado na figura 31B, é possível observar as características das 3 subpopulações, sendo a subpopulação 1 formada, principalmente, por *outliers*. As subpopulações 2 e 3 possuem proximidade em seus valores, causando uma zona de mistura entre si.

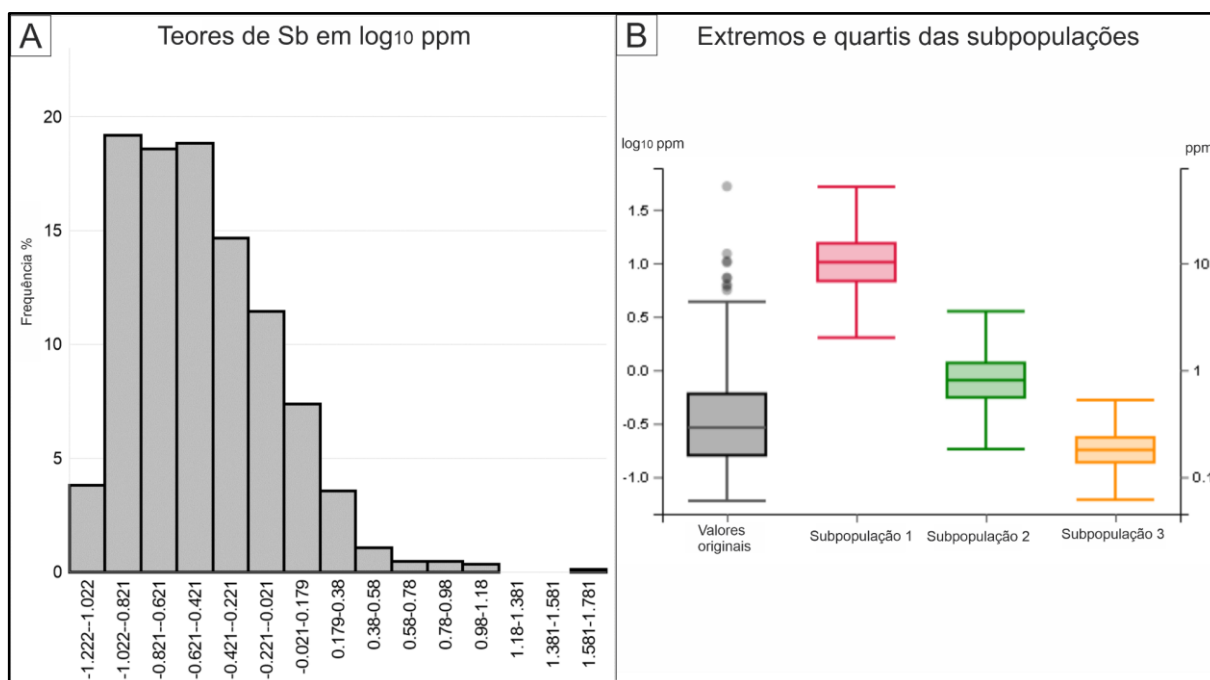


Figura 31: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 15 intervalos de classes dos teores $\log_{10}$ ppm de Sb e a ordenada representa a frequência relativa. O histograma apresenta distribuição bimodal e leve assimetria. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Sb, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. Nas escalas verticais estão representados os teores em $\log_{10}$ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

No mapa de pontos da figura 32A, é possível notar que a distribuição espacial das subpopulações 1 e 2 concentram-se, principalmente, nos metassedimentos do Grupo Votuverava e no contato com o corpo granítico. No mapa de distribuição dos teores de Sb em solos, mostrado na figura 32B, é possível notar concentrações na borda oeste do granito.

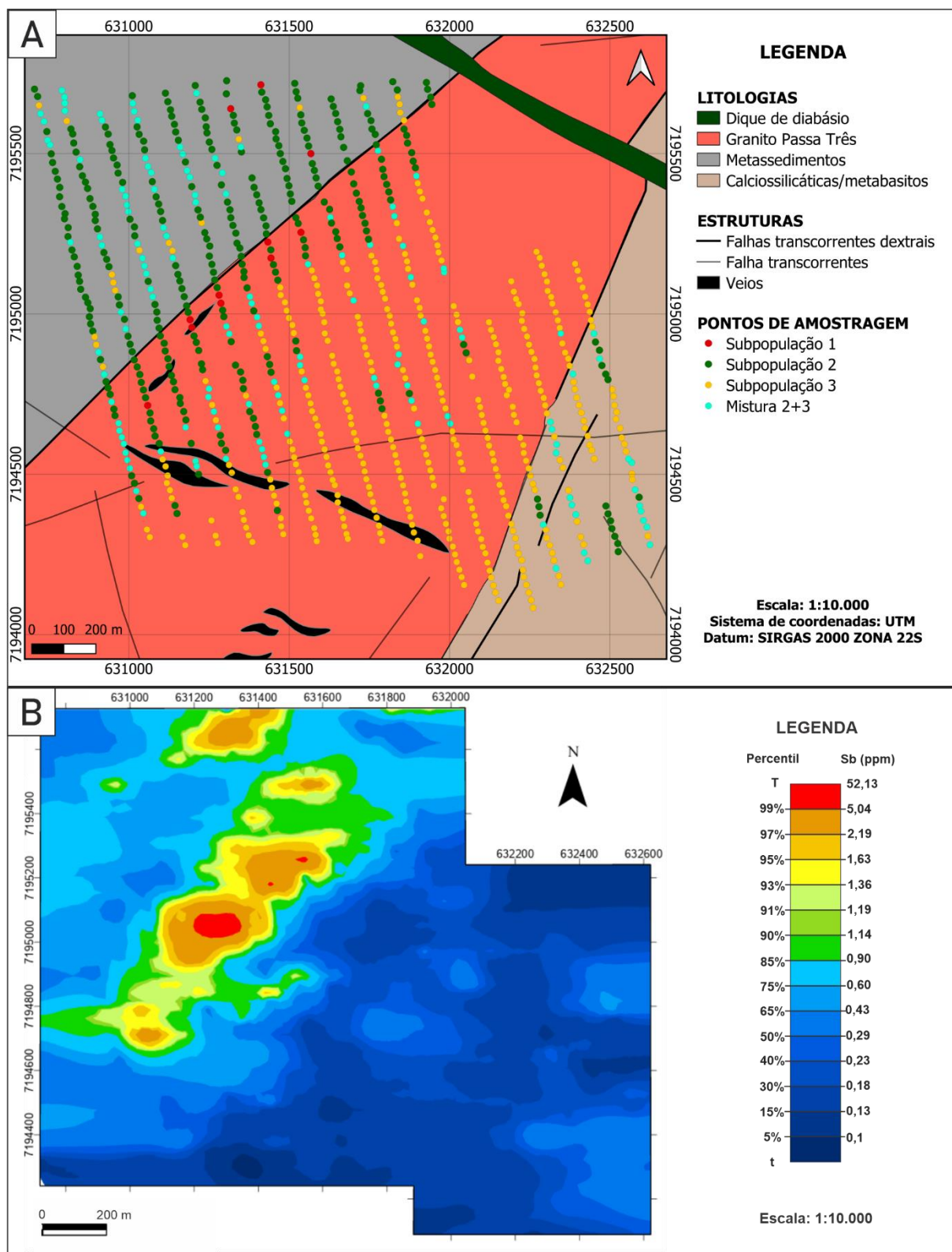


Figura 32: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Sb com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no *web* aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, os pontos verdes a subpopulação 2, os pontos amarelos a subpopulação 3 e os pontos verde claro correspondem à zona de mistura das subpopulações 2 e 3. **B)** Mapa de distribuição de Sb na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Sb (ppm). Fonte: Autoria própria.

4.2. TELÚRIO (Te)

O histograma do elemento de Te, representado na figura 33A, mostra uma multimodal com forte assimetria positiva, em que o pico do intervalo de -2 a -1,781 $\log_{10}$ ppm é causado devido a grande quantidade de resultados abaixo do limite de detecção do método analítico. Quando plotados os valores no gráfico de probabilidade, são identificadas três subpopulações isoladas, cujas características estatísticas são mostradas no boxplot da figura 33B. A subpopulação 1 é constituída, majoritariamente, por *outliers*.

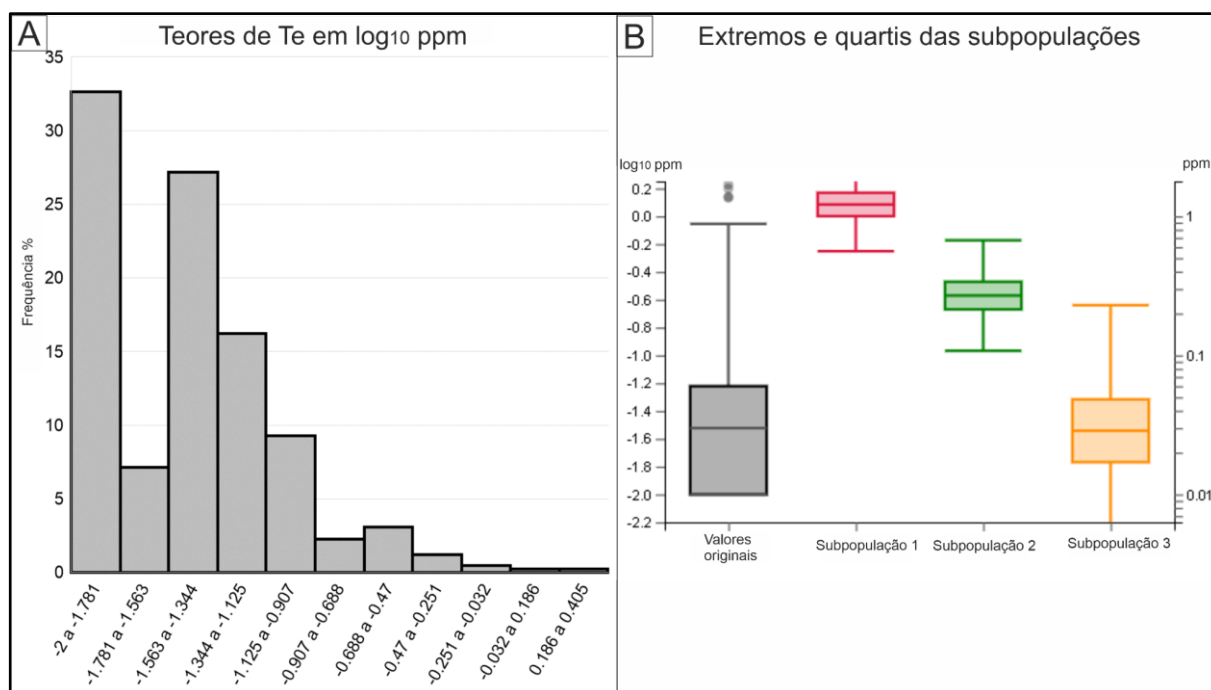


Figura 33: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 11 intervalos de classes dos teores $\log_{10}$ ppm de Te e a ordenada representa a frequência relativa de cada intervalo. O histograma apresenta distribuição multimodal assimétrica positiva. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Te, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. Nas escalas verticais estão representados os teores em $\log_{10}$ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

No mapa de pontos classificados por subpopulações (figura 34A), as subpopulações 1 e 2 concentram-se na borda oeste do granito seguindo a direção NW-SE do corpo intrusivo. No mapa de distribuição de Te nos solos, mostrado na figura 34B, é possível observar o mesmo padrão do mapa de pontos, onde os valores acima da mediana concentram-se na porção oeste do mapa, e ainda, há uma pequena concentração na borda SE.

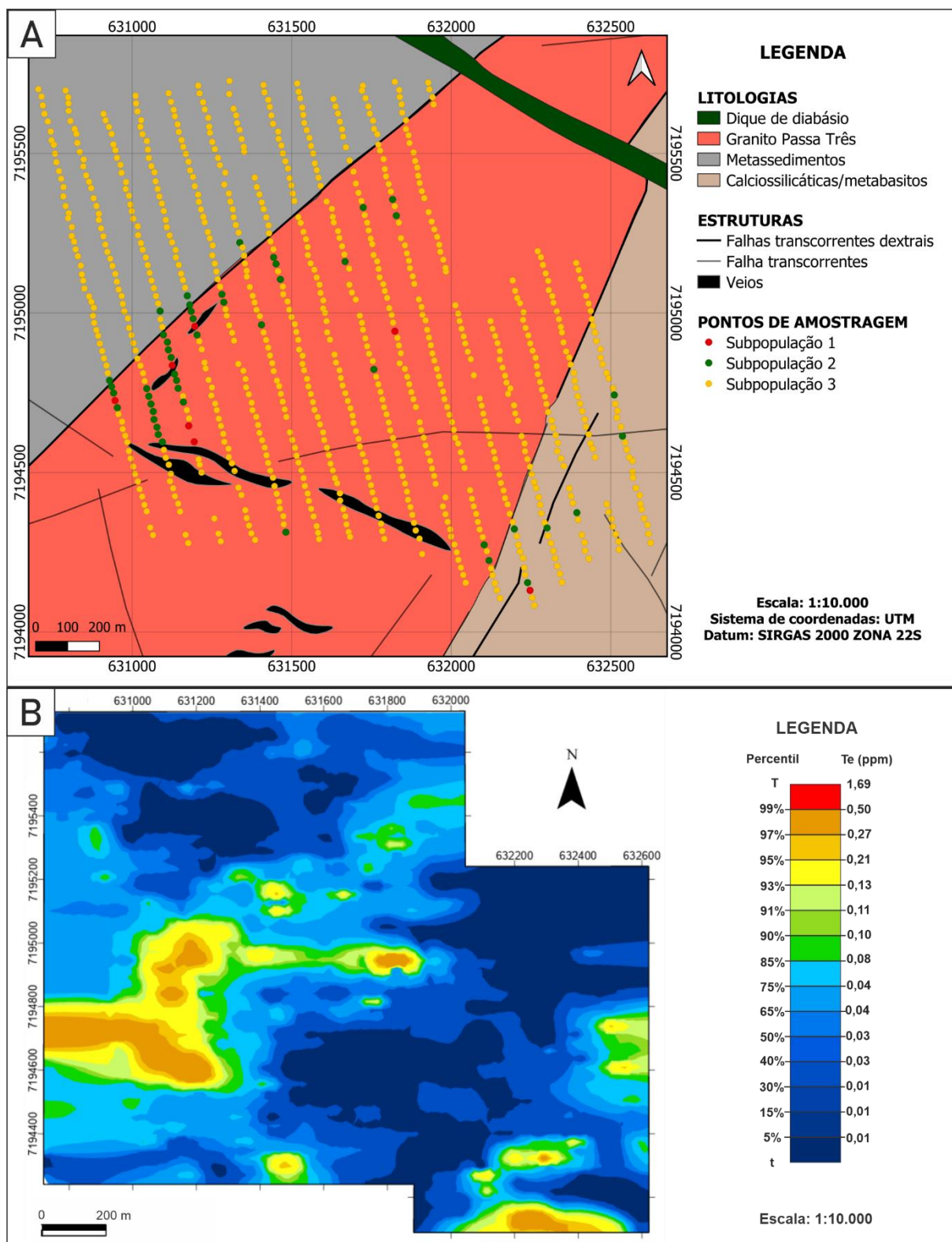


Figura 34: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Te com base no gráfico de probabilidade e *boxplot* gerado no web aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, constituída pelos valores anômalos, os pontos verdes a subpopulação 2, composta por valores entre o 3º quartil e limite superior, e os amarelos a subpopulação 3. **B)** Mapa de distribuição de Te na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Te (ppm). Fonte: Autoria própria.

4.2. ZINCO (Zn)

Os valores de $\log_{10}$ ppm de Zn no histograma da figura 35A, divididos em 20 intervalos de classe, mostram uma distribuição levemente assimétrica, com pequenos sobressaltos em ambas as extremidades. No boxplot da figura 35B, há dados estatísticos das 3 subpopulações que constituem a variável, os quais conferem com a geometria do histograma, sendo a subpopulação 1, correspondente aos intervalos de classes que formam a pequena ilha à direita no histograma e é formada por *outliers*, a subpopulação 3 corresponde ao sobressalto das classes à esquerda e o pico principal, à subpopulação 2. As três subpopulações estão totalmente isoladas, não ocorrendo a zona de mistura entre elas.

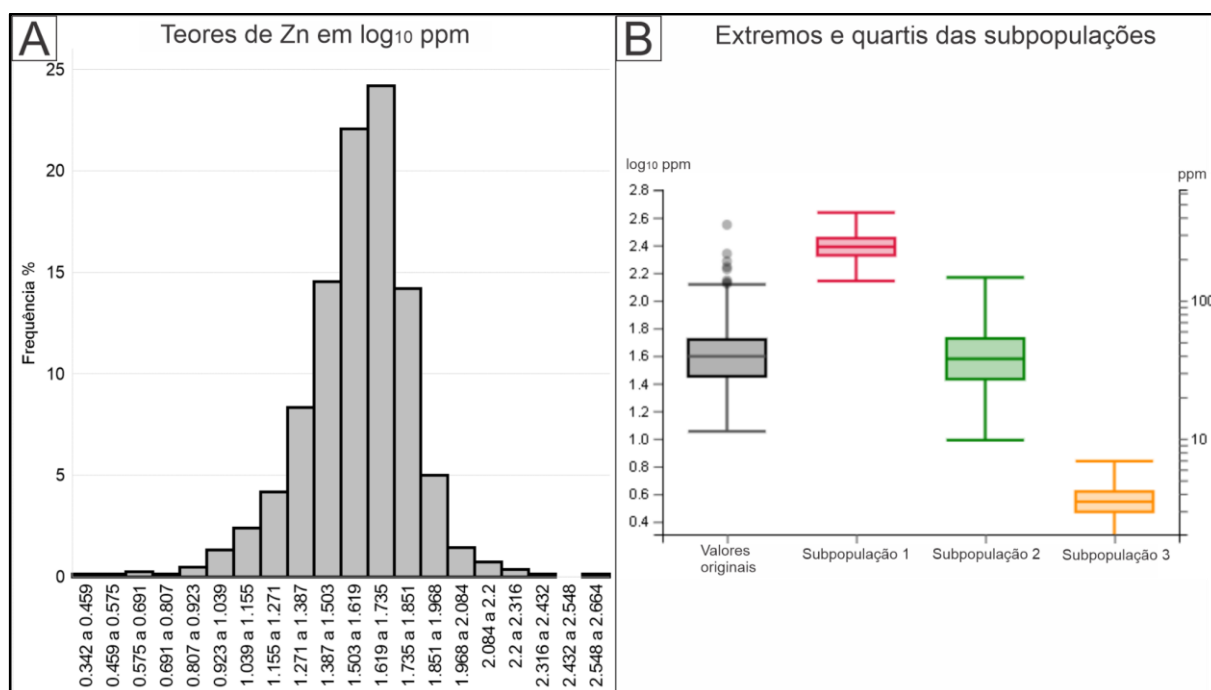


Figura 35: **A)** Histograma em que a abscissa representa os 20 intervalos de classes, calculados a partir de S/2, dos teores $\log_{10}$ ppm de Zn e a ordenada representa a frequência relativa de cada intervalo. O histograma apresenta distribuição trimodal e leve assimetria. **B)** Boxplot gerado a partir da modelagem do gráfico de probabilidade de Zn, em preto estão representados os valores originais da variável, em vermelho a subpopulação 1, em verde a subpopulação 2 e amarelo a subpopulação 3. Nas escalas verticais estão representados os teores em $\log_{10}$ ppm à esquerda e em ppm à direita. Fonte: Autoria própria.

No mapa de pontos, mostrado na figura 36A, a subpopulação 1 de Zn está presente, exclusivamente, nos metassedimentos do Grupo Votuverava, a subpopulação 2 estende-se em todas as litologias e a subpopulação 3 está nos metassedimentos e no granito. No mapa de distribuição dos teores de Zn em amostras de solo, na figura 36B, há pequenas concentrações altas espalhadas na porção NW.

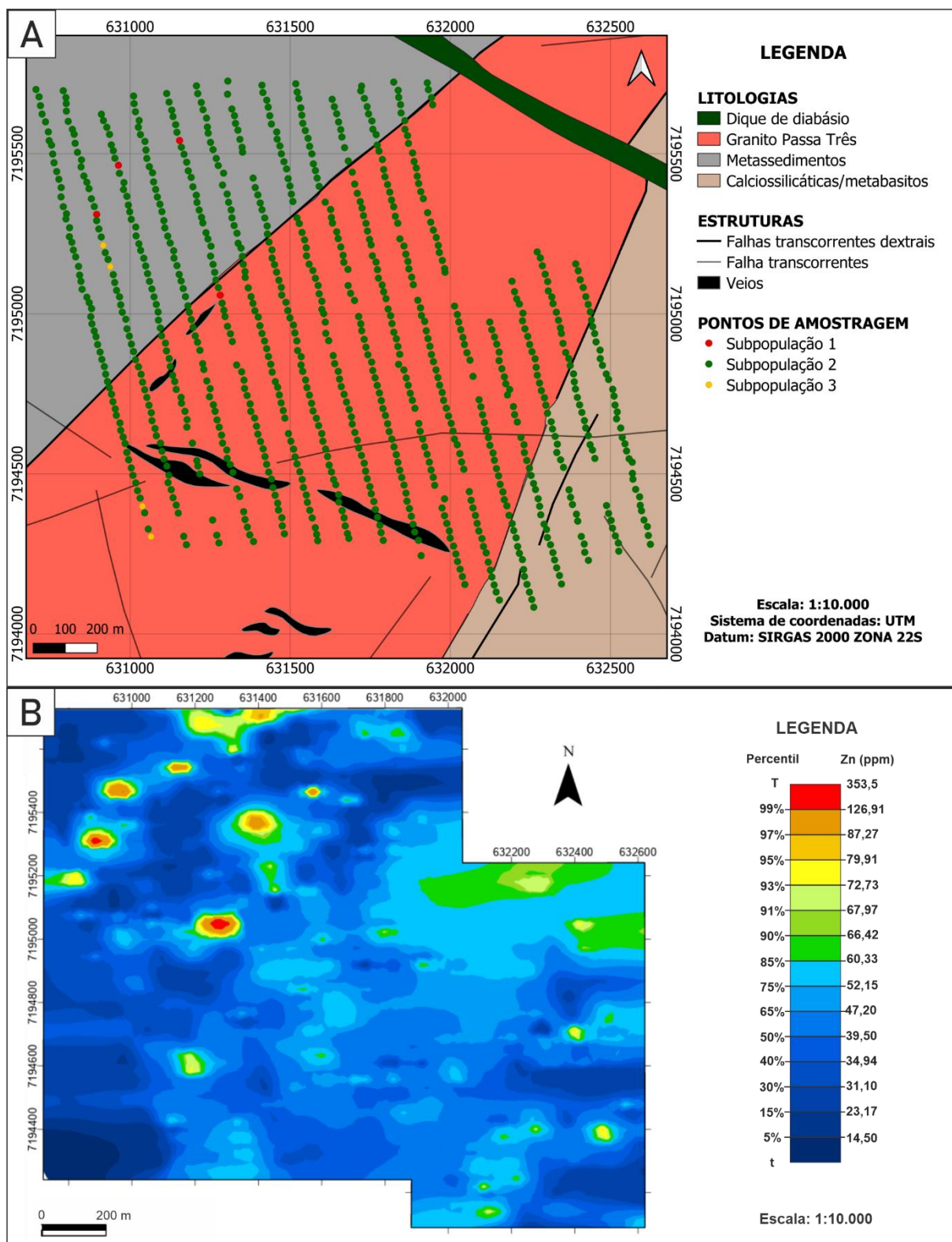


Figura 36: A) Mapa de pontos, classificados por subpopulações da variável Zn com base no gráfico de probabilidade e boxplot gerados no web aplicativo *Pplot*. Os pontos vermelhos mostram a subpopulação 1, composta pelos valores discrepantes, os pontos verdes a subpopulação 2, composta pelos valores entre os limites inferior e superior e os pontos amarelos a subpopulação 3. **B)** Mapa de distribuição de Zn na área de estudo. Na escala, à esquerda, estão os percentis e, à direita, os teores de Zn (ppm). Fonte: Autoria própria.

5. DISCUSSÃO

Os histogramas obtidos a partir das tabelas de frequências dos elementos com a amplitude calculada sobre os valores em logaritmo na base 10, atenuaram as assimetrias positivas observadas em histogramas confeccionados com os valores originais. Desta maneira, foi possível aproximar a curva de distribuição a uma distribuição normal para caracterização dos elementos. O histograma de Te, apresentado na figura 32A, mesmo com os valores log transformados, possui forte assimetria positiva formada pela distribuição censurada, a qual foi causada pelo critério de escolha de inclusão dos resultados abaixo do limite de detecção (LID) no tratamento estatístico.

Quando os valores foram modelados nos gráficos de probabilidade, foi possível observar que todas as variáveis analisadas possuem duas subpopulações ou mais. Os histogramas, por vezes, não refletem a quantidade correta das subpopulações (marcada nos picos proeminentes), isso ocorre devido à proximidade dos valores das subpopulações, que mesmo com intervalos de valores isolados, podem ocasionar na camuflagem de uma sobre a outra nos histogramas, conforme descrito por Licht (2023) e demonstrado na figura 5. Há também as zonas de mistura, observadas nos gráficos, nas quais há um intervalo de valor em que não se pode afirmar a qual subpopulação pertencem. É o caso dos elementos Au, Co, Mo, Pb e Sb, que possuem uma faixa de valores entre duas subpopulações.

Quando são observados os mapas de subpopulações dos elementos Ag, Au e Bi separadamente, alguns pontos da subpopulação 1, que representa os maiores valores, não possuem uma relação espacial entre si. Porém, ao comparar os mapas destes elementos, é possível notar que os *outliers* ou teores mais altos nos mapas de subpopulações, ocorrem nos mesmos pontos de amostragem ou próximos, associados com a litologia, neste caso, os veios de orientação NW-SE e a parte central do granito com orientação NE-SW. O mesmo ocorre com os mapas de distribuição de teores destes elementos, em que os sinais geoquímicos se concentram nas mesmas regiões.

Quando comparados os mapas de Au e Ag, é possível notar semelhança espacial nos valores anômalos de ambos os elementos, como mostra a figura 37, que confere com a análise química realizada por Dressel *et al.* (2022), em que os grãos de ouro nativo presentes nos veios, possuem composição química de Au e Ag.

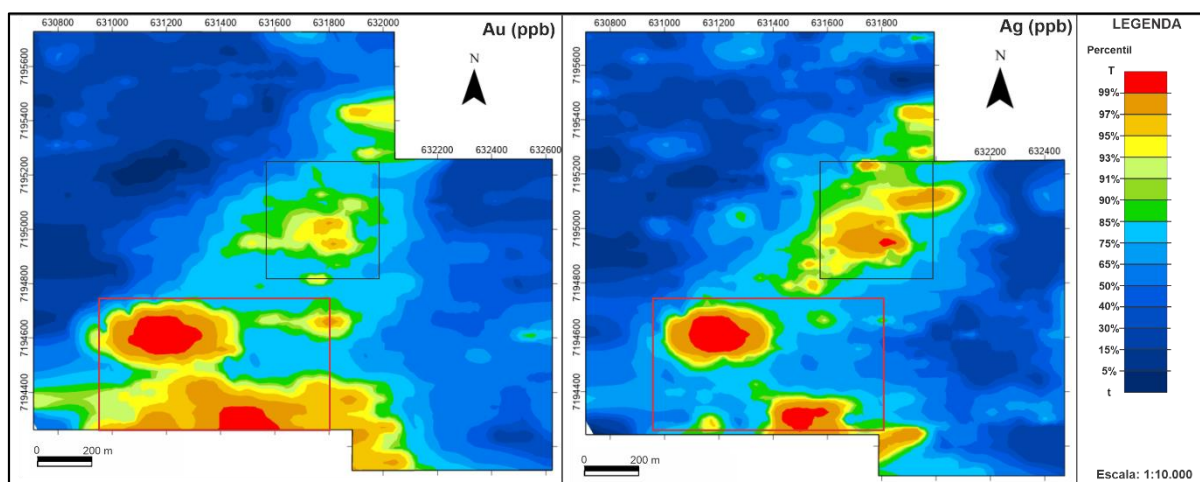


Figura 37: Comparação espacial entre os mapas de distribuição de teores dos elementos de Au e Ag nas amostras de solos. À esquerda, mapa de Au e, à direita, mapa de Ag. Em destaque no quadrado vermelho, é possível observar o predomínio de fortes sinais geoquímicos e em destaque no quadro preto, há altas concentrações dos elementos. Fonte: Autoria própria.

Quanto a ocorrência de aikinita, mineral de Bi, associados ao ouro, descrito por Piekarz (1992), Picanço (2000) e Dressel *et al.* (2022), nos mapas obtidos é possível notar semelhança espacial dos valores anômalos de Au e Bi, próximos aos veios NW-SE e na porção central do granito, seguindo a direção dele.

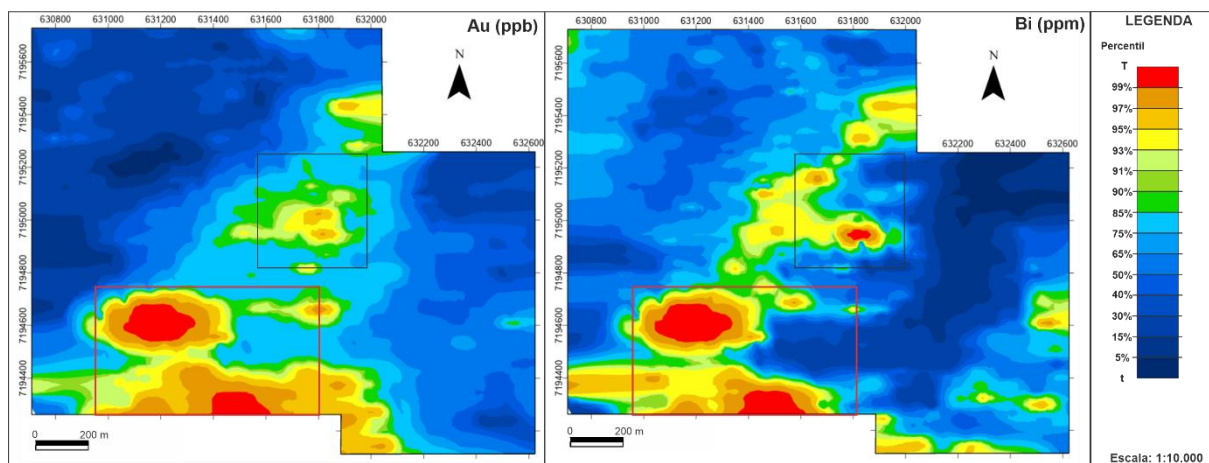


Figura 38: Comparação espacial entre os mapas de distribuição de teores dos elementos de Au e Bi nas amostras de solos. À esquerda, mapa de Au e, à direita, mapa de Bi. Em destaque no quadrado vermelho, é possível observar o predomínio de fortes sinais geoquímicos e em destaque no quadro preto, há altas concentrações dos elementos. Fonte: Autoria própria.

Dressel *et al.* (2022) associa, também, calcopirita ao minério de ouro. Comparando os mapas de Au e Cu, é possível notar similaridade em algumas localizações de maiores concentrações, próximas aos veios NW-SE.

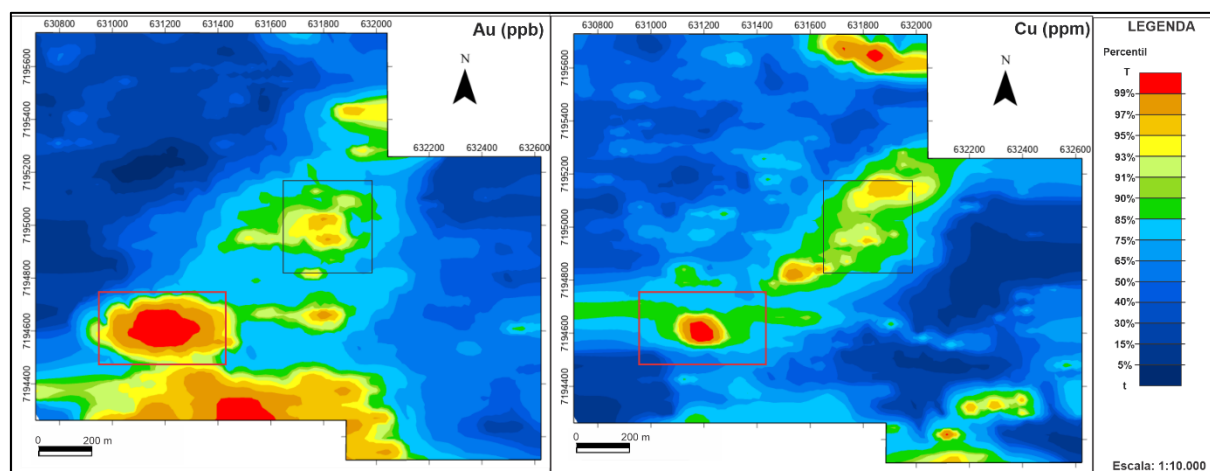


Figura 39: Comparação espacial entre os mapas de distribuição de teores dos elementos de Au e Cu nas amostras de solos. À esquerda, mapa de Au e, à direita, mapa de Cu. Em destaque no quadrado vermelho, é possível observar o predomínio de fortes sinais geoquímicos e em destaque no quadro preto, há altas concentrações dos elementos. Fonte: Autoria própria.

Há, ainda associação de Mo, conforme descreve Dressel *et al.* (2022). Comparando os mapas de distribuição dos teores de Au e Mo, é possível notar similaridade nos sinais geoquímicos na parte central do mapa, conforme mostra a figura 39.

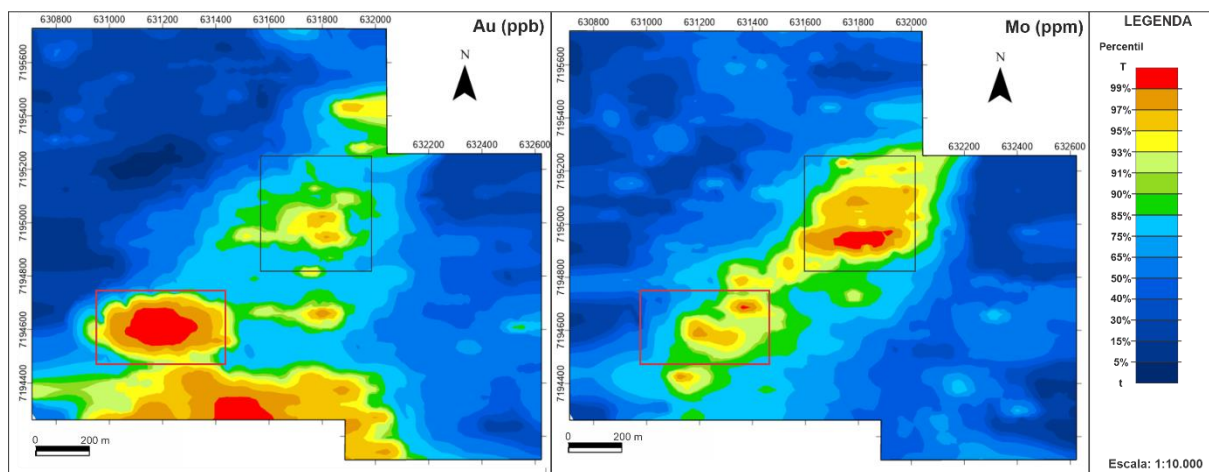


Figura 40: Comparação espacial entre os mapas de distribuição de teores dos elementos de Au e Mo nas amostras de solos. À esquerda, mapa de Au e, à direita, mapa de Mo. Em destaque no quadrado vermelho, é possível observar o predomínio de fortes sinais geoquímicos e em destaque no quadro preto, há altas concentrações dos elementos. Fonte: Autoria própria.

Os mapas de ferro da figura 24, mostram que as distribuições da subpopulação 1 e dos teores mais elevados do elemento concentram-se nas rochas adjacentes, pertencentes ao Grupo Votuverava. Os elementos As e Te possuem sinais geoquímicos mais fortes na porção NW da área, onde ocorre um baixo topográfico, podendo assim, formarem uma anomalia não significativa desses elementos devido ao acúmulo.

6. CONCLUSÕES

O uso da estatística no tratamento de dados de prospecção geoquímica de solos, mostrou-se eficiente na escala dos mapas confeccionados, de 1:10:000. Foram observadas anomalias dos 13 elementos associados aos minerais presentes nos veios auríferos, que comparando com o mapa geológico da área, coincidem com a geoquímica das litologias presentes. De toda forma, no tratamento dos dados geoquímicos deve ser considerado diversos fatores que podem alterar os dados, gerando anomalias não relacionadas a mineralizações.

Com a conclusão dos mapas, é possível afirmar que os objetivos do presente trabalho foram concluídos com êxito. As anomalias presentes nos mapas indicam locais de prospecção de Au que atualmente já são explorados, confirmando que a metodologia aplicada condiz com a bibliografia e com o observado na área. Sugere-se, ainda, que há, possivelmente, mineralizações localizadas na porção central do Granito Passa Três, uma vez que a área central apresentou sinais geoquímicos similares aos observados próximos aos veios mineralizados já mapeados.

Em relação a associação mineral com finalidade Au-Bi-Cu±Mo que ocorre em depósitos relacionados a intrusão no modelo metalogenético IRGS, conclui-se que há correlação na espacialidade dos sinais geoquímicos nos mapas de distribuição dos teores destes quatro elementos, corroborando com o modelo atualmente proposto.

REFERÊNCIAS

- Basei, M.A.S.; Brito Neves, B.B.; Siga, O., Jr.; Babinski, M.; Pimentel, M.M.; Tassinari, C.C.G.; Hollanda, M.H.B.; Nutman, A.; Cordani, U.G. 2010. Contribution of SHRIMP U–Pb zircon geochronology to unravelling the evolution of Brazilian Neoproterozoic fold belts. *Precambrian Res.* 183, 112–144.
- Cury, L.F.; Kaulfuss, G.A.; Siga, O., Jr.; Basei, M.A.S.; Harara, O.M.; Sato, K. 2002. Idades U-Pb (Zircões) de 1.75 Ga em granitóides alcalinos deformados dos núcleos Betara e Tigre: Evidências de regimes extensionais do Estateriano na Faixa Apiaí. *Geol. USP Série Científica*, 2, 95–108.
- Dressel, B.C. 2018. Análise estrutural, petrológica e metalogenética da mineralização aurífera neoproterozoica do Granito Passa Três (Campo Largo -PR) - implicações sobre as relações granito/mineralização. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, 192 pp.
- Dressel B.C., Chauvet A., Kouzmanov K., Trzaskos B. Bruguier O., Monié P., Villanova S.N., Newton J.B. 2022. The Passa Três Granite Intrusion-Related/Hosted Neoproterozoic Gold Deposit (Paraná State, Brazil): Mineralogical, Geochemical, Fluid Inclusion and Sulphur Isotope Constraints. *Minerals*: 12, 407. 35 pp.
- Ferreira de Campos, F. F. de Campos; O. A. B Licht; N. B. F. CAMPOS 2023. PPlot, um webapp para particionar dados geoquímicos e isolar subpopulações mistas usando modelagem de gráficos probabilísticos, *Geochimica Brasiliensis* <https://doi.org/10.21715/GB2358-2812.202337002>
- Fiori, A.P.; Fassbinder, E. Góis, J.R.; Fumagalli, C.E. 1987. Compartimentação tectônica do Grupo Açungui a norte de Curitiba. In 3rd Simpósio Sul Brasileiro de Geologia (Atas . . .); Brazilian Society of Geology (Sociedade Brasileira de Geologia): Curitiba, Brazil; Vol. 1, p. 183–196.
- Fiori, A.P.; Fassbinder, E.; Góis, J.R.; Fumagalli, C.E. 1987. Compartimentação tectônica do Grupo Açungui a norte de Curitiba. In 3rd Simpósio Sul Brasileiro de Geologia. Sociedade Brasileira de Geologia, Curitiba, Brasil; Vol. 1, p. 183–196.

Lang, J.R.; Baker, T. 2001. Intrusion-related gold systems: The present level of understanding. *Miner. Depos.* 36, p. 477–489.

Licht, O.A.B. 2007 *Prospecção geoquímica: princípios, técnicas e métodos*. CPRM, Rio de Janeiro. 1 ed. 236 pp.

Licht, O.A.B. 2023. *Técnicas estatísticas aplicadas a dados geoquímicos: princípios, aplicações e limitações*. ACDMIN, Academia de Mineração, Belo Horizonte. 335 pp.

Mattoso S.Q., Formoso M.L.L. 2007. Princípios básicos para prospecção geoquímica. In: Licht O.A.B., Mello C.S.B., Sillva C.R. (Eds.) *Prospecção Geoquímica: depósitos minerais metálicos, não-metálicos, óleo e gás*. CPRM, Rio de Janeiro, p. 99-149.

Ott R.L., Longnecker M. 2001. *An introduction to statistical methods and data analysis*. Brooks/Cole, Cengage Learning. Belmont, USA. 6th ed. 1297 pp.

Piekarz, G.F. 1992. *O Granito Passa Três—PR e as Mineralizações Auríferas Associadas*. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas (Instituto de Geociências), 221 pp.

Picanço J.L. 2000. *Composição isotópica e processos hidrotermais associados aos veios auríferos do maciço granítico Passa Três, Campo Largo, PR*. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 166 pp.

Sinclair A.J., 1976. *Applications of probability graphs in mineral exploration*. s.l.: The Assoc. of Explor. Geochem, 1976. 95 pp.

Wedow Jr. H., Ericksen G.E. 1972. Evaluation of geochemical data by logprobability graphs. In: *Anais Congresso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Belém*, 1:42 pp.

Prazeres Filho, H.J.; Harara, O.M.; Basei, M.A.S.; Passarelli, C.R.; Siga, O., Jr. 2003. Litogeoquímica, geocronologia U-Pb e geologia isotópica (Sr-Nd-Pb) das rochas graníticas dos batólitos Cunhaporanga e Três Córregos na porção sul do Cinturão Ribeira, Estado do Paraná. *Geol. USP Série Científica*, 3, 51–70

ANEXO I

Tabelas de frequências.

Tabela de frequências de Ag.

Intervalo de classes	Amplitude Log10 ppm		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-3.0000	-2.8029	-2.9015	0.0010	0.0016	0.0013	4	0.477	4	0.477
2	-2.8029	-2.6058	-2.7044	0.0016	0.0025	0.0020	0	0.000	4	0.477
3	-2.6058	-2.4087	-2.5073	0.0025	0.0039	0.0032	1	0.119	5	0.596
4	-2.4087	-2.2116	-2.3102	0.0039	0.0061	0.0050	29	3.456	34	4.052
5	-2.2116	-2.0145	-2.1131	0.0061	0.0097	0.0079	42	5.006	76	9.058
6	-2.0145	-1.8174	-1.9160	0.0097	0.0152	0.0124	113	13.468	189	22.527
7	-1.8174	-1.6203	-1.7189	0.0152	0.0240	0.0196	159	18.951	348	41.478
8	-1.6203	-1.4232	-1.5218	0.0240	0.0377	0.0309	180	21.454	528	62.932
9	-1.4232	-1.2261	-1.3247	0.0377	0.0594	0.0486	142	16.925	670	79.857
10	-1.2261	-1.0290	-1.1276	0.0594	0.0935	0.0765	88	10.489	758	90.346
11	-1.0290	-0.8319	-0.9305	0.0935	0.1473	0.1204	58	6.913	816	97.259
12	-0.8319	-0.6348	-0.7334	0.1473	0.2318	0.1896	12	1.430	828	98.689
13	-0.6348	-0.4377	-0.5363	0.2318	0.3650	0.2984	6	0.715	834	99.404
14	-0.4377	-0.2406	-0.3392	0.3650	0.5746	0.4698	0	0.000	834	99.404
15	-0.2406	-0.0435	-0.1421	0.5746	0.9047	0.7397	2	0.238	836	99.642
16	-0.0435	0.1536	0.0550	0.9047	1.4243	1.1645	1	0.119	837	99.762
17	0.1536	0.3507	0.2521	1.4243	2.2423	1.8333	1	0.119	838	99.881
18	0.3507	0.5478	0.4492	2.2423	3.5301	2.8862	0	0.000	838	99.881
19	0.5478	0.7449	0.6463	3.5301	5.5576	4.5439	1	0.119	839	100.000

. Tabela de frequências de Au.

Intervalo de classes	Amplitude Log10		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-4.0000	-3.6259	-3.8130	0.0001	0.0002	0.0002	13	1.549	13	1.549
2	-3.6259	-3.2518	-3.4389	0.0002	0.0006	0.0004	19	2.265	32	3.814
3	-3.2518	-2.8777	-3.0648	0.0006	0.0013	0.0009	89	10.608	121	14.422
4	-2.8777	-2.5036	-2.6907	0.0013	0.0031	0.0022	207	24.672	328	39.094
5	-2.5036	-2.1295	-2.3166	0.0031	0.0074	0.0053	147	17.521	475	56.615
6	-2.1295	-1.7554	-1.9425	0.0074	0.0176	0.0125	123	14.660	598	71.275
7	-1.7554	-1.3814	-1.5684	0.0176	0.0416	0.0296	100	11.919	698	83.194
8	-1.3814	-1.0073	-1.1943	0.0416	0.0983	0.0699	87	10.369	785	93.564
9	-1.0073	-0.6332	-0.8202	0.0983	0.2327	0.1655	32	3.814	817	97.378
10	-0.6332	-0.2591	-0.4461	0.2327	0.5507	0.3917	13	1.549	830	98.927
11	-0.2591	0.1150	-0.0720	0.5507	1.3032	0.9270	6	0.715	836	99.642
12	0.1150	0.4891	0.3021	1.3032	3.0839	2.1936	0	0.000	836	99.642
13	0.4891	0.8632	0.6762	3.0839	7.2979	5.1909	2	0.238	838	99.881
14	0.8632	1.2373	1.0502	7.2979	17.2700	12.2839	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de As.

Intervalo de classes	Amplitude Log10 ppm		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-1.3010	-1.1029	-1.2020	0.0500	0.0789	0.0644	1	0.119	1	0.119
2	-1.1029	-0.9048	-1.0039	0.0789	0.1245	0.1017	0	0.000	1	0.119
3	-0.9048	-0.7067	-0.8058	0.1245	0.1965	0.1605	0	0.000	1	0.119
4	-0.7067	-0.5086	-0.6077	0.1965	0.3100	0.2532	10	1.192	11	1.311
5	-0.5086	-0.3105	-0.4096	0.3100	0.4892	0.3996	5	0.596	16	1.907
6	-0.3105	-0.1124	-0.2115	0.4892	0.7719	0.6306	36	4.291	52	6.198
7	-0.1124	0.0857	-0.0134	0.7719	1.2181	0.9950	120	14.303	172	20.501
8	0.0857	0.2838	0.1847	1.2181	1.9221	1.5701	214	25.507	386	46.007
9	0.2838	0.4819	0.3828	1.9221	3.0331	2.4776	169	20.143	555	66.150
10	0.4819	0.6800	0.5809	3.0331	4.7862	3.9097	107	12.753	662	78.903
11	0.6800	0.8781	0.7790	4.7862	7.5525	6.1694	84	10.012	746	88.915
12	0.8781	1.0762	0.9771	7.5525	11.9178	9.7352	42	5.006	788	93.921
13	1.0762	1.2743	1.1752	11.9178	18.8061	15.3619	26	3.099	814	97.020
14	1.2743	1.4724	1.3733	18.8061	29.6756	24.2408	14	1.669	828	98.689
15	1.4724	1.6705	1.5715	29.6756	46.8276	38.2516	9	1.073	837	99.762
16	1.6705	1.8686	1.7696	46.8276	73.8931	60.3604	2	0.238	839	100.000

Tabela de frequências de Bi.

Intervalo de classes	Amplitude Log10 ppm		Ponto médio Log10 ppm	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De	Até					
1	-1.6990	-1.5259	-1.6124	0.0200	0.0298	0.0249	1	0.119	1	0.119
2	-1.5259	-1.3528	-1.4394	0.0298	0.0444	0.0371	3	0.358	4	0.477
3	-1.3528	-1.1797	-1.2663	0.0444	0.0661	0.0552	29	3.456	33	3.933
4	-1.1797	-1.0067	-1.0932	0.0661	0.0985	0.0823	65	7.747	98	11.681
5	-1.0067	-0.8336	-0.9201	0.0985	0.1467	0.1226	86	10.250	184	21.931
6	-0.8336	-0.6605	-0.7470	0.1467	0.2185	0.1826	160	19.070	344	41.001
7	-0.6605	-0.4874	-0.5740	0.2185	0.3255	0.2720	258	30.751	602	71.752
8	-0.4874	-0.3143	-0.4009	0.3255	0.4849	0.4052	135	16.091	737	87.843
9	-0.3143	-0.1413	-0.2278	0.4849	0.7223	0.6036	50	5.959	787	93.802
10	-0.1413	0.0318	-0.0547	0.7223	1.0760	0.8992	18	2.145	805	95.948
11	0.0318	0.2049	0.1183	1.0760	1.6028	1.3394	16	1.907	821	97.855
12	0.2049	0.3780	0.2914	1.6028	2.3876	1.9952	10	1.192	831	99.046
13	0.3780	0.5510	0.4645	2.3876	3.5566	2.9721	4	0.477	835	99.523
14	0.5510	0.7241	0.6376	3.5566	5.2980	4.4273	0	0.000	835	99.523
15	0.7241	0.8972	0.8107	5.2980	7.8921	6.5951	0	0.000	835	99.523
16	0.8972	1.0703	0.9837	7.8921	11.7563	9.8242	0	0.000	835	99.523
17	1.0703	1.2433	1.1568	11.7563	17.5125	14.6344	1	0.119	836	99.642
18	1.2433	1.4164	1.3299	17.5125	26.0871	21.7998	0	0.000	836	99.642
19	1.4164	1.5895	1.5030	26.0871	38.8600	32.4736	1	0.119	837	99.762
20	1.5895	1.7626	1.6760	38.8600	57.8870	48.3735	1	0.119	838	99.881
21	1.7626	1.9357	1.8491	57.8870	86.2300	72.0585	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de Co.

Intervalo de classes	Amplitude Log10		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-0.5229	-0.3376	-0.4302	0.0500	0.4596	0.2548	2	0.238	2	0.238
2	-0.3376	-0.1524	-0.2450	0.4596	0.7041	0.5819	8	0.954	10	1.192
3	-0.1524	0.0329	-0.0597	0.7041	1.0787	0.8914	3	0.358	13	1.549
4	0.0329	0.2182	0.1255	1.0787	1.6526	1.3657	16	1.907	29	3.456
5	0.2182	0.4034	0.3108	1.6526	2.5319	2.0923	33	3.933	62	7.390
6	0.4034	0.5887	0.4961	2.5319	3.8789	3.2054	89	10.608	151	17.998
7	0.5887	0.7740	0.6813	3.8789	5.9425	4.9107	163	19.428	314	37.426
8	0.7740	0.9592	0.8666	5.9425	9.1040	7.5233	196	23.361	510	60.787
9	0.9592	1.1445	1.0519	9.1040	13.9475	11.5258	113	13.468	623	74.255
10	1.1445	1.3298	1.2371	13.9475	21.3679	17.6577	99	11.800	722	86.055
11	1.3298	1.5150	1.4224	21.3679	32.7360	27.0519	77	9.178	799	95.232
12	1.5150	1.7003	1.6077	32.7360	50.1521	41.4440	30	3.576	829	98.808
13	1.7003	1.8856	1.7929	50.1521	76.8339	63.4930	9	1.073	838	99.881
14	1.8856	2.0708	1.9782	76.8339	117.7110	97.2725	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de Cu.

Intervalo de classes	Amplitude Log10 ppm		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	0.0294	0.2445	0.1370	1.0700	1.7560	1.4130	2	0.238	2	0.238
2	0.2445	0.4597	0.3521	1.7560	2.8818	2.3189	10	1.192	12	1.430
3	0.4597	0.6748	0.5672	2.8818	4.7293	3.8055	30	3.576	42	5.006
4	0.6748	0.8899	0.7824	4.7293	7.7612	6.2452	47	5.602	89	10.608
5	0.8899	1.1051	0.9975	7.7612	12.7370	10.2491	65	7.747	154	18.355
6	1.1051	1.3202	1.2126	12.7370	20.9028	16.8199	126	15.018	280	33.373
7	1.3202	1.5353	1.4278	20.9028	34.3037	27.6032	210	25.030	490	58.403
8	1.5353	1.7505	1.6429	34.3037	56.2960	45.2998	154	18.355	644	76.758
9	1.7505	1.9656	1.8580	56.2960	92.3876	74.3418	96	11.442	740	88.200
10	1.9656	2.1808	2.0732	92.3876	151.6179	122.0028	66	7.867	806	96.067
11	2.1808	2.3959	2.2883	151.6179	248.8211	200.2195	23	2.741	829	98.808
12	2.3959	2.6110	2.5035	248.8211	408.3418	328.5815	7	0.834	836	99.642
13	2.6110	2.8262	2.7186	408.3418	670.1323	539.2371	2	0.238	838	99.881
14	2.8262	3.0413	2.9337	670.1323	1099.7582	884.9453	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de Fe.

Intervalo de classes	Amplitude Log10 ppm		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	3.4150	3.5171	3.4660	0.05	3289.27	1644.66	1	0.119	1	0.119
2	3.5171	3.6192	3.5682	3289.27	4161.28	3725.28	0	0.000	1	0.119
3	3.6192	3.7214	3.6703	4161.28	5264.46	4712.87	2	0.238	3	0.358
4	3.7214	3.8235	3.7724	5264.46	6660.09	5962.27	1	0.119	4	0.477
5	3.8235	3.9256	3.8745	6660.09	8425.72	7542.90	1	0.119	5	0.596
6	3.9256	4.0277	3.9767	8425.72	10659.42	9542.57	3	0.358	8	0.954
7	4.0277	4.1299	4.0788	10659.42	13485.29	12072.36	15	1.788	23	2.741
8	4.1299	4.2320	4.1809	13485.29	17060.32	15272.80	41	4.887	64	7.628
9	4.2320	4.3341	4.2831	17060.32	21583.10	19321.71	122	14.541	186	22.169
10	4.3341	4.4362	4.3852	21583.10	27304.89	24444.00	192	22.884	378	45.054
11	4.4362	4.5384	4.4873	27304.89	34543.57	30924.23	133	15.852	511	60.906
12	4.5384	4.6405	4.5894	34543.57	43701.26	39122.41	152	18.117	663	79.023
13	4.6405	4.7426	4.6916	43701.26	55286.70	49493.98	107	12.753	770	91.776
14	4.7426	4.8447	4.7937	55286.70	69943.50	62615.10	38	4.529	808	96.305
15	4.8447	4.9469	4.8958	69943.50	88485.90	79214.70	13	1.549	821	97.855
16	4.9469	5.0490	4.9979	88485.90	111943.99	100214.95	6	0.715	827	98.570
17	5.0490	5.1511	5.1001	111943.99	141620.95	126782.47	11	1.311	838	99.881
18	5.1511	5.2533	5.2022	141620.95	179165.44	160393.19	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de Mo.

Intervalo de classes	Amplitude Log10		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-1.3979	-1.1140	-1.2559	0.0400	0.0769	0.0585	3	0.358	3	0.358
2	-1.1140	-0.8300	-0.9720	0.0769	0.1479	0.1124	28	3.337	31	3.695
3	-0.8300	-0.5460	-0.6880	0.1479	0.2845	0.2162	109	12.992	140	16.687
4	-0.5460	-0.2620	-0.4040	0.2845	0.5470	0.4157	196	23.361	336	40.048
5	-0.2620	0.0220	-0.1200	0.5470	1.0520	0.7995	162	19.309	498	59.356
6	0.0220	0.3060	0.1640	1.0520	2.0230	1.5375	114	13.588	612	72.944
7	0.3060	0.5900	0.4480	2.0230	3.8903	2.9566	87	10.369	699	83.313
8	0.5900	0.8740	0.7320	3.8903	7.4812	5.6857	65	7.747	764	91.061
9	0.8740	1.1580	1.0160	7.4812	14.3866	10.9339	45	5.364	809	96.424
10	1.1580	1.4419	1.3000	14.3866	27.6661	21.0264	26	3.099	835	99.523
11	1.4419	1.7259	1.5839	27.6661	53.2031	40.4346	3	0.358	838	99.881
12	1.7259	2.0099	1.8679	53.2031	102.3119	77.7575	0	0.000	838	99.881
13	2.0099	2.2939	2.1519	102.3119	196.7501	149.5310	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de Ni.

Intervalo de classes	Amplitude Log10		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-0.0458	0.0875	0.0209	0.9000	1.2232	1.0616	3	0.358	3	0.358
2	0.0875	0.2208	0.1541	1.2232	1.6625	1.4429	3	0.358	6	0.715
3	0.2208	0.3540	0.2874	1.6625	2.2595	1.9610	2	0.238	8	0.954
4	0.3540	0.4873	0.4207	2.2595	3.0710	2.6653	22	2.622	30	3.576
5	0.4873	0.6205	0.5539	3.0710	4.1739	3.6225	36	4.291	66	7.867
6	0.6205	0.7538	0.6872	4.1739	5.6728	4.9234	101	12.038	167	19.905
7	0.7538	0.8871	0.8204	5.6728	7.7101	6.6915	194	23.123	361	43.027
8	0.8871	1.0203	0.9537	7.7101	10.4790	9.0946	167	19.905	528	62.932
9	1.0203	1.1536	1.0870	10.4790	14.2423	12.3607	142	16.925	670	79.857
10	1.1536	1.2868	1.2202	14.2423	19.3571	16.7997	73	8.701	743	88.558
11	1.2868	1.4201	1.3535	19.3571	26.3087	22.8329	56	6.675	799	95.232
12	1.4201	1.5534	1.4867	26.3087	35.7569	31.0328	27	3.218	826	98.451
13	1.5534	1.6866	1.6200	35.7569	48.5981	42.1775	4	0.477	830	98.927
14	1.6866	1.8199	1.7532	48.5981	66.0509	57.3245	6	0.715	836	99.642
15	1.8199	1.9531	1.8865	66.0509	89.7715	77.9112	3	0.358	839	100.000

Tabela de frequências de Pb.

Intervalo de classes	Amplitude Log10		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	0.265	0.451	0.358	1.840	2.827	2.334	8	0.954	8	0.954
2	0.451	0.638	0.545	2.827	4.343	3.585	20	2.384	28	3.337
3	0.638	0.824	0.731	4.343	6.673	5.508	39	4.648	67	7.986
4	0.824	1.011	0.918	6.673	10.253	8.463	88	10.489	155	18.474
5	1.011	1.197	1.104	10.253	15.753	13.003	126	15.018	281	33.492
6	1.197	1.384	1.291	15.753	24.203	19.978	123	14.660	404	48.153
7	1.384	1.570	1.477	24.203	37.186	30.695	158	18.832	562	66.985
8	1.570	1.757	1.664	37.186	57.134	47.160	202	24.076	764	91.061
9	1.757	1.943	1.850	57.134	87.781	72.457	49	5.840	813	96.901
10	1.943	2.130	2.037	87.781	134.869	111.325	11	1.311	824	98.212
11	2.130	2.316	2.223	134.869	207.214	171.041	6	0.715	830	98.927
12	2.316	2.503	2.410	207.214	318.368	262.791	5	0.596	835	99.523
13	2.503	2.689	2.596	318.368	489.146	403.757	2	0.238	837	99.762
14	2.689	2.876	2.783	489.146	751.532	620.339	0	0.000	837	99.762
15	2.876	3.062	2.969	751.532	1154.668	953.100	1	0.119	838	99.881
16	3.062	3.249	3.156	1154.668	1774.052	1464.360	0	0.000	838	99.881
17	3.249	3.435	3.342	1774.052	2725.684	2249.868	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de Sb.

Intervalo de classes	Amplitude Log10		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-1.222	-1.022	-1.122	0.060	0.095	0.078	32	3.814	32	3.814
2	-1.022	-0.821	-0.922	0.095	0.151	0.123	161	19.190	193	23.004
3	-0.821	-0.621	-0.721	0.151	0.239	0.195	156	18.594	349	41.597
4	-0.621	-0.421	-0.521	0.239	0.379	0.309	158	18.832	507	60.429
5	-0.421	-0.221	-0.321	0.379	0.601	0.490	123	14.660	630	75.089
6	-0.221	-0.021	-0.121	0.601	0.953	0.777	96	11.442	726	86.532
7	-0.021	0.179	0.079	0.953	1.512	1.233	62	7.390	788	93.921
8	0.179	0.380	0.280	1.512	2.397	1.954	30	3.576	818	97.497
9	0.380	0.580	0.480	2.397	3.801	3.099	9	1.073	827	98.570
10	0.580	0.780	0.680	3.801	6.026	4.913	4	0.477	831	99.046
11	0.780	0.980	0.880	6.026	9.555	7.790	4	0.477	835	99.523
12	0.980	1.180	1.080	9.555	15.150	12.352	3	0.358	838	99.881
13	1.180	1.381	1.281	15.150	24.021	19.586	0	0.000	838	99.881
14	1.381	1.581	1.481	24.021	38.088	31.055	0	0.000	838	99.881
15	1.581	1.781	1.681	38.088	60.392	49.240	1	0.119	839	100.000

Tabela de frequências de Te.

Intervalo de classes	Amplitude Log10		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	-2.0000	-1.7814	-1.8907	0.0100	0.0165	0.0133	274	32.658	274	32.658
2	-1.7814	-1.5627	-1.6721	0.0165	0.0274	0.0220	60	7.151	334	39.809
3	-1.5627	-1.3441	-1.4534	0.0274	0.0453	0.0363	228	27.175	562	66.985
4	-1.3441	-1.1255	-1.2348	0.0453	0.0749	0.0601	136	16.210	698	83.194
5	-1.1255	-0.9069	-1.0162	0.0749	0.1239	0.0994	78	9.297	776	92.491
6	-0.9069	-0.6882	-0.7976	0.1239	0.2050	0.1645	19	2.265	795	94.756
7	-0.6882	-0.4696	-0.5789	0.2050	0.3391	0.2721	26	3.099	821	97.855
8	-0.4696	-0.2510	-0.3603	0.3391	0.5611	0.4501	10	1.192	831	99.046
9	-0.2510	-0.0324	-0.1417	0.5611	0.9282	0.7446	4	0.477	835	99.523
10	-0.0324	0.1863	0.0770	0.9282	1.5356	1.2319	2	0.238	837	99.762
11	0.1863	0.4049	0.2956	1.5356	2.5404	2.0380	2	0.238	839	100.000

Tabela de frequências de Zn.

Intervalo de classes	Amplitude Log10 ppm		Ponto médio	Amplitude ppm		Ponto médio	Frequência absoluta	Frequência relativa %	Frequência absoluta acumulada N	Frequência acumulada %
	De	Até		De (ppm)	Até (ppm)					
1	0.3424	0.4585	0.4005	0.0500	2.8741	1.4620	1	0.119	1	0.119
2	0.4585	0.5746	0.5165	2.8741	3.7547	3.3144	1	0.119	2	0.238
3	0.5746	0.6907	0.6326	3.7547	4.9052	4.3300	2	0.238	4	0.477
4	0.6907	0.8067	0.7487	4.9052	6.4082	5.6567	1	0.119	5	0.596
5	0.8067	0.9228	0.8648	6.4082	8.3717	7.3899	4	0.477	9	1.073
6	0.9228	1.0389	0.9809	8.3717	10.9368	9.6542	11	1.311	20	2.384
7	1.0389	1.1550	1.0969	10.9368	14.2879	12.6123	20	2.384	40	4.768
8	1.1550	1.2710	1.2130	14.2879	18.6658	16.4768	35	4.172	75	8.939
9	1.2710	1.3871	1.3291	18.6658	24.3851	21.5254	70	8.343	145	17.282
10	1.3871	1.5032	1.4452	24.3851	31.8568	28.1209	122	14.541	267	31.824
11	1.5032	1.6193	1.5612	31.8568	41.6179	36.7373	185	22.050	452	53.874
12	1.6193	1.7354	1.6773	41.6179	54.3698	47.9939	203	24.195	655	78.069
13	1.7354	1.8514	1.7934	54.3698	71.0290	62.6994	119	14.184	774	92.253
14	1.8514	1.9675	1.9095	71.0290	92.7927	81.9109	42	5.006	816	97.259
15	1.9675	2.0836	2.0256	92.7927	121.2249	107.0088	12	1.430	828	98.689
16	2.0836	2.1997	2.1416	121.2249	158.3688	139.7969	6	0.715	834	99.404
17	2.1997	2.3157	2.2577	158.3688	206.8939	182.6314	3	0.358	837	99.762
18	2.3157	2.4318	2.3738	206.8939	270.2873	238.5906	1	0.119	838	99.881
19	2.4318	2.5479	2.4899	270.2873	353.1047	311.6960	0	0.000	838	99.881
20	2.5479	2.6640	2.6059	353.1047	461.2979	407.2013	1	0.119	839	100.000

ANEXO II

Tabela de percentis dos elementos.

Percentil Ag		Percentil Au		Percentil As		Percentil Bi		Percentil Ni	
Valor (ppb)	%	Valor (ppb)	%	Valor (ppm)	%	Valor (ppm)	%	Valor (ppm)	%
7	5%	0.69	5%	0.69	5%	0.07	5%	3.48	5%
12	15%	1.4	15%	1.1	15%	0.11	15%	5.1	15%
19	30%	2.4	30%	1.5	30%	0.18	30%	6.4	30%
23	40%	3.3	40%	1.72	40%	0.21	40%	7.3	40%
28	50%	5.1	50%	2.1	50%	0.24	50%	8.6	50%
39	65%	12.84	65%	3	65%	0.29	65%	10.7	65%
52	75%	23.2	75%	4.05	75%	0.34	75%	12.85	75%
75.3	85%	46.33	85%	5.9	85%	0.43	85%	16.96	85%
91.4	90%	62.46	90%	8.12	90%	0.532	90%	19.94	90%
98.74	91%	70.4	91%	8.716	91%	0.5658	91%	20.858	91%
104.34	93%	90.11	93%	10.602	93%	0.6534	93%	23.934	93%
117.2	95%	123.73	95%	13.42	95%	0.85	95%	25.81	95%
145	97%	215.708	97%	18.702	97%	1.2472	97%	28.9	97%
272.62	99%	547.36	99%	32.558	99%	2.3662	99%	48.066	99%
4711	100%	13618.9	100%	56.4	100%	61.73	100%	80.7	100%

Percentil Cu		Percentil Co		Percentil Mo		Percentil Zn		Percentil Fe	
Valor (ppm)	%	Valor (ppm)	%	Valor (ppm)	%	Valor (ppm)	%	Valor (%)	%
4.851	5%	2.1	5%	0.17	5%	14.5	5%	1.538	0.05
10.668	15%	3.5	15%	0.27	15%	23.17	15%	1.997	0.15
19.212	30%	5.1	30%	0.43	30%	31.1	30%	2.344	0.3
23.768	40%	6.3	40%	0.542	40%	34.94	40%	2.57	0.4
28.24	50%	7.5	50%	0.76	50%	39.5	50%	2.91	0.5
39.561	65%	10.3	65%	1.427	65%	47.2	65%	3.67	0.65
51.865	75%	14.2	75%	2.245	75%	52.15	75%	4.2	0.75
77.08	85%	20.63	85%	4.535	85%	60.33	85%	4.709	0.85
104.594	90%	24.36	90%	6.824	90%	66.42	90%	5.152	0.9
112.5202	91%	25.158	91%	7.298	91%	67.974	91%	5.3664	0.91
123.5412	93%	28.004	93%	9.3244	93%	72.734	93%	5.747	0.93
135.805	95%	32.31	95%	11.62	95%	79.91	95%	6.28	0.95
170.7894	97%	38.13	97%	15.5286	97%	87.272	97%	7.7218	0.97
264.6502	99%	51.158	99%	22.5702	99%	126.914	99%	12.0332	0.99
1089.9	100%	113.3	100%	178.74	100%	353.5	100%	14.87	1

Percentil Pb	
Valor (ppm)	%
5.427	5%
8.91	15%
14.728	30%
18.102	40%
25.56	50%
36.078	65%
41.955	75%
49.059	85%
54.192	90%
56.9948	91%
60.3382	93%
68.316	95%
87.9528	97%
210.3222	99%
2516.03	100%

Percentil Sb	
Valor (ppm)	%
0.1	5%
0.13	15%
0.18	30%
0.23	40%
0.29	50%
0.43	65%
0.6	75%
0.903	85%
1.144	90%
1.1958	91%
1.3668	93%
1.635	95%
2.1986	97%
5.0428	99%
52.13	100%

Percentil Te	
Valor (ppm)	%
0.01	5%
0.01	15%
0.01	30%
0.03	40%
0.03	50%
0.04	65%
0.06	75%
0.08	85%
0.1	90%
0.11	91%
0.1334	93%
0.21	95%
0.27	97%
0.5062	99%
1.69	100%

ANEXO III

Gráficos de probabilidade dos elementos.

