

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

GABRIEL DE SOUZA PATITUCCI

**CARTOGRAFIA DOS ESTIMADORES ESTATÍSTICOS EM PROJETOS DE
PROSPECÇÃO MINERAL**

CURITIBA

2017

GABRIEL DE SOUZA PATITUCCI

**CARTOGRAFIA DOS ESTIMADORES ESTATÍSTICOS EM PROJETOS DE
PROSPECÇÃO MINERAL**

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(a): Prof^ª. Dra. Camilla de Vasconcelos
Müller Athayde

CURITIBA

2017

RESUMO

Análises geoquímicas e hidroquímicas são ferramentas valiosas para a determinação de padrões geoquímicos e, por consequência, identificação de valores anômalos. A partir da detecção de tais valores, podemos procurar quais são os motivos de determinados valores serem encontrados em determinadas regiões. No âmbito da prospecção mineral, análises geoquímicas de solo, sedimentos de corrente e concentrado de bateia podem nos dar bons indicativos de que determinado tipo de rocha ocorra na região estudada e, conseqüentemente, as possíveis mineralizações que acompanham tais litotipos. Neste trabalho foi utilizada uma base de dados geoquímicos, coletados pela Mineropar ao longo de 19 campanhas na região do Vale do Ribeira, para tentar relacionar as anomalias encontradas com o seu contexto geológico e ocorrências minerais já descritas, para assim poder verificar a existência de novas áreas potencialmente econômicas. Para isto foram calculados os percentis 5,15, 25, 40, 50, 65, 75, 85, 90, 91, 93, 95, 97, 98 e 99, que junto aos valores máximo e mínimo foram os parâmetros utilizados para a representação cartográfica dos pontos de amostragem de cada um dos elementos químicos analisados nas campanhas feitas pela Mineropar. Os elementos analisados foram a Ag, As, Au, Ba, Co, Cr, Cu, F, Fe, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sn, Sr, Ta, Ti, Th, W, Y e Zn. Alguns elementos foram analisados na maior parte das campanhas, com é o caso do Zn e Pb, enquanto outros aparecem em apenas 3 ou 4 delas, como o W e o Co. Foi feito um mapa para cada elemento, em cada campanha e, a partir disso, foram analisados isolados e conjunto, a fim de determinar associações geoquímicas que podem ser economicamente interessantes. Para isso foi levado em conta seu contexto geológico e a situação em que a drenagem onde a amostra foi coletada se encontra com relação à microbacia a que pertence. Analisando os dados observou-se que alguns elementos e associações elementares ocorrem preferencialmente em um tipo de rocha, como é o caso do Cr, que ocorre principalmente em unidades do embasamento. Algumas associações minerais conhecidas, como os depósitos de Cu-Pb-Zn do tipo Perau, nas rochas da Formação Perau no Vale do Ribeira, são também encontradas frequentemente em exposições da mesma unidade, mas em regiões diferentes. Além da constatação de anomalias em áreas já conhecidas e exploradas, observaram-se algumas regiões onde ainda não há operação de lavra ou mesmo uma confirmação de mineralizações, porém que se assemelham geoquimicamente e geologicamente com ocorrências conhecidas, sugerindo a possibilidade de novas mineralizações ainda não identificadas. Assim foi possível observar que mesmo trabalhando com dados coletados em diferentes épocas, por métodos diferentes e analisados por métodos diferentes, é possível identificar tendências e padrões, assim como evidenciar a importância de retrabalhar dados existentes disponíveis utilizando técnicas diferentes.

Palavras chave: Análise geoquímica, prospecção, assinatura geoquímica.

ABSTRACT

Geochemical and hydrochemical analysis are important tools on detecting a geochemical pattern, thus allowing us to identify anomalies. Finding them, we can start looking for its possible explanations. On mineral exploration, stream sediments, soil samples and pan concentrates analysis can provide valuable information on what are the rock types upstream, and furthermore, what mineralization we can expect to find. The geochemical database used on this paper was gathered by Mineropar, over 19 expeditions on Vale do Ribeira. This database was used to relate the anomalies found with its geological context and mineral occurrences, and then try to point out areas with economic potential. In order to do that, the percentiles 5, 15, 25, 40, 50, 65, 75, 85, 90, 91, 93, 95, 97, 98, 99 were calculated for each element in each expedition, and those were the parameters used on the cartographic representation elaborated here. The elements analyzed were Ag, As, Au, Ba, Co, Cr, Cu, F, Fe, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sn, Sr, Ta, Ti, Th, W, Y and Zn. Some of them, such as Pb and Zn, were analyzed in most of the expeditions, while others, such as Co and W, in just a few. It was produced one map for each element of each expedition, and from that point they were analyzed in order to find geochemical associations potentially profitable. Some patterns were found after the maps were analyzed, like some elements or geochemical associations only occurring in a specific type of rock. The Cr, for example, usually occur over basement rocks. Some known associations, like the Cu-Pb-Zn Perau type deposits, are found in expositions of the same formations but at different, unexplored sites. Some other geochemical associations that are characteristic of a particular mineral deposit can be found at unexplored sites as well, suggesting the possibility of new deposits still to be found. It was observed that even when working with data collected and processed at different times and by diverse methods its possible to identify singular patterns and signatures, showing how important it is to utilize the same data but using different approaches and techniques.

Keywords: Geochemical analysis, mineralization, geochemical signature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das campanhas	4
Figura 2. Mapa simplificado da geologia local das áreas de estudo, no Vale do Ribeira.	5
Figura 3. Domínios da Província Mantiqueira. Fonte: Hasui et al. 2012.....	7
Figura 4. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	17
Figura 5. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	19
Figura 6. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	20
Figura 7. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	21
Figura 8. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	22
Figura 9. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	23
Figura 10. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	24
Figura 11. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	28
Figura 12. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	29
Figura 13. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	32
Figura 14. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	37
Figura 15. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).....	39
Figura 16. Mapa de distribuição espacial integrado do Arsênio.....	45
Figura 17. Mapa de distribuição espacial integrado do Ouro.	46
Figura 18. Mapa de distribuição espacial integrado do Cromo.	46
Figura 19. Mapa de distribuição espacial integrado do Cobre.	47
Figura 20. Mapa de distribuição espacial integrado do Flúor.....	48
Figura 21. Mapa de distribuição espacial integrado do Ferro.....	49
Figura 22. Mapa de distribuição espacial integrado do Manganês.	49
Figura 23. Mapa de distribuição espacial integrado do Níquel.....	50
Figura 24. Mapa de distribuição espacial integrado do Chumbo.....	51
Figura 25. Mapa com o contorno das associações geoquímicas em locais geologicamente propícios para ocorrência de depósitos minerais.....	55
Figura 26. Mapa com as áreas potencialmente interessantes.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Banco de dados utilizado. Fonte: Mineropar.....	2
Tabela 2: Quantificação das amostragens por elementos e campanhas.....	14
Tabela 3: Relação de onde podem ser encontrados os mapas de cada campanha.....	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Localização	2
2. REVISÃO TEÓRICA	6
2.1. Província Mantiqueira	6
2.2. Segmento Central da Província Mantiqueira.....	7
2.2.1. Complexo Gnáissico-Migmatítico.....	7
2.2.2. Grupo Setuva.....	7
2.2.2.1. Formação Perau	8
2.2.2.2. Formação Água Clara.....	8
2.2.2.3. Complexo Turvo-Cajati	9
2.2.3. Grupo Açungui.....	9
2.2.3.1. Formação Capiru	9
2.2.3.2. Formação Votuverava	10
2.2.3.3. Formação Antinha	11
2.2.4. Metabasitos	11
2.2.5. Granitóides Pré, Sin a Tardicolisionais	11
2.2.5.1. Granito Três Córregos	11
2.2.5.2. Granito Passa Três.....	12
2.2.5.3. Granito Cerne	12
2.2.5.4. Granito Banhado.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Banco de Dados.....	13

3.2. Métodos de Amostragem	14
3.3. Análise Estatística Univariada e Cartografia	14
3.4. Relação Espacial Entre Geologia, Depósitos Minerais e Mapas Multielementares.....	15
4. RESULTADOS	16
4.1. Análises individuais para cada campanha	16
4.1.1. AJ1004QL.....	16
4.1.1.1. Lantânio.....	17
4.1.1.2. Molibdênio	17
4.1.1.3. Nióbio	17
4.1.1.4. Estrôncio.....	18
4.1.2. AJ1020QL.....	18
4.1.2.1. Flúor	18
4.1.3. AJ1022QL.....	19
4.1.4. AJ2007QB	20
4.1.4.1. Ouro.....	21
4.1.5. AJ2007QS	21
4.1.5.1. Chumbo	22
4.1.6. AJ2008QL.....	22
4.1.6.1. Chumbo	22
4.1.7. AJ2013QL.....	23
4.1.8. AJ2023QB	23
4.1.8.1. Ouro.....	24
4.1.8.2. Cobre.....	25
4.1.8.3. Chumbo	25
4.1.8.4. Zinco.....	25
4.1.9. AJ2023QS	25

4.1.9.1. Arsênio	25
4.1.9.2. Cobalto	26
4.1.9.3. Cobre	26
4.1.9.4. Ferro	26
4.1.9.5. Manganês	26
4.1.9.6. Níquel	27
4.1.9.7. Chumbo	27
4.1.9.8. Zinco	27
4.1.10. AJ2028QB	27
4.1.11. AJ2028QS	27
4.1.12. AJ2031QB	28
4.1.12.1. Chumbo	29
4.1.12.2. Zinco	29
4.1.13. AJ2031QS	30
4.1.13.1. Arsênio	30
4.1.13.2. Cobre	30
4.1.13.3. Flúor	30
4.1.13.4. Ferro	30
4.1.13.5. Manganês	31
4.1.13.6. Chumbo	31
4.1.13.7. Zinco	31
4.1.14. AJ2034QB	31
4.1.14.1. Ouro	32
4.1.14.2. Cromo	32
4.1.14.3. Flúor	33
4.1.14.4. Nióbio	33
4.1.14.5. Estanho	33

4.1.14.6. Tântalo.....	33
4.1.14.7. Tungstênio.....	34
4.1.15. AJ2034QS	34
4.1.15.1. Prata	34
4.1.15.2. Arsênio	34
4.1.15.3. Cobalto	35
4.1.15.4. Cobre.....	35
4.1.15.5. Ferro	35
4.1.15.6. Manganês.....	35
4.1.15.7. Molibdênio	35
4.1.15.8. Níquel	35
4.1.15.9. Chumbo	36
4.1.15.10. Estanho	36
4.1.15.11. Zinco.....	36
4.1.16. AJ2038QB	36
4.1.16.1. Flúor	37
4.1.17. AJ2038QS	37
4.1.17.1. Chumbo	38
4.1.18. AJ3004QB	38
4.1.18.1. Ouro.....	38
4.1.18.2. Cromo.....	39
4.1.18.3. Flúor	39
4.1.18.4. Nióbio	40
4.1.18.5. Estanho	40
4.1.18.6. Tungstênio.....	40
4.1.18.7. Ítrio.....	41
4.1.19. AJ3004QS	41

4.1.19.1. Arsênio	41
4.1.19.2. Cobre	41
4.1.19.3. Ferro	42
4.1.19.4. Manganês	42
4.1.19.5. Molibdênio	43
4.1.19.6. Níquel	43
4.1.19.7. Chumbo	43
4.1.19.8. Zinco	44
4.2. Análise Integrada	44
4.2.1. Arsênio.....	44
4.2.2. Ouro.....	45
4.2.3. Cromo	45
4.2.4. Cobre	47
4.2.5. Flúor.....	47
4.2.6. Ferro	48
4.2.7. Manganês	48
4.2.6. Níquel	50
4.2.7. Chumbo	50
5. DISCUSSÃO	51
5.1. Associações Geoquímicas	51
6. CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO I.....	62
ANEXO II.....	64
ANEXO III.....	65
ANEXO IV	69
ANEXO V	70

ANEXO VI	71
ANEXO VII	72
ANEXO VIII	76
ANEXO IX	78
ANEXO X	83
ANEXO XI	91
ANEXO XII	92
ANEXO XIII	96
ANEXO XIV	99
ANEXO XV	105
ANEXO XVI	106
ANEXO XVII	107
ANEXO XVIII	111

1. INTRODUÇÃO

Análises químicas e hidroquímicas são importantes ferramentas na identificação de assinaturas que fogem ao padrão comum, e que podem ser aplicadas em áreas como agronomia, monitoramento ambiental e prospecção mineral. Com estes dados podem ser elaborados mapas geoquímicos, utilizando princípios estatísticos como quartis, percentis, valores máximos e mínimos, como feitos pela Mineropar (Serviço Geológico do Paraná) no Atlas Geoquímico do Paraná (2001), Atlas Geoquímico da Finlândia (Koljonen *et al.*, 1988) e Atlas Geoquímico do Vale do Ribeira (Lopes Jr., 2007). Na faixa Ribeira, região onde as amostragens e análises a serem discutidas foram realizadas, existem diversos depósitos minerais tais como: depósitos de ouro associados a sequências vulcano-sedimentares paleoproterozóicas; depósitos de Pb-Zn-Ag-Ba do tipo Perau; depósitos de Pb-Zn-Ag do tipo Pannels; depósitos strata-bound de fluorita; depósitos de W, Sn, Au associados a intrusões graníticas brasileiras; depósitos associados a zonas de cisalhamento brasileiras (Dardenne & Schobbenhaus, 2001).

Neste trabalho foram tratados e discutidos dados geoquímicos com enfoque na prospecção de depósitos minerais. Foi realizado um tratamento estatístico destes dados a fim de se estabelecer os parâmetros a serem usados em sua posterior representação gráfica. Representação esta consistiu na elaboração, por meio de técnicas de estatística e geoprocessamento, de mapas de distribuição espacial dos elementos químicos Ag, As, Au, Ba, Co, Cr, Cu, F, Fe, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sn, Sr, Ta, Ti, Th, W, Y e Zn, coletados em 19 campanhas de amostragem realizadas no Vale do Ribeira, pela Mineropar.

1.1. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo utilizar levantamentos de dados geoquímicos existentes para elaborar mapas de distribuição espacial para estes dados, a fim de usá-los como ferramenta para um melhor entendimento do potencial prospectivo da região. Diferentes tipos de amostragens (solo, SAD, bateia), executadas em diferentes períodos de tempo em uma mesma região, podem ser integrados através de métodos estatísticos. Através da integração destes dados é possível fazer uma relação com as unidades geológicas do local, auxiliando na localização de áreas potenciais. Para atingir os resultados, pretende-se:

1. Elaborar um banco de dados com os 19 levantamentos químicos pré-existent.
2. Analisar estatisticamente os dados (estatística univariada) e aplicar os resultados na cartografia dos elementos.
3. Definir anomalias positivas para os elementos e correlacionar com os depósitos minerais, ocorrências minerais e litotipos existentes na área.

1.2. Localização

A área de estudo está contemplada na porção paranaense da Bacia do Rio Ribeira, na Mesorregião Metropolitana do estado do Paraná (IBGE 2010). O conjunto total de amostragem abrange 19 campanhas, cujas siglas, elementos analisados e o tipo de amostragem são apresentados na tabela 1 e constituem duas faixas NE-SW, partindo do município de Campo Largo, no extremo sul, e passando por Campo Magro, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Tunas do Paraná, Cerro Azul, Doutor Ulysses e Adrianópolis (Figuras 1 e 2).

Tabela 1. Banco de dados utilizado. Fonte: Mineropar

Nome	Sigla	Tipo de amostra	Abrangência	Elemento	Pontos amostrados
Barra do Itapirapuã	AJ1004QL	Solo	Detalhe	La, Mo, Nb, Sr	836
Barra do Itapirapuã: Fluorita	AJ1020QL	Solo	Detalhe	F	701
São Francisco	AJ1022QL	Solo	Detalhe	Ba, F, La, Pb, Sr, Th, Y, Sn	211
Marquês de Abrantes	AJ2007QB	Concentrado de bateia de sedimentos fluviais	Detalhe	Au	363
Marquês de Abrantes	AJ2007QS	Sedimentos ativos de drenagem	Detalhe	Pb	452
Canha-Corumbé: Pb e Au	AJ2008QL	Solo	Detalhe	Pb	288
Águas Claras	AJ2013QL	Solo	Detalhe	Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn	921
Tigre-Betara-Açungui	AJ2023QB	Concentrado de bateia de sedimentos fluviais	Semi-detalhe	Ag, Au, Cu, Pb, Zn	135
Tigre-Betara-Açungui	AJ2023QS	Sedimentos ativos de drenagem	Semi-detalhe	As, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn	920
Barra do Itapirapuã	AJ2028QB	Concentrado de bateia de sedimentos fluviais	Semi-detalhe	Au, Cu, Pb, Zn	11
Barra do Itapirapuã	AJ2028QS	Sedimentos ativos de drenagem	Semi-detalhe	As, Ba, Cu, F, Fe, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sr, Ti, Zn	109
Volta Grande	AJ2031QB	Concentrado de bateia de sedimentos fluviais	Semi-detalhe	Au, F, Pb, Zn	118
Volta Grande	AJ2031QS	Sedimentos ativos de drenagem	Semi-detalhe	As, Cu, F, Fe, Mn, Pb, Zn	511
Capivari-Pardo	AJ2034QB	Concentrado de bateia de sedimentos fluviais	Semi-detalhe	Au, Cr, F, Nb, Sn, Ta, W	366
Capivari-Pardo	AJ2034QS	Sedimentos ativos de drenagem	Cheque de Anomalia	Ag, As, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Zn	741
Canha-Corumbé	AJ2038QB	Concentrado de bateia de sedimentos fluviais	Cheque de Anomalia	Au, F, Sn, W	46
Canha-Corumbé	AJ2038QS	Sedimentos ativos de drenagem	Semi-detalhe	Pb	223
Capivari-Pardo	AJ3004QB	Concentrado de bateia de sedimentos fluviais	Regional	Au, Cr, F, Nb, Sr, W, Y	335
Capivari-Pardo	AJ3004QS	Sedimentos ativos de drenagem	Regional	As, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn	1149

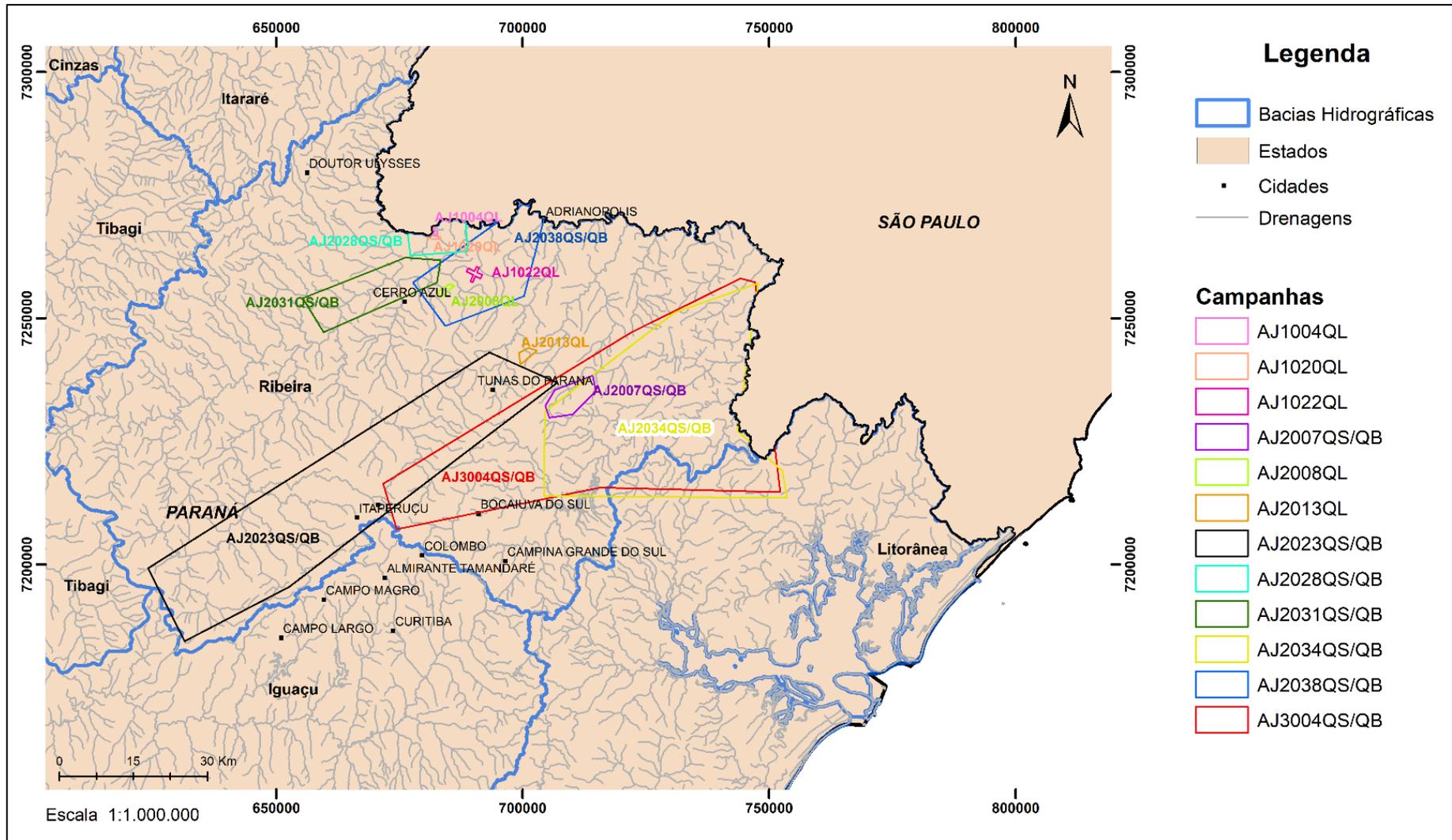


Figura 1. Localização das campanhas

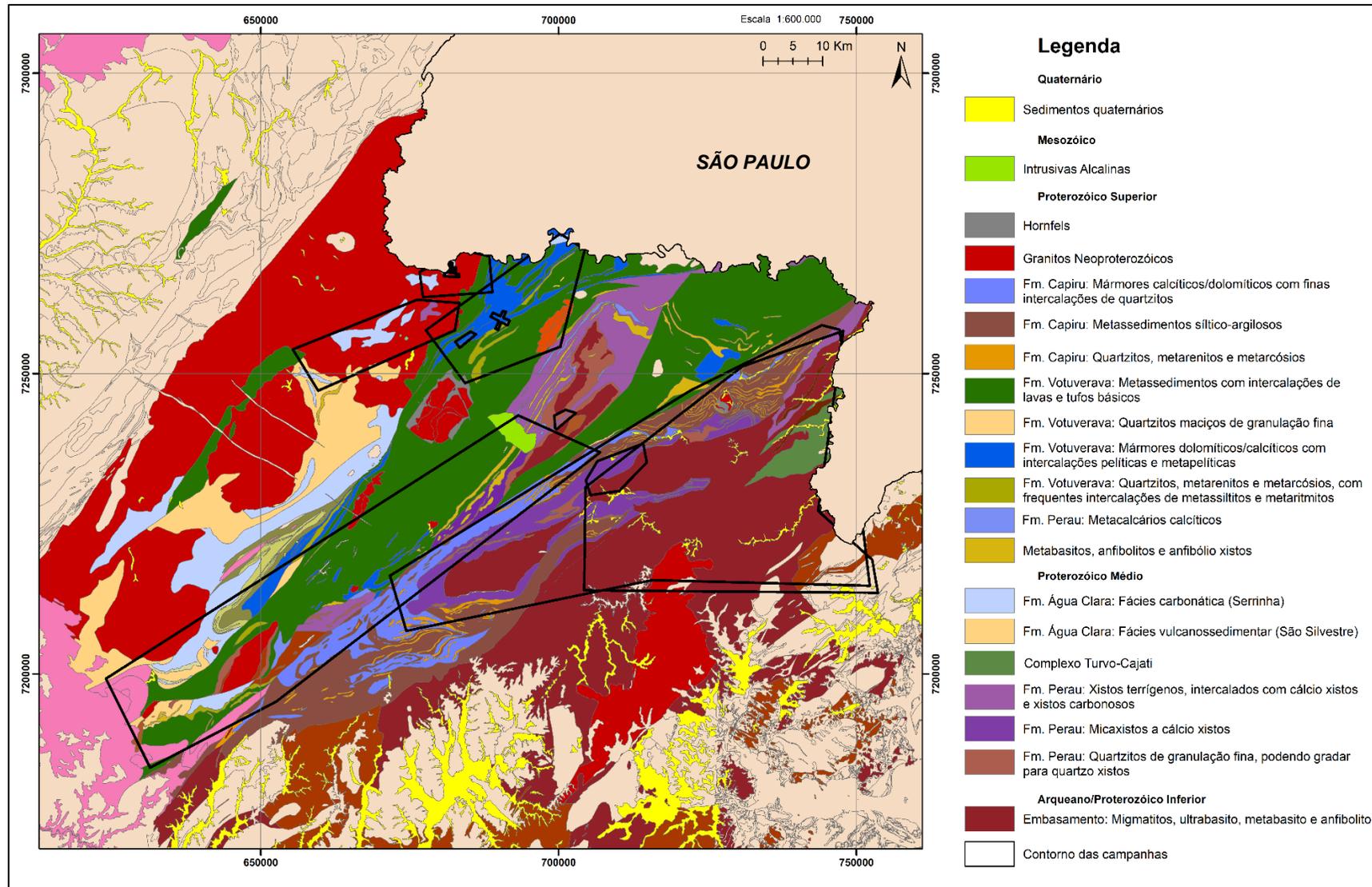


Figura 2. Mapa simplificado da geologia local das áreas de estudo, no Vale do Ribeira.

2. REVISÃO TEÓRICA

A região de estudo está compreendida no Estado do Paraná, entre os municípios de Cerro Azul, Adrianópolis e Tunas do Paraná. Esta região está inserida na porção central da Província da Mantiqueira, no Cinturão Ribeira (mais precisamente nos Domínios Curitiba e Apiaí). Em geral são terrenos com embasamento Arqueano a Paleoproterozóico sobrepostos por unidades sedimentares e vulcanossedimentares Mesoproterozóicas a Neoproterozóicas retrabalhadas no evento Brasileiro seguidos pela intrusão de extensos corpos graníticos sin- a pós-tectônicos. Um mapa geológico simplificado com as unidades encontradas na região de estudo é apresentado na figura 2.

A estruturação do cinturão decorre de processos orogênicos, que geram zonas de empurrão e cisalhamento posteriores (Heilbron *et al.*, 2004), possivelmente da colisão, de vergência noroeste, das microplacas Curitiba e Luís Alves (Trouw *et al.* 2000). Essas estruturas têm direção geral NE-SW, sendo N35E no oeste do Domínio Apiaí e chegando a N55E nos domínios Curitiba e Paranaguá (Hasui, 2012).

2.1. Província Mantiqueira

A Província Mantiqueira, definida por Almeida *et al.* (1977 e 1981), é paralela à costa sudeste e sul do Brasil, estendendo-se por 3 mil quilômetros sob a forma de uma faixa de direção NE-SW. Esta província faz divisa com as províncias Tocantins, São Francisco e Paraná, a leste é limitada pelas bacias costeiras do Espírito Santo, Campos, Santos e Pelotas (Figura 3) (Heilbron *et al.* 2004). A Província Mantiqueira é constituída pelos orógenos Araçuaí, Ribeira, Dom Feliciano e São Gabriel, e pelas zonas de interferência entre os orógenos Brasília e Ribeira. Esta província se desenvolveu, diacronicamente, durante a orogenia neoproterozoica Brasileiro-Pan Africana, qual resultou na colagem do Paleocontinente Gondwana Ocidental (Basei *et al.* 2000). Segundo Heilbron *et al.* (2004) a Província Mantiqueira pode ser dividida em três segmentos: a) segmento setentrional, que corresponde ao Orógeno Araçuaí; b) segmento central: engloba o Orógeno Ribeira e a Zona de Interferência entre os Orógenos Brasília e Ribeira, e os terrenos Apiaí, São Roque e Embu; c) segmento meridional: inclui os Orógenos Dom Feliciano e São Gabriel.

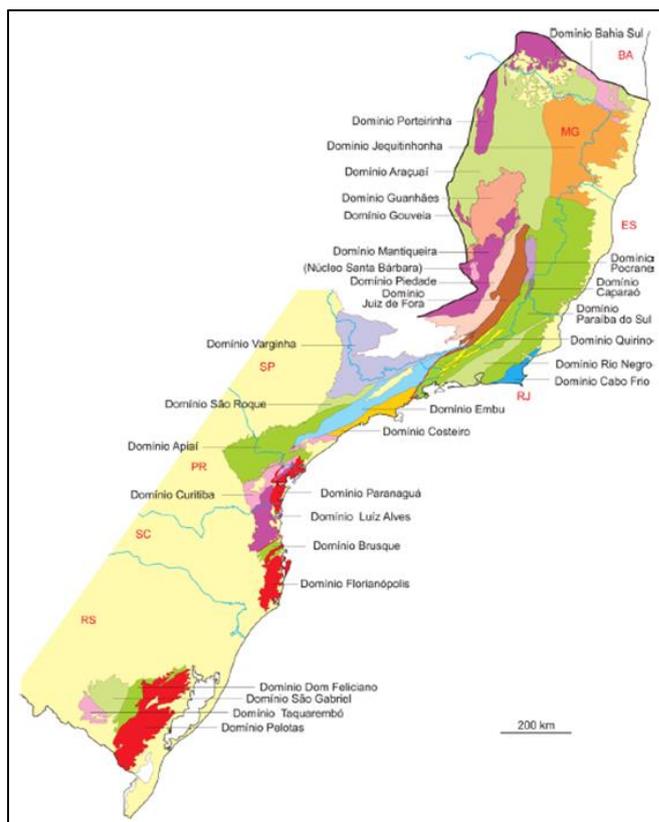


Figura 3. Domínios da Província Mantiqueira. Fonte: Hasui et al. 2012

2.2. Segmento Central da Província Mantiqueira

2.2.1. Complexo Gnáissico-Migmatítico

Essa unidade é composta por várias associações de rochas arqueanas a paleoproterozóicas, compreendendo migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda gnaiss, mica-quartzo xisto, ultrabásito, metabásito, anfibólito; migmatitos homogêneos constituídos por rochas de granulação grossa, essencialmente feldspáticos, aspecto granitoide e com paleossoma de gnaisses graníticos; granitos gnáissicos e anatexitos, incluindo biotita-anfibólio tonalitos e biotita-anfibólio granodioritos; gnaisses cataclasados, rosados, com variações locais para gnaisses graníticos e migmatitos cataclasados (Mineropar 2004).

2.2.2. Grupo Setuva

Já existiram diversas classificações para o Grupo Setuva, desde como formação pertencente ao Grupo Açungui por Bigarella e Salamuni (1956) a Complexo Setuva, por Hasui e Oliveira (1984) (Mineropar 2004). Aqui será

considerado Grupo Setuva, que engloba as formações Perau e Água Clara, como sugere Piekarcz (1984) (Salamuni, 1991).

2.2.2.1. Formação Perau

Definida como Formação Perau (FP) por Fritzsos Jr. *et al.* (1982), é constituída por um empilhamento de três sequências distintas, uma sequência basal quartzítica, uma intermediária carbonática e uma superior, terrígena (Salamuni 1991). A sequência basal compreende quartzitos maciços a foliados, podendo ter estratificações e níveis ricos em muscovita, tremolita e/ou carbonatos, anfibólio xistos, mica xistos e anfibólitos. O nível intermediário, carbonático, é composto por quartzitos, tremolita quartzitos, rochas cálcio-silicáticas ricas em diopsídio e tremolita, e tremolita-flogopita-carbonatos, que podem ser tanto calcíticos quanto dolomíticos, sendo os últimos mais frequentes. Ainda podem ser encontrados magnetita-anfibólio-mica xistos, podendo ou não conter feldspatos. A sequência superior é representada por metassedimentos pelítico aluminosos e rochas anfibolíticas (Daitx 1996).

Na sequência intermediária estão localizadas as principais mineralizações desta formação, sendo elas depósitos de Pb-Zn-Ag-Ba. Sua gênese está associada ao modelo Sedimentar Exalativo (SEDEX) do tipo-Perau, e corresponde à corpos sulfetados plumbo-zincíferos e/ou baritíferos estratiformes. São encontradas formações ferríferas bandadas capeando o minério, compondo o mesmo ou alternando-se com camadas de barita. Mineralogicamente os corpos tem como sulfetos principais galena, esfalerita, pirita, pirrotita e calcopirita (Daitx 1996; Teixeira 2012). A presença de níveis enriquecidos em turmalina nas rochas encaixantes e sobrejacentes aos corpos sulfetados indicam importante ação hidrotermal nos processos formadores (Silva 2008).

2.2.2.2. Formação Água Clara

A Formação Água Clara (FAC) ocorre em uma extensa faixa de direção NE-SW, se estendendo desde o município de Campo Largo e adentrando ao estado de São Paulo. Ocorre principalmente bordejando a porção leste do Granito Três Córrego, que apresenta caráter intrusivo com a mesma, e é composta por mármore puros a impuros, calciossilicatadas, cálcio xistos, mica xistos, anfibólio xistos,

quartzitos, granada-clorita-biotita xistos, metacherts, metatufos básicos e intermediários, metabasitos, anfibolitos e cornubianitos (Weber *et al.* 2004). Essa formação pode ser dividida em duas fácies principais (Fiori 1992), sendo a fácies São Silvestre a basal e representante dos metassedimentos e metabásicas. Essa fácies ainda contém níveis ricos em ferro e manganês. Já a fácies Serrinha é representada pelas rochas carbonáticas, com rara presença de rochas terrígenas. Os corpos metabásicos e anfibolíticos são pretéritos aos eventos deformacionais e metamórficos que afetaram a região no Neoproterozóico, visto que estão deformados junto com as rochas metavulcanossedimentares (Siga Jr. *et al.* 2011).

Nessa formação ocorrem importantes mineralizações de fluorita, tanto em enclaves de mármore impuros no Granito Três Córregos, inclusive ocorrendo no granito, em uma zona de cataclase. Essas ocorrências localizam-se principalmente no município de Cerro Azul, próximo ao limite com o estado de São Paulo, e já foram bastante exploradas. Também foram identificados potenciais para metais como W, Sn e Mo, com Ta e Ag subordinados, em zonas de contato entre mármore e intrusões graníticas brasileiras (Mineropar 2014).

2.2.2.3. Complexo Turvo-Cajati

Essa unidade tem exposições ao longo de uma área de aproximadamente 95 km², na divisa dos municípios de Adrianópolis e Bocaiuva do Sul junto ao limite com o estado de São Paulo. Corresponde a micaxistos e paragneisses de fácies xisto verde a anfibolito superior, com frequentes intercalações de rochas calciossilicáticas e mármore dolomíticos (Faleiros 2008).

2.2.3. Grupo Açungui

Assim como o Grupo Setuva, o Grupo Açungui foi, e ainda é, alvo de muita discussão quanto a sua classificação, provavelmente devido a sua complexa origem e evolução tectônica. Já foi chamado de Série Açungui, originalmente por Derby (1878), Supergrupo Açungui por Campanha *et al* (1987) entre outros. Aqui será nomeado Grupo Açungui, dividido nas formações Capiuru, Votuverava e Antinha.

2.2.3.1. Formação Capiuru

No estado do Paraná a Formação Capiuru (FC) ocorre em uma faixa alongada na direção NE-SW, com uma extensão de aproximadamente 130 km, desde o

município de Bossa Nova até Adrianópolis e com espessuras variáveis, com porções de até 1 km e chegando a 16 km no município de Almirante Tamandaré. As rochas desta formação podem ser subdivididas em 3 conjuntos principais (Fiori 1991), sendo o basal chamado de Juriqui e englobando principalmente filitos avermelhados, com eventuais intercalações de quartzitos. Sobreposto a essa unidade está o conjunto Rio Branco, que compreende os mármore da formação, de composição dolomítica, junto a intercalações de filitos e quartzitos. O conjunto superior, Morro Grande, é caracterizado pela alternância de camadas excepcionalmente espessas de filitos, quartzitos e mármore, na ordem de centenas de metros, com uma aparição bastante frequente de ritmitos com níveis alternados brancos e escuros de espessura centimétrica. Os contatos entre estes conjuntos e com o subjacente Grupo Setuva são tectônicos (Fiori 1992). Estudos realizados pela Mineropar, Cava e Falcade (1986) indicam a possibilidade de ocorrência de fosfatos nos dolomitos e filitos grafitosos (Mineropar 2014).

2.2.3.2. Formação Votuverava

Assim como as outras unidades da região, a Formação Votuverava (FV) apresenta-se com um padrão alongado na direção NE-SW, com aproximadamente 140 km de extensão e chegando a 16 km de espessura. Está posicionada ligeiramente a oeste da Formação Capiru e metamorfisada em baixo grau, na fácies xisto verde. Essa formação foi também subdividida por Fiori (1992) em 3 conjuntos, chamados Bromado, Coloninha e Saivá, da base para o topo, sendo o primeiro formado por filitos, quartzitos, metaconglomerados e filonitos. O conjunto Coloninha compreende metarenitos, metassiltitos, metaconglomerados e metarritmitos, enquanto o conjunto Saivá é composto por filitos carbonosos, mármore cinza escuro e metamargas, e tem ocorrência mais restrita. (Fiori 1992,1993; Siga Jr. *et al.* 2011).

Junto aos quartzitos dessa formação ocorrem depósitos estratiformes de barita, que teve sua origem considerada como sedimentar devido à concordância com os corpos quartzíticos e a presença de estruturas sedimentares nos minérios. Ocorrem também mineralizações de fluorita, em camadas de até 10 m de espessura concordantes com os mármore, substituindo carbonatos em brechas intraformacionais. Localmente podem ocorrer pirita, calcopirita e barita associados

aos minérios, que também podem ocorrer na forma de filões encaixados em fraturas NE. Sua origem está relacionada a processos hidrotermais derivado de intrusões alcalinas mesozoicas (Mineropar 2014).

2.2.3.3. Formação Antinha

Ocorrendo de maneira mais restrita em relação às unidades anteriores, a Formação Antinha ocorre em uma estreita faixa de direção NE-SW, com aproximadamente 34 km de extensão e 4 km de largura. Suas exposições concentram-se na borda sudeste do Granito Três Córregos, entre as formações Água Clara e Votuverava. Pelo seu caráter metamórfico mais baixo estruturas primárias preservadas, é considerada mais recente que as outras formações do Grupo Açungui (Siga Jr. *et al.* 2011). Esta formação é composta por metassiltitos, metarritimitos, metarenitos, metaconglomerados e, em menor escala, metacalcários calcíticos e dolomíticos (Fiori 1992).

2.2.4. Metabasitos

Os metabasitos da região do Vale do Ribeira ocorrem de maneira intrusiva nas rochas metassedimentares dos grupos Setuva e Açungui, e segundo Oliveira *et al.* (2002), apresentam idades aproximadas de 850 ± 60 Ma. Eles são compostos por metabasitos, anfibolitos e anfibólio xistos, ortoderivados e de composição associada a cadeias meso-ceânicas (Maniesi e Oliveira 2000).

2.2.5. Granitóides Pré, Sin a Tardicolisionais

2.2.5.1. Granito Três Córregos

O Granito Três Córregos (GTC) é a maior intrusão granítica do sul do país, com aproximadamente 1.900 km² no estado do Paraná e, assim como a grande maioria das unidades da região, apresenta o eixo maior na direção NE-SW. São granitos do tipo I, de caráter cálcio-alcálico de médio a alto K e essencialmente metaluminosos, formados em arcos magmáticos ou em ambientes sin- a tardi-colisionais. São formados por granodioritos, monzogranitos, quartzo-monzonitos (por vezes deformados) e, subordinadamente, tonalitos e sienogranitos. Predomina a textura porfirítica, com fenocristais de feldspato alcalino e, raramente, de plagioclásio, chegando a 6 cm (Prazeres Filho *et al.* 2003). Análises de U-Pb

apresentadas por Prazeres Filho (2003) indicam idades de aproximadamente 600 a 630 Ma.

2.2.5.2. Granito Passa Três

O Granito Passa Três (GPT) ocorre no município de Campo Largo, e ocupa uma área de aproximadamente 5 km² (Cury *et al.* 2008). Ele foi dividido por Pierkarz (1992) em duas principais fácies, uma equigranular, central, de composição sienogranítica, textura fina a média e cor róseo-avermelhada. A outra fácies está situada mais nas bordas, podendo ser porfírico, e sua composição grada para sienogranítica. São conhecidas mineralizações auríferas nessa unidade, ocorrendo em veios de quartzo mineralizados e que são atualmente explorados.

2.2.5.3. Granito Cerne

Situado no município de Bateias, o Granito Cerne (GC) abrange uma área de 45 km² e é composto por granitos de composição sienogranítica a álcali-feldspato granítica, predominantemente equigranulares (Cury *et al.* 2008). Segundo Cury (2003), a gênese deste granito está associada ao mesmo evento magmático que deu origem ao Granito Passa Três.

2.2.5.4. Granito Banhado

O Granito Banhado (GB), localizado no noroeste do município de Tunas do Paraná, possui uma área de aproximadamente 8 km². Sua composição é bastante semelhante aos granitos citados anteriormente, com fenocristais de feldspato alcalino em uma matriz grossa leucocrática (CPRM 1977).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Banco de Dados

Para a realização deste trabalho foram usados, como base principal, dados geoquímicos levantados pelo Serviço Geológico do Paraná (Mineropar). Estes dados foram coletados a partir de 19 campanhas feitas na porção paranaense da Bacia do Ribeira. O tipo de amostragem realizada varia entre as 19 campanhas selecionadas, foram 07 de sedimentos fluviais ativos (S), 07 de concentrado de bateia de sedimentos fluviais (B) e 05 de solo (L), sendo indicado qual o método utilizado no fim da sigla de cada projeto, com as letras acima descritas. Em média foram analisados 6 elementos por campanha, para um total de 23 elementos, sendo mais frequentes elementos como zinco, chumbo e cobre, como mostrado na tabela 1. Os elementos analisados foram Ag, As, Au, Ba, Co, Cr, Cu, F, Fe, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sn, Sr, Ta, Ti, Th, W, Y e Zn (Tabela 2). O mapa geológico georreferenciado utilizado neste trabalho foi retirado da Mineropar (2006), e foram também utilizadas algumas cartas geológicas de maior detalhe, disponibilizadas pela CPRM. Foram elas as folhas de Curitiba (SG-22-X-D-I) (CPRM 2000), Cerro Azul (SG-22-X-B-IV) (CPRM 2014), Apiaí (SG-22-X-B-V) (CPRM 2012), elaboradas no Projeto Leste do Paraná, e a carta de convenções metalogenéticas de Curitiba (SG-22-X-D-I) (CPRM 1999), todas na escala 1:100.000. As ocorrências minerais foram disponibilizadas no *Geobank* da CPRM (2007). No site do DNPM foi adquirido o mapa de processos minerários do estado do Paraná (2015), enquanto a rede hidrográfica pode ser obtida junto ao acervo digital do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG, 2010).

Tabela 2. Quantificação das amostragens por elementos e campanhas

CAMPANHA	ELEMENTO																								
	Ag	As	Au	Ba	Co	Cr	Cu	F	Fe	La	Mn	Mo	Nb	Ni	Pb	P2O5	Sn	Sr	Ta	Ti	Th	W	Y	Zn	
AJ1004QL									1			1	1					1							4
AJ1020QL								1																	1
AJ1022QL				1				1		1		1			1			1			1		1	1	9
AJ2007QB			1																						1
AJ2007QS															1										1
AJ2008QL															1										1
AJ2013QL					1		1		1		1				1	1								1	7
AJ2023QB	1		1				1								1									1	5
AJ2023QS		1			2		2		1		1				2	2							2	13	
AJ2028QB			1				1								1									1	4
AJ2028QS		1		1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	15
AJ2031QB			1				1								1									1	4
AJ2031QS		1					1	1	1		1				1								1	7	
AJ2034QB			1				1	1					2				2		1			1		1	9
AJ2034QS	1	1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	11	
AJ2038QB			1				1											1					2		5
AJ2038QS															1										1
AJ3004QB			1				1	1					1				1					1	1		7
AJ3004QS		1					1	1	1		1	1	1	1	1	1							1	1	8
Total	2	5	7	2	4	2	9	8	6	3	6	5	5	6	14	1	5	3	1	1	1	4	2	11	113

3.2. Métodos de Amostragem

Existem diversas maneiras de se coletar amostras para análises geoquímicas, e a técnica mais apropriada, assim como a densidade de amostragem, vão depender dos objetivos do projeto. Levantamentos de baixa densidade podem diferenciar de maneira eficiente as unidades geológicas, por exemplo (Koljonen *et al.* 1988). Os métodos utilizados nos projetos da Mineropar aqui estudados foram amostras de solo, sedimentos ativos de drenagem e concentrados de bateia de sedimentos fluviais. Amostras de solo são geralmente coletadas nos horizontes B ou B/C, e é representativa do litotipo local a que se sobrepõem. A profundidade da amostragem depende das características pedológicas de cada local. Sedimentos ativos de drenagem indicam a geoquímica dos materiais mais a montante da drenagem onde foram coletados (Salminen *et al.* 2005), portanto, a extensão da influência dos dados relativos a esses sedimentos vai ser influenciada diretamente de acordo com a posição da drenagem na bacia hidrográfica. O lugar de coleta para os concentrados de bateia são semelhantes aos dos sedimentos ativos, onde são coletadas amostras de sedimentos em lugares propícios para a ocorrência de minerais de maior densidade (Licht *et al.* 2006).

3.3. Análise Estatística Univariada e Cartografia

Através do programa Excel, para cada elemento amostrado em todas as 19 campanhas, foi realizado um tratamento estatístico para estipular as concentrações

máximas e mínimas e os percentis 5,15, 25, 40, 50, 65, 75, 85, 90, 91, 93, 95, 97, 98 e 99, que foram os parâmetros escolhidos para a representação dos respectivos teores de cada elemento nos mapas de distribuição elaborados. Os dados serão representados por pontos, correspondentes ao local de amostragem, onde a associação do tamanho e cor dos pontos vai determinar em qual intervalo a amostra está situada, semelhante ao modelo apresentado por diversos atlas geoquímicos como da Finlândia (Koljonen *et al.* 1992), Ceará (CPRM 2016) e Paraná (Mineropar 2001), por exemplo. Assim como fez Licht (2006), os valores inferiores ao Limite de Detecção (LD) foram substituídos pela metade do LD.

A espacialização dos estimadores estatísticos foi realizada através do programa ArcGis v10.3, com objetivo de mostrar a distribuição espacial dos teores de cada elemento contido em cada uma das campanhas. Alguns dos elementos em certas campanhas não apresentam quantidade de valores válidos (acima do limite de detecção) suficientes para a construção e representação aceitável, valor este estipulado em 80% para o presente trabalho, portanto optou-se por não os fazer.

Com estes parâmetros em mãos, buscou-se elaborar mapas com a distribuição espacial para cada elemento em cada campanha, posteriormente realizando uma análise integrada dos mesmos elementos nas diferentes campanhas, e por fim procurar regiões com associações multielementares de possível interesse econômico. Para a integração de cada elemento, considerou-se 'anomalia' percentis acima de 75.

3.4. Relação Espacial Entre Geologia, Depósitos Minerai s e Mapas Multielementares

A partir dos mapas produzidos (individuais e/ou integrados), foi utilizada uma base de dados geológica disponibilizada pela Mineropar, como o Mapa Geológico do Paraná, na escala 1:650.000 (2006), ocorrências minerai s obtidas no *Geobank* do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2007), artigos e teses disponíveis *online* para fazer uma análise comparativa entre os mapas, buscando possíveis relações e causas para os valores anômalos detectados para cada elemento, levando em consideração seu contexto geológico e estrutural.

4. RESULTADOS

4.1. Análises individuais para cada campanha

Aqui serão apresentadas as relações entre anomalias e contexto geológico encontradas para cada elemento em cada campanha. Os mapas gerados podem ser consultados nos anexos, conforme detalhado na tabela 3.

Tabela 3. Relação de onde podem ser encontrados os mapas de cada campanha

CAMPANHA	ELEMENTOS	ANEXO
AJ1004QL	La, Mo, Nb, Sr	Anexo I
AJ1020QL	F	Anexo II
AJ1022QL	Ba, F, La, Pb, Sr, Th, Y, Zn	Anexo III
AJ2007QB	Au	Anexo IV
AJ2007QS	Pb	Anexo V
AJ2008QL	Pb	Anexo VI
AJ2013QL	Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn	Anexo VII
AJ2023QB	Au, Cu, Pb, Zn	Anexo VIII
AJ2023QS	As, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn	Anexo IX
AJ2028QB	-	-
AJ2028QS	As, Ba, Co, Cu, F, Fe, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sr, Ti, Zn	Anexo X
AJ2031QB	Pb, Zn	Anexo XI
AJ2031QL	As, Cu, F, Fe, Mn, Pb, Zn	Anexo XII
AJ2034QB	Au, Cr, F, Ni, Sn, Ta, W	Anexo XIII
AJ2034QS	Ag, As, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Zn	Anexo XIV
AJ2038QB	F	Anexo XV
AJ2038QS	Pb	Anexo XVI
AJ3004QB	Au, Cr, F, Nb, Sn, W, Y	Anexo XVII
AJ3004QS	As, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn	Anexo XVIII

4.1.1. AJ1004QL

Nesta campanha foram coletadas 836 amostras de solo e, analisadas através de Espectrografia óptica de emissão, os elementos La, Mo, Nb e Sr, sendo elaborados mapas para os 4 elementos. Todos os pontos de amostragem encontram-se em área com requerimento de pesquisa para fosfato. Na figura 4 é apresentado um mapa simplificado da geologia local, com o contorno da campanha.

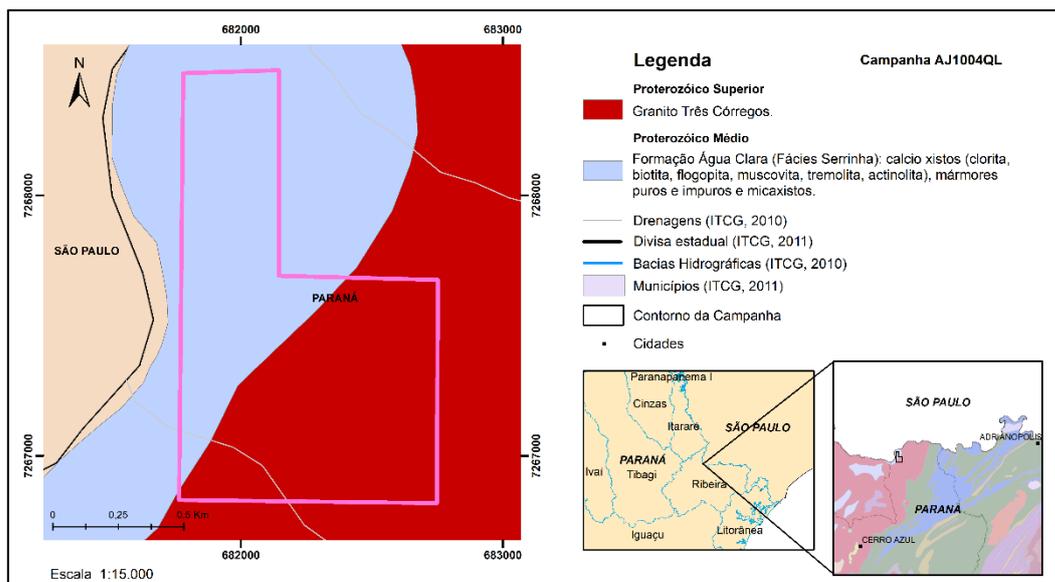


Figura 4. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.1.1. Lantânio

As maiores anomalias de Lantânio ocorrem em um aglomerado com aproximadamente 0,057 km², sobre o Granito Três Córregos, em concentrações bastante elevadas (9.400 a 1.640 ppm). Anomalias do percentil 90 a 75 (1.640 a 587 ppm) são comuns ao longo da campanha, sendo mais frequentes sobre a fácies carbonática da Formação Água Clara (Serrinha).

4.1.1.2. Molibdênio

As maiores anomalias de Molibdênio ocorrem em um aglomerado com aproximadamente 0,055 km², sobre o Granito Três Córregos, em concentrações variando de 330 a 46,50 ppm. Além desse aglomerado são comuns pontos com percentis entre 95 e 90 (80 a 46,50 ppm), na fácies Serrinha da FAC.

4.1.1.3. Nióbio

As maiores anomalias encontram-se sobre o GTC, com concentrações de 1.100 a 270 ppm. Além desta área de maior concentração, em diversos pontos ocorrem valores correspondentes aos percentis 93 a 75 (545,50 a 182 ppm), tanto sobre o granito quanto sobre cálcio xistos (clorita, biotita, flogopita, muscovita, tremolita e actinolita), mármores e micaxistos da fácies Serrinha.

4.1.1.4. Estrôncio

As anomalias de estrôncio seguem o mesmo padrão dos outros elementos desta campanha, com as maiores anomalias ocorrendo sobre o GTC, na mesma área onde ocorrem as principais anomalias para La, Mo e Nb. Os valores máximos e percentis até 95, porém, ocorrem em uma área menor, e há uma concentração de percentis 98 e 97 em uma estreita faixa N-S, esta situando-se sobre rochas da Formação Água Clara (fácies Serrinha).

4.1.2. AJ1020QL

Nesta campanha foram coletadas 701 amostras de solo, analisadas por Fusão Alcalina EIE para o elemento Flúor, o qual foi cartografado. Por estar localizada muito próxima à campanha AJ1004QL, inclusive alguns pontos sobrepostos, parte dos pontos de amostragem encontram-se dentro da mesma área com requerimento de pesquisa para fosfato. A seguir, na figura 5, é apresentado um mapa com a localização da campanha e geologia local.

4.1.2.1. Flúor

Anomalias mais significativas ocorrem sobre xistos e mármore da Formação Água Clara, fácies Serrinha, com alguns valores excepcionalmente altos (91.000 ppm). Alguns pontos dispersos com percentis maiores que 95 ocorrem também no GTC, enquanto percentis 90 a 75 (2.600 a 1.450 ppm) ocorrem por toda a campanha.

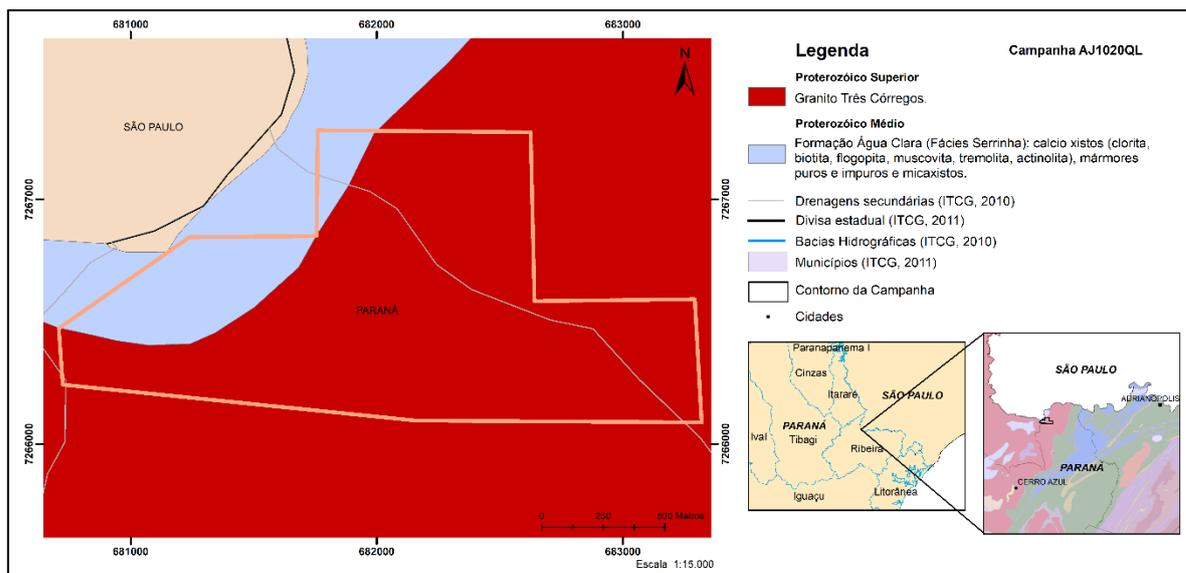


Figura 5. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.3. AJ1022QL

A campanha 1022 contém 211 amostras de solo, para determinação de Ba, F, La, Pb, Sr, Th, Y e Zn, sendo analisadas através de diferentes métodos. Pb e Zn foram extraídos por água régia e analisados por espectrometria de absorção atômica; Sr, Ba e Th foram analisados por fluorescência de Raios X; La, Y e Mo por espectrografia óptica de emissão; e F por fusão alcalina. Não foi elaborado o mapa para Mo devido à falta de valores válidos, os outros 8 elementos foram cartografados. A grande maioria dos pontos de amostragem estão dentro de uma área com requerimento de lavra para fluorita, com uma ocorrência de fluorita, não explorada, a aproximadamente 3 km. As únicas unidades geológicas presentes na área de amostragem são (1) metacalcários calcíticos, intercalados com pelitos e metapelitos da Formação Votuverava e (2) quartzitos, metarenitos e metarcósios, da mesma formação, sendo que 90% dos pontos encontram-se sobre exposições da primeira unidade (Figura 6).

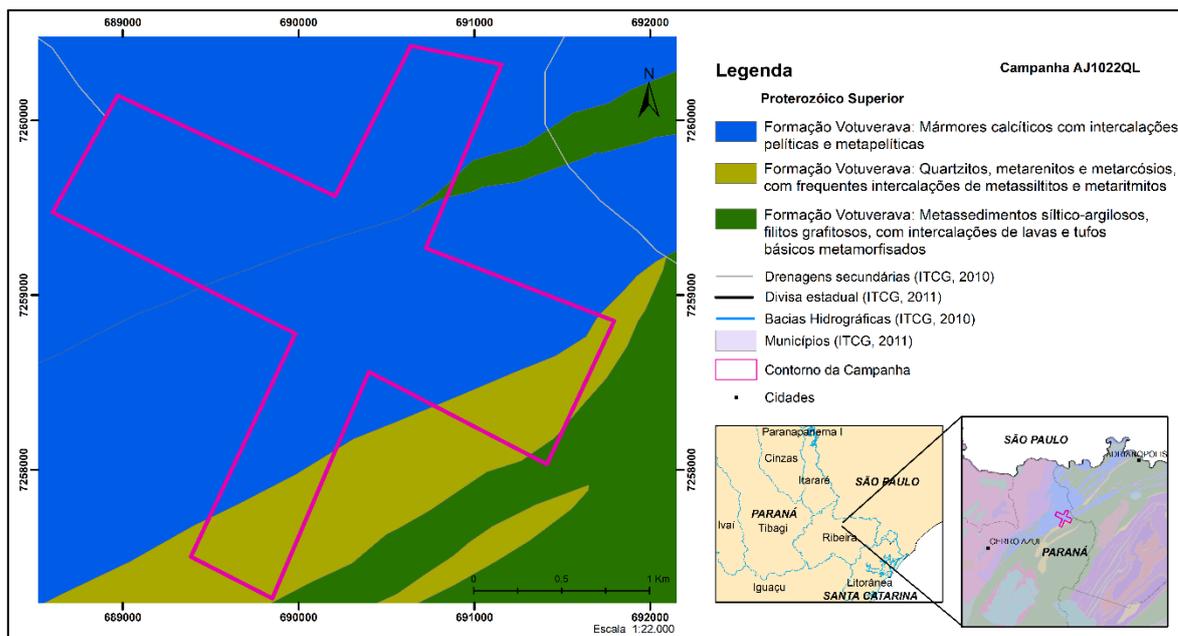


Figura 6. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.4. AJ2007QB

Esta campanha é composta por 363 amostras de concentrado de bateia de sedimentos fluviais para análise de Au, extraído pela combinação de digestão por água régia com metil isobutil cetona ou “MIBK”, e analisado por espectrometria de absorção atômica, sendo elaborado o mapa para o mesmo. Dentre todas as amostras, 72 não apresentaram concentrações acima do limite de detecção (L), cujo valor é 0,05. Para estas amostras foi estipulado o valor de 0,025, correspondente a metade do limite de detecção. O mapa geológico da área apresentado a seguir é válido também para a campanha AJ2007QS (Figura 7).

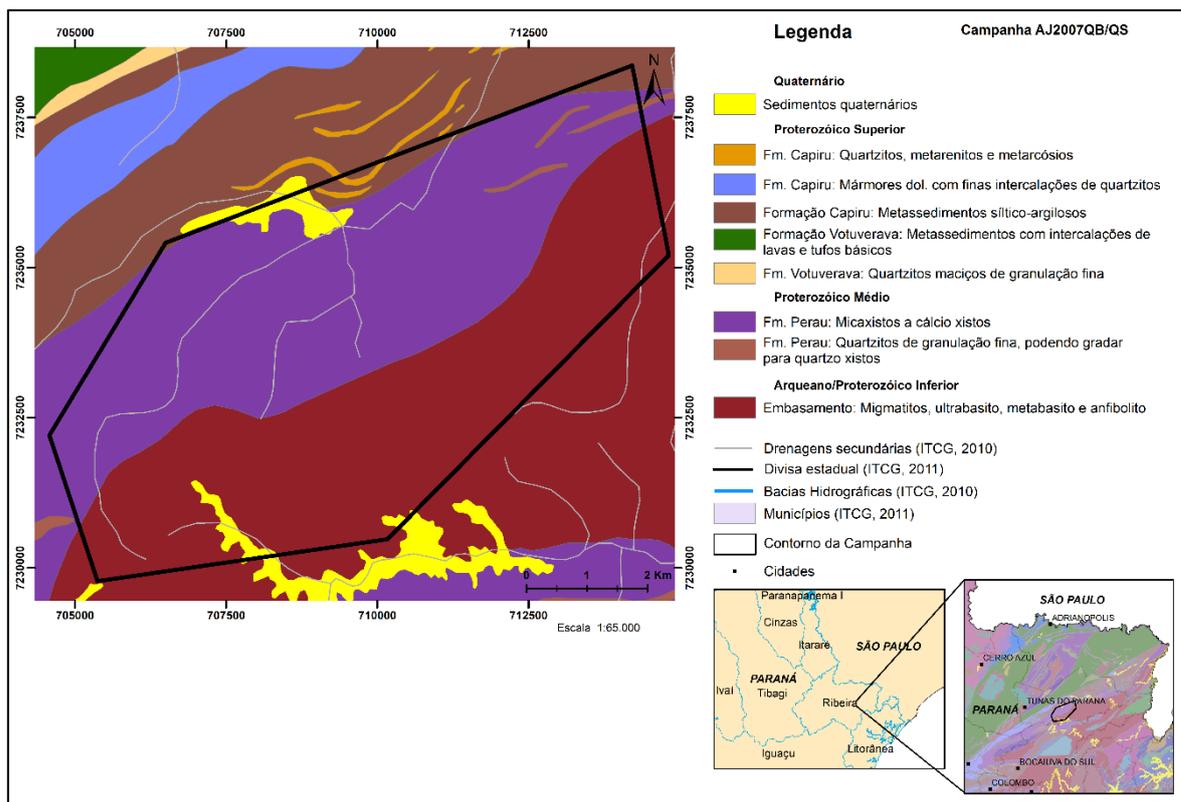


Figura 7. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.4.1. Ouro

As anomalias principais ocorrem numa mesma bacia (Rio São Miguel), principalmente sobre biotita-sericita xistos, clorita-sericita xistos e cálcio xistos da Formação Perau. A drenagem na qual as amostras se encontram, no entanto, pode passar por rochas arqueanas básicas, gnaisses, migmatitos metabasitos e anfibolitos do embasamento. Conforme observado na figura 21, amostras que se situam entre os percentis 93 e 75 (23,12 a 2,23 ppm) são as mais frequentes, apesar da quantidade de amostras entre o valor máximo obtido e o percentil 95 (892,29 a 29,32 ppm).

4.1.5. AJ2007QS

Esta campanha conta com 452 amostras de sedimento ativo de drenagem para análise de Pb, extraído por água régia e analisado por espectrometria de absorção atômica.

4.1.5.1. Chumbo

A maioria das anomalias principais ocorrem concentradas sobre uma região alongada de aproximadamente 800 m, sobre mica xistos a cálcio xistos da Formação Perau. Outro alinhamento de anomalias, desta vez um pouco menores, do percentil 97 ao 95 principalmente (45,88 a 29,87 ppm), ocorre sobre rochas Arqueanas básicas, gnaisses, migmatitos metabasitos e anfibolitos do embasamento. Amostras com percentis 90 a 75 (24 a 16 ppm) também são frequentes nas duas unidades citadas.

4.1.6. AJ2008QL

Neste projeto foram coletadas 288 amostras de solo para determinação de Pb, extraído por água régia e analisado por espectrometria de absorção atômica. A seguir o mapa geológico simplificado da área (Figura 8).

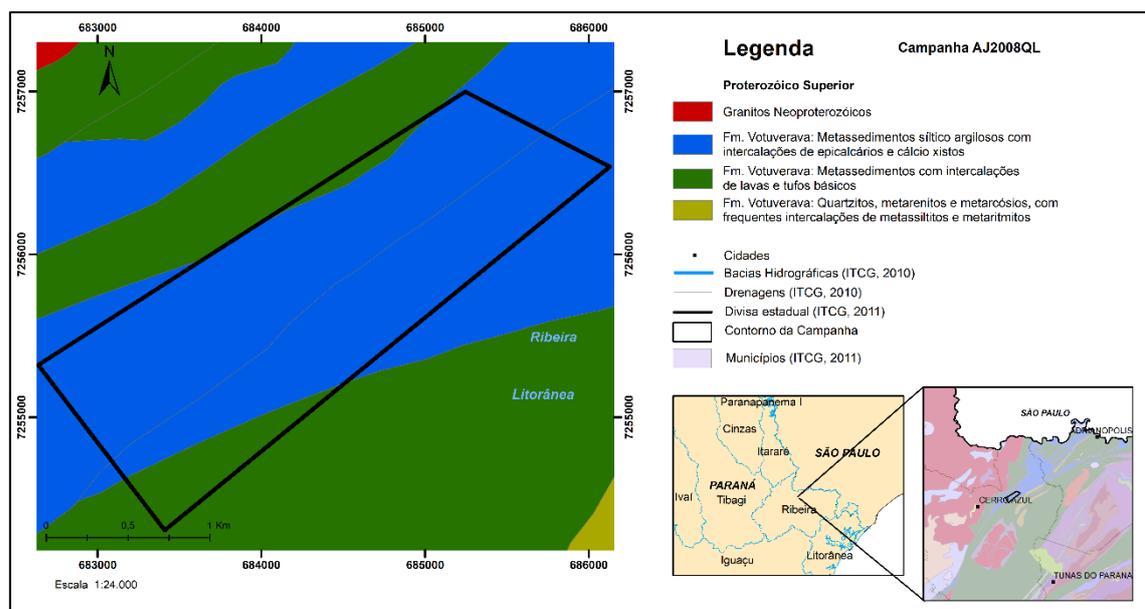


Figura 8. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.6.1. Chumbo

As amostras estão predominantemente sobre metacálcaros calcíticos, mas algumas anomalias também se encontram sobre metassedimentos da Formação Votuverava.

4.1.7. AJ2013QL

Esta campanha é composta por 921 amostras de solo, analisadas para Co (665), Cu, Fe, Mn (665), Ni (665), Pb e Zn, extraídos por água régia e analisados por espectrometria de absorção atômica. Entre parênteses está o número de amostras analisadas, caso não tenha sido feito para todas. Todos os pontos de amostragem da campanha estão em área com requerimento de pesquisa para zinco. Essa campanha possui uma escala pequena, abrangendo apenas quartzitos, xistos terrígenos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP, e será comentado apenas quais elementos possuem assinaturas semelhantes na área. Cobalto, manganês, níquel e zinco tem suas principais anomalias sobre os xistos; Cu, Pb e Zn sobre os quartzitos (Figura 9).

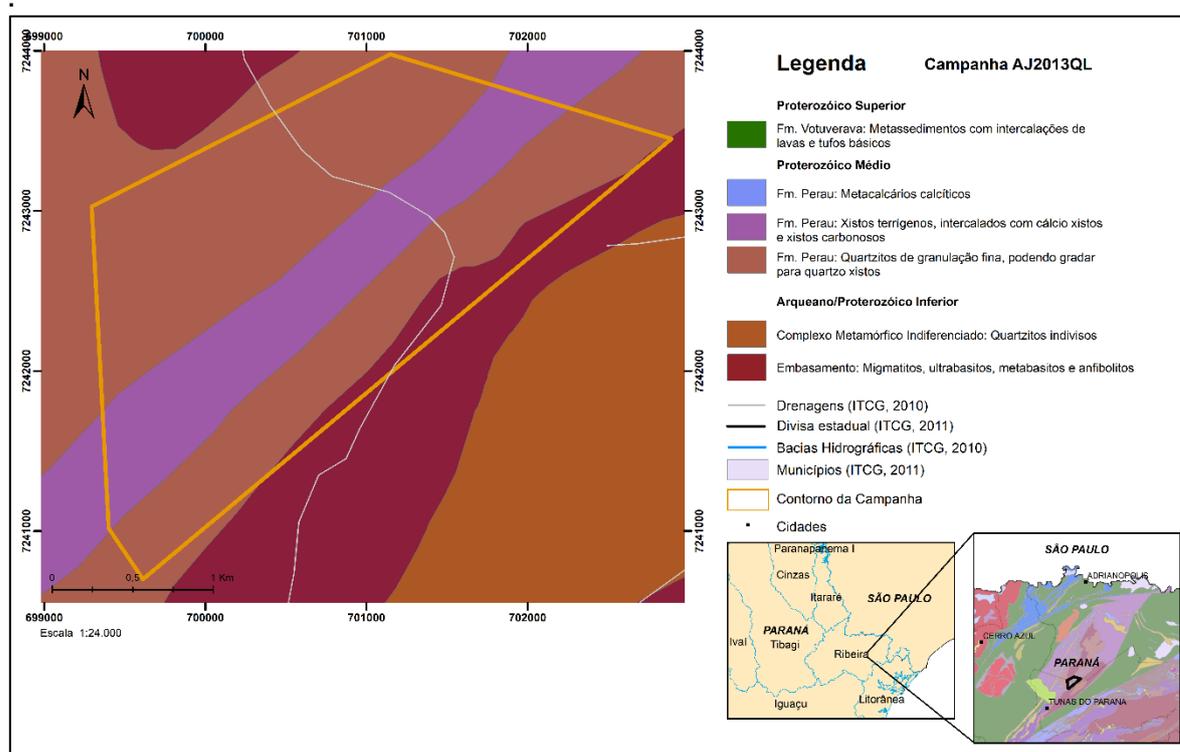


Figura 9. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.8. AJ2023QB

Nesta campanha foram coletadas 135 amostras de concentrado de bateia de sedimentos fluviais, para determinação de Ag (39), Au (120), Cu, Pb e Zn (na figura 10 pode ser observada a área de abrangência da campanha, válido também para a campanha AJ2023QS). O ouro foi extraído pela combinação de digestão por água régia com MIBK, e analisado por espectrometria de absorção atômica (AA), enquanto

os outros elementos foram extraídos por água régia e analisados, também, por AA. Entre parênteses está o número de amostras analisadas, caso não tenha sido feito para todas. A cartografia para Ag não foi realizada pelo baixo número de amostras com valores acima do LD. Os 4 elementos possuem ao menos um valor anômalo significativo sobre pontos muito próximos em mica xistos ou anfibólio xistos da FP.

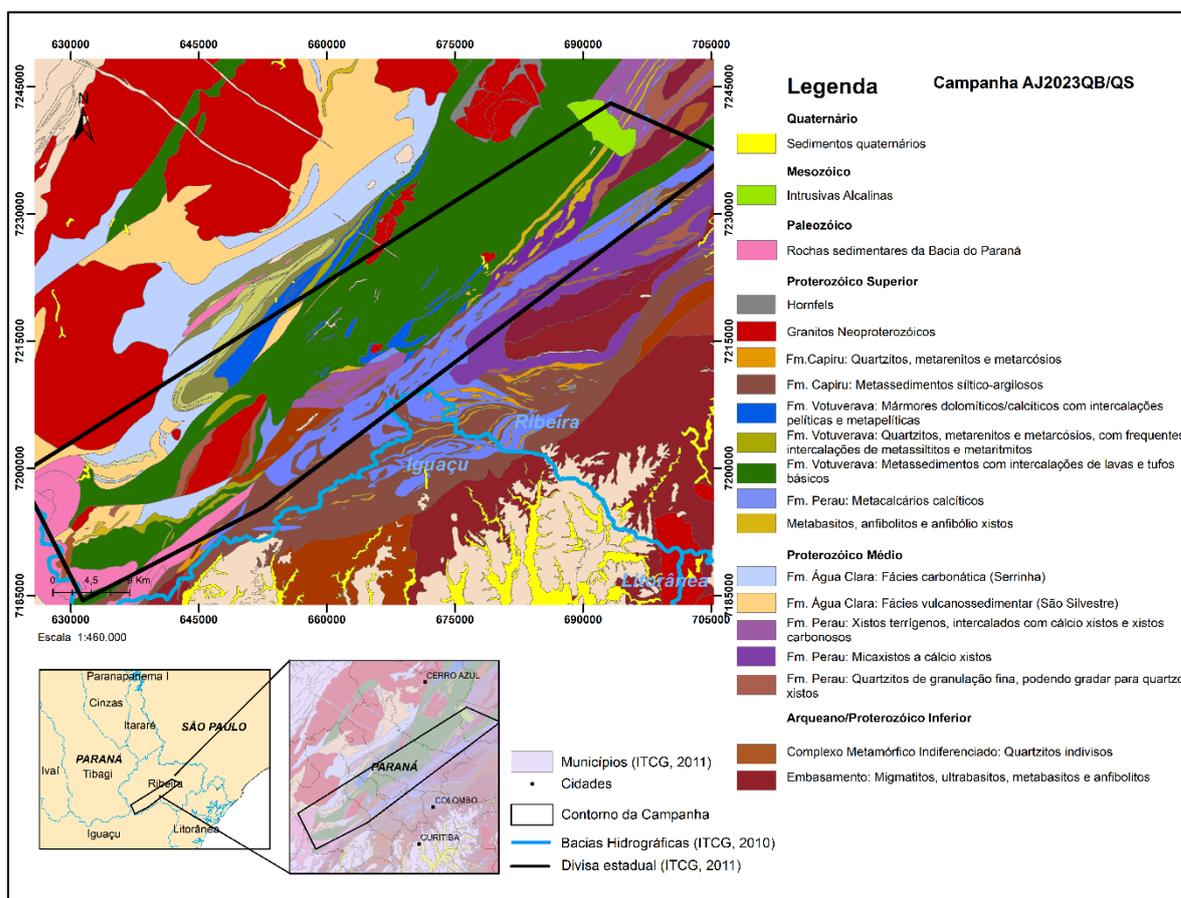


Figura 10. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.8.1. Ouro

Poucos pontos de amostragem apresentaram valores válidos, e ocorrem em diversas unidades litológicas. Há um aglomerado com valores máximos ao percentil 95 (7,60 a 0,93 ppm) sobre mica xistos e anfibólio xistos da FP, intercalados com metabasitos. A drenagem na qual se encontram também passa por mármore dolomítico da FC. Outras anomalias aparecem em amostras coletadas sobre o Granito Cerne. As anomalias mais significativas restantes ocorrem principalmente sobre exposições da fácies vulcanossedimentar da FAC (São Silvestre) e metassedimentos da FV. Na última voltam a aparecer metabasitos e anfibolitos

associados, e estão muito próximas do Granito Passa Três, famoso por conter mineralizações de ouro.

4.1.8.2. Cobre

A maioria das anomalias acima do percentil 85 ocorrem em metassedimentos da FV, e por vezes as drenagens passam por mármore dolomíticos da FC ou xistos da FP, além de algumas exposições da unidade de metabasitos.

4.1.8.3. Chumbo

Ocorre de forma bastante semelhante à ao cobre, presente nesta campanha, com as maiores anomalias ocorrendo sobre metassedimentos da FV e drenagem passando por mármore, xistos e metabasitos.

4.1.8.4. Zinco

Assim como Cu e o Pb, possui grandes anomalias onde há exposições de metassedimentos da FV. Uma particularidade com relação aos dois elementos citados é uma concentração mais significativa sobre rochas vulcanossedimentares da fácies São Silvestre (FAC) e sobre o Granito do Cerne, semelhante ao padrão do ouro.

4.1.9. AJ2023QS

A campanha AJ2023QS contém 920 amostras de sedimentos ativos de drenagem, analisados para As, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn. O arsênio (842) foi extraído através de geração de hidretos e analisado por AA, enquanto Co (869), Cu (894), Fe (824), Mn (824), Ni (869), Pb (894) e Zn (897) foram extraídos por água régia e analisados por AA. Os elementos Co, Cu, Ni, Pb e Zn também foram extraídos por um segundo método, através de ácido etilenodiamino tetra-acético, porém os dados correspondentes a esse processo não foram usados e, tirando estes últimos, foram elaborados mapas para os 8 elementos.

4.1.9.1. Arsênio

A grande maioria das anomalias estão sobre rochas metassedimentares da FV, frequentemente com drenagens passando previamente por mármore

dolomíticos da FC, mármore calcítico da FV e xistos da FP. Na parte norte da campanha ocorre uma faixa NE-SW com valores máximos ao percentil 93 (186 a 14 ppm), subparalelos e muito próximos a xistos da FP e metabasitos.

4.1.9.2. Cobalto

Percentis maiores que 90 (99 a 43 ppm) formam alguns aglomerados sobre diferentes unidades. Um grupo ocorre sobre a associação metassedimentos da FV – mica e anfibólio xistos da FP – metabasitos (FV-FP-MB), com algumas anomalias mais próximas ao maciço alcalino de Tunas e drenagens passando pelos mármore da FC. Outro grupo ocorre próximo ao Granito Cerne, onde há exposições de gnaisses, anfibolitos e metabasitos do embasamento, com presença de quartzitos também. Outro grupo, com uma quantidade menor de anomalias, ocorre sobre as rochas vulcanossedimentares da fácies São Silvestre.

4.1.9.3. Cobre

As anomalias estão bastante dispersas, predominando os percentis 90 a 75 (69 a 37 ppm), sobre as mais variadas litologias. Alguns valores maiores podem ser encontrados sobre a associação FV-FP-MB, porém em posição diferente dos elementos anteriormente citados. Novamente sobre a fácies São Silvestre é possível encontrar anomalias mais significativas, região, esta, onde está presente o Granito Passa Três e corpos alongados de metabasitos. Próximo ao Granito Cerne ocorrem anomalias maiores pontuais e diversos percentis 90 a 75.

4.1.9.4. Ferro

As anomalias para o Fe aparecem em diferentes unidades, sendo difícil detectar alguma predominância. Há algumas anomalias mais significativas sobre o maciço alcalino Tunas, porém essa concentração pode ser decorrente de rochas posicionadas à montante da drenagem.

4.1.9.5. Manganês

Grandes anomalias parecem estar ligadas com cálcio xistos, mica xistos e mármore da fácies Serrinha (FAC), pois altos valores ocorrem sobre essa unidade e em locais diferentes. Alguns pontos sobre a fácies São Silvestre também

apresentam percentis altos, chegando ao 97 (7.254 ppm). Também são comuns anomalias a partir do percentil 90 sobre metassedimentos da FV.

4.1.9.6. Níquel

As principais anomalias para o níquel parecem ocorrer preferencialmente em regiões onde está presente a associação FV-FP-MB, com drenagens podendo passar pelos mármores da FC e até mesmo gnaisses e migmatitos do embasamento.

4.1.9.7. Chumbo

Ocorrem anomalias acima do percentil 90 (200 a 34 ppm) principalmente em 3 regiões, sendo mais expressiva sobre o Granito Cerne e nos metassedimentos variados ao seu redor. Outra área observada é sobre mica xistos e mármores calcíticos da FP. As outras anomalias maiores estão um pouco dispersas, mas sobre mica xistos da FP com corpos intrusivos, alongados, de metabasitos.

4.1.9.8. Zinco

A maior concentração de anomalias ocorre nos metassedimentos da FV, com algumas anomalias grandes pontuais sobre mica xistos da FP. Algumas anomalias maiores que o percentil 95 (190 a 144 ppm) ocorrem, também de forma pontual, nas duas fácies da FAC.

4.1.10. AJ2028QB

Neste projeto foram coletadas 11 amostras de concentrado de bateia de sedimentos fluviais, analisados para Au, Cu, Pb e Zn, sendo que o ouro não apresentou valores válidos o suficiente para ser cartografado. Cobre, chumbo e zinco foram extraídos por água régia e analisados por AA. As anomalias de Cu, Pb e Zn estão no curso principal do Rio Ribeira, então os dados não são confiáveis para serem analisados.

4.1.11. AJ2028QS

Aqui foram coletadas 109 amostras de sedimentos ativos de drenagem, para determinação de As, Ba, Cu, F, Fe, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sr, Ti e Zn. Foram utilizados diferentes métodos de extração e análise, sendo os elementos Ba, La, Mo, Nb, Sr e Ti analisados por espectrografia óptica de emissão; Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn

no curso principal do Rio Ribeira não serão considerados devido a incerteza sobre a origem das anomalias.

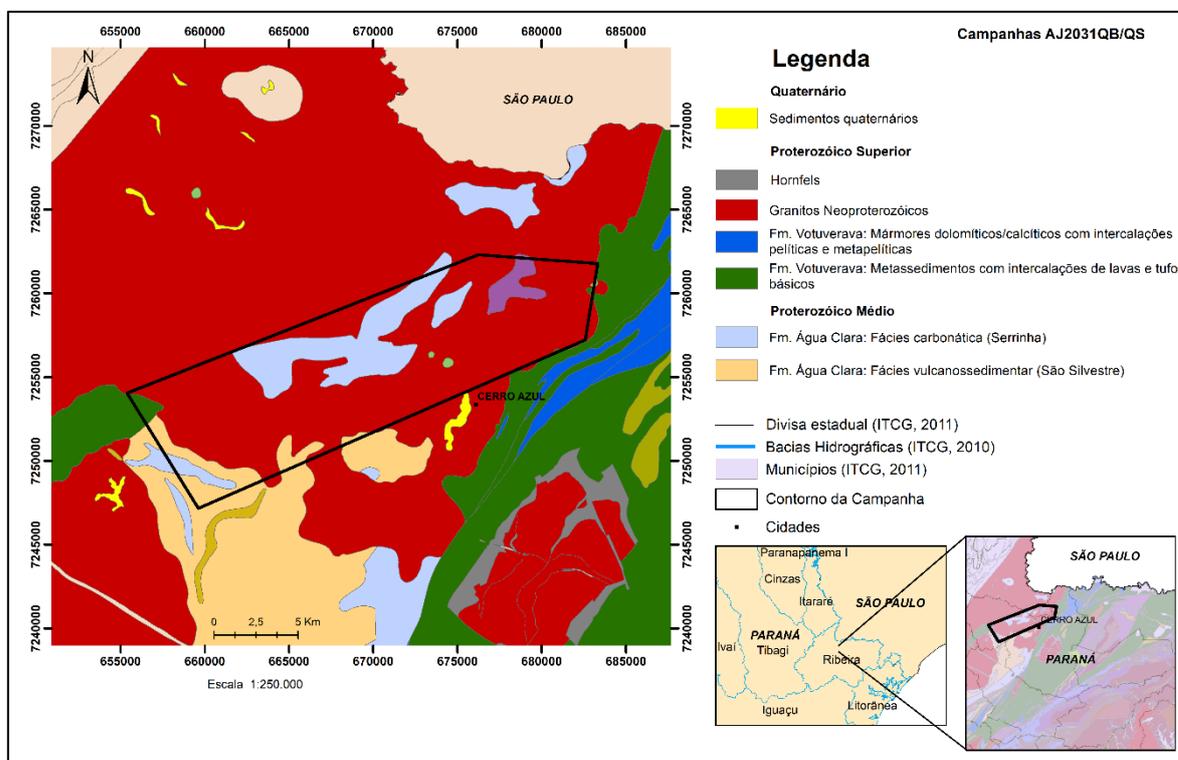


Figura 12. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.12.1. Chumbo

As anomalias mais significantes, com valores máximos ao percentil 95 (120 a 31,82 ppm), pontuais, ocorrem sobre rochas carbonáticas e vulcanossedimentares da FAC. Alguns percentis 90 a 75 (29,30 a 22 ppm) ocorrem, também, sobre o Granito Três Córregos. A nascente das drenagens situa-se sobre mármore dolomítico e filitos da Formação Itaiacoca, porém 15 km rio acima.

4.1.12.2. Zinco

A maior concentração de anomalias está localizada sobre o GTC e próxima à fácies São Silvestre, com valores máximos ao percentil 85 (320 a 98,51 ppm). Alguns pontos com percentil 95 a 91 estão sobre a fácies Serrinha.

4.1.13. AJ2031QS

Esta campanha é composta por 511 amostras de sedimentos ativos de drenagem, para determinação de As, Cu, F, Fe, Mn, Pb e Zn, sendo elaborados mapas para os 7 elementos. O arsênio foi extraído por geração de hidretos e analisado por AA, enquanto todos os outros foram extraídos por água régia e analisados, também, por AA. Foram elaborados mapas para os 7 elementos.

4.1.13.1. Arsênio

Nesta campanha muitos dos percentis tem os mesmo valores, portanto os intervalos de 40 a 75, 90 a 95, 97 a 99, serão representados pela mesma cor e tamanho. Os maiores valores que aparentam não sofrer influência de outras áreas estão no intervalo entre os percentis 97 a 99 (3 ppm), e ocorrem principalmente ao longo de uma drenagem situada sobre o GTC, com pontuais ocorrências sobre xistos da FP. Valores no intervalo entre 90 e 95 (2 ppm) ocorrem bem dispersos, tanto sobre o GTC quanto na fácies Serrinha.

4.1.13.2. Cobre

As anomalias mais significativas ocorrem sobre o GTC, próximo a exposições da fácies São Silvestre e metassedimentos da FV, ou sobre cálcio xistos e mármore da fácies Serrinha, e vão do percentil 75 ao valor máximo (10 a 95 ppm).

4.1.13.3. Flúor

No caso do flúor, as anomalias maiores ocorrem em cálcio xistos e mármore da fácies Serrinha, com alguns pontuais sobre o GTC. Em alguns dos pontos a drenagem anteriormente por rochas vulcanossedimentares da FAC e metassedimentos da FV.

4.1.13.4. Ferro

As maiores concentrações de ferro ocorrem sobre o GTC, com algumas anomalias mais baixas, no percentil 90 a 75 (8,30 a 4,60 ppm), sobre as rochas carbonáticas da fácies Serrinha.

4.1.13.5. Manganês

Grande parte das anomalias maiores, do valor máximo ao percentil 95 (4.100 a 1.600 ppm), ocorrem em uma área apenas, sobre as rochas carbonáticas da FAC. Também ocorrem diversos percentis 90 a 75 (1.200 a 760 ppm) sobre o Granito Três Córregos.

4.1.13.6. Chumbo

Como boa parte das anomalias estão no curso principal do Rio Ribeira, sobram poucos pontos onde os percentis são maiores que 90 (20 ppm). Estes pontos, por sua vez, ocorrem tanto no GTC quanto em rochas carbonáticas da FAC. Na região do GTC próxima a exposições vulcanossedimentares da FAC ocorrem diversos percentis 85 e 75 (18 a 16 ppm).

4.1.13.7. Zinco

As anomalias principais de zinco se encontram sobre o GTC, principalmente na região próxima as rochas da fácies São Silvestre, onde concentram-se percentis acima de 90 (60 ppm).

4.1.14. AJ2034QB

Este projeto é composto por 366 amostras de concentrado de bateia de sedimentos fluviais (Figura 13), analisados para Au, Cr, F, Nb, Sn, Ta e W, através de diferentes métodos. Entre parênteses está o número de amostras enviadas para análise. O Au (166) foi extraído por MIBK e analisado por AA; Cr (74), Nb (108) e Sn (204) foram analisados por espectrografia óptica de emissão; Nb (4) e Sn (19) também foram analisados por fluorescência de Raios X (FRX), juntamente com o Ta (55); W (74) foi analisado por clorimetria e F (223) por fusão alcalina. Alguns pontos de amostragem se encontram fora da Bacia do Ribeira, e serão desconsiderados, o que também vale para as campanhas AJ2034QS, AJ3004QB e AJ3004QS. Foram elaborados mapas para os 7 elementos, porém o mapa para nióbio analisado por FRX não foi usado pelo número limitado de amostras.

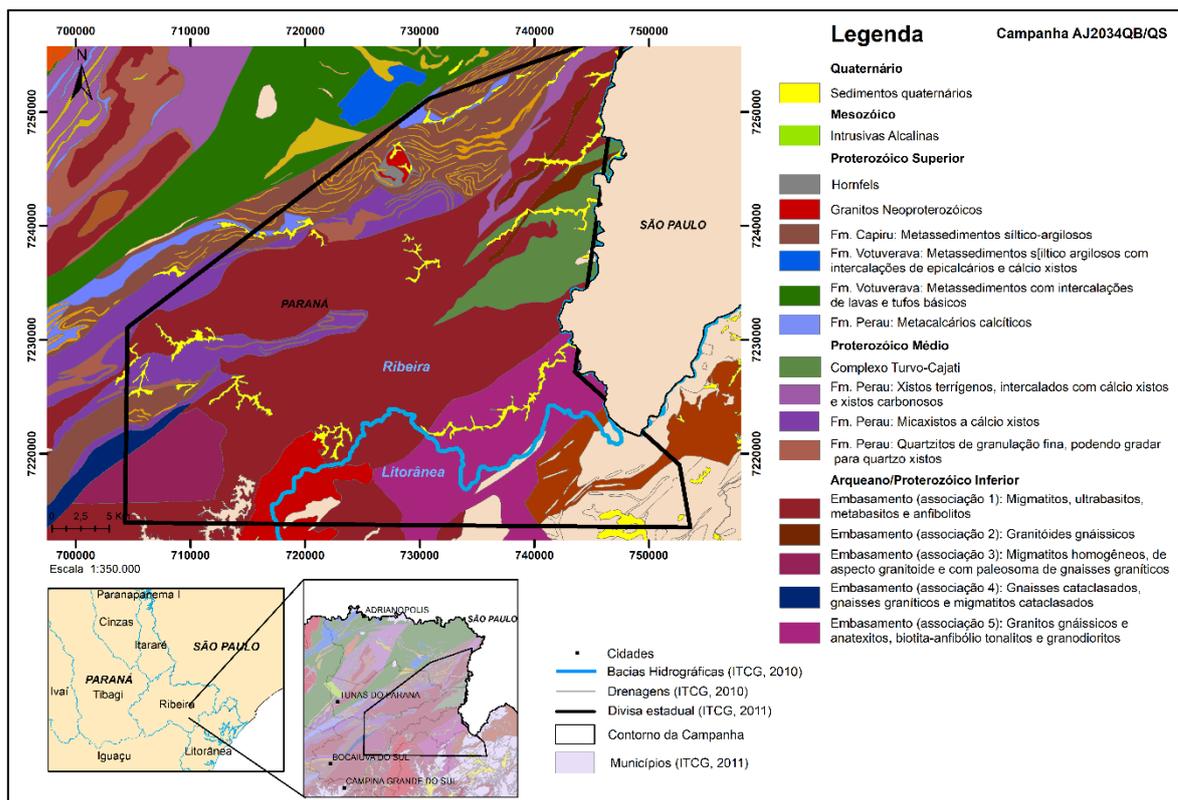


Figura 13. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.14.1. Ouro

As principais anomalias, cujos valores vão do valor máximo ao percentil 91 (127,10 a 3,77 ppm), ocorrem no limite entre associações de rochas do embasamento (associação 1: migmatitos, gnáisses, ultrabasitas, metabasitos e anfibolitos) com mica xistos e cálcio xistos da FP. Algumas concentrações menores (0,49 a 3,58 ppm) são encontradas em áreas diferentes do embasamento.

4.1.14.2. Cromo

Como ocorre com o arsênio na campanha anterior, o valor para os percentis no intervalo de 90 a 98 são os mesmos, portanto todos os percentis desse intervalo serão representados como o percentil 90 (7.500 ppm). Este que, por sua vez, é bastante frequente sobre o Granito Banhado e em seu entorno, representados por metassedimentos da FC. Há um valor máximo (11.700 ppm), associados a alguns percentis 85 a 75 (5.610 a 2.530 ppm) sobre rochas do embasamento. Ainda são encontrados alguns percentis 85 sobre xistos terrígenos intercalados com cálcio xistos e xistos carbonosos da FP associados a rochas do embasamento.

4.1.14.3. Flúor

As maiores concentrações de flúor ocorrem próximas ao limite com o estado de São Paulo, sobre diferentes unidades. A maior concentração de altos percentis, 93 ao valor máximo (300 a 1.200 ppm), ocorre sobre rochas do Complexo Turvo-Cajati (CTC), muito próximos a exposições de granitoides gnáissicos arqueanos (associação 2). Nos últimos, em outras áreas, são encontrados valores do percentil 85 ao 97 (200 a 533 ppm), desta vez associados à outras rochas do embasamento (associação 1, citada no elemento ouro desta campanha). Ainda é possível encontrar percentis 75 a 91 sobre mica xistos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP.

4.1.14.4. Nióbio

As concentrações relevantes de nióbio ocorrem em duas unidades principais, com valores parecidos, que vão do percentil 91 ao valor 99 (522,40 a 1.387,21 ppm). Uma destas unidades é a associação 1 de rochas do embasamento, e a outra são mica xistos, cálcio xistos e quartzitos da FP. Ainda sobre o embasamento ocorrem percentis 75 a 91 (264 a 522, 41 ppm) com pontuais 98 e 99.

4.1.14.5. Estanho

Aqui também aparecem intervalos com os mesmos valores, desta vez do percentil 93 ao valor máximo, portanto os percentis desse intervalo serão representados como o percentil 93 (7.500 ppm). Concentrações anômalas de Sn são encontradas em 3 regiões principais; a primeira ocorre sobre mica xistos, cálcio xistos e quartzitos da FP, e é onde os maiores valores aparecem (7.500 ppm). Nas outras duas regiões as anomalias ficam predominantemente entre os percentis 75 e 90 (160 a 1.162 ppm). Uma delas é representada por uma terceira associação de rochas do embasamento (associação 3), composta por migmatitos homogêneos, de aspecto granitoide e com paleosoma de gnaisses graníticos. A última associação está no Granito Banhado e suas encaixantes metassedimentares da FC. As amostras analisadas por FRX indicaram anomalias na primeira unidade citada, nos xistos da FP, porém registraram valores muito mais altos (110.000 a 240.000 ppm).

4.1.14.6. Tântalo

Os maiores percentis deste elemento estão sobre mica xistos e cálcio xistos com quartzitos intercalados da Formação Perau, com valores de 530 a 14.000 ppm.

4.1.14.7. Tungstênio

As anomalias principais ocorrem tanto na associação 1 do embasamento quanto em mica xistos e cálcio xistos da FP. Os maiores valores, percentil 99 e valor máximo (328,10 a 350 ppm), ocorrem nesta última e, apesar de estar no mesmo litotipo de grandes concentrações para os outros elementos, situa-se em áreas diferentes. Ainda é possível observar alguns percentis 90 (40,20 ppm) entre as associações 2 e 3 do embasamento.

4.1.15. AJ2034QS

Neste projeto foram coletadas 741 amostras de sedimentos ativos de drenagem, para determinação de Ag, As, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn e Zn, analisados por diferentes métodos. Entre parênteses está indicado o número de amostras analisadas para cada elemento. O As (256) foi extraído por geração de hidretos e analisado por AA; Ag (150), Co (225), Cu (493), Fe (109), Mn (157), Ni (192), Pb (536) e Zn (512) foram extraídos por água régia e analisados por AA; Mo (262) e Sn (115) foram analisados por espectrografia óptica de emissão. Foram cartografados os 11 elementos.

4.1.15.1. Prata

Mais uma vez ocorrem intervalos com os mesmos valores. Neste caso, os valores para os percentis máximo a 98 e 97 a 65 são os mesmos, portanto serão representados pelos percentis 98 e 65 (4 e 3 ppm), respectivamente. Ambos ocorrem em uma pequena área, sobre rochas do Complexo Turvo-Cajati e as associações 1 e 2 do embasamento.

4.1.15.2. Arsênio

A grande maioria dos percentis acima de 90 (3 a 21 ppm) ocorre entre metassedimentos e quartzitos da FC, na região do Granito Banhado. Ocorrem também percentis 90 a 85 (2 a 1 ppm) no contato com e sobre mica xistos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP. Percentis entre 95 e 91 ocorrem sobre o GB também.

4.1.15.3. Cobalto

As anomalias ocorrem essencialmente sobre as associações 1, 2, 3 e 5 do embasamento, geralmente com percentis menores que 90 (<34 ppm). Os maiores valores, percentil 90 ao valor máximo (34 a 91 ppm) ocorrem no limite entre o divisor das bacias do Ribeira e Litorânea, sobre a associação 5 do embasamento. Em um dos pontos com percentis 85 a drenagem passa pelo Granito Graciosa.

4.1.15.4. Cobre

Algumas das anomalias principais ocorrem sobre uma zona onde se encontram as associações 1, 3 e 4 do embasamento, mica xistos e cálcio xistos da FP e metassedimentos e quartzitos da FC, ou abrangendo apenas as duas últimas formações. Outro ponto com percentis acima de 90 (27 a 50 ppm) ocorre nos metassedimentos e quartzitos da FC, próximos ao GB. Finalmente, há algumas anomalias maiores, inclusive um valor máximo (150 ppm), sobre o Complexo Turvo-Cajati.

4.1.15.5. Ferro

As concentrações mais significativas ocorrem sobre o CTC e associações 1 e 2 do embasamento, com percentis 95 a 75 (6,8 a 4,3 ppm).

4.1.15.6. Manganês

Principais anomalias ocorrem sobre as associações 1, 2 e 3 do embasamento, principalmente. Há uma faixa com aproximadamente 1 km, no contato entre as associações 1 e 2, com alguns valores anômalos, do percentil 85 ao valor máximo (1.000 a 5.400 ppm). Alguns percentis 85 também ocorrem sobre o CTC.

4.1.15.7. Molibdênio

Novamente próximo ao GB, são as únicas anomalias significantes dessa campanha, encontrando-se nos metassedimentos e quartzitos encaixantes da intrusão, com percentis 85 ao valor máximo (7 a 29 ppm).

4.1.15.8. Níquel

Os únicos pontos acima do percentil 75 ocorrem no limite entre as associações 1 e 5 do embasamento, com o valor máximo chegando a 155 ppm.

4.1.15.9. Chumbo

Ocorrem alguns aglomerados com percentis acima de 75 espalhados pela campanha. Alguns com percentis 85 a 98 (25 a 49,90 ppm) estão sobre a associação 1 do embasamento. Há um aglomerado com vários percentis de 95 ao valor máximo (37,25 a 86 ppm) sobre mica xistos e cálcio xistos da FP, quase no limite com a associação 1. Algumas outras anomalias, do percentil 85 ao 93, ocorrem nos metassedimentos e quartzitos da FC, próximo ao GB. Ainda ocorre um aglomerado do percentil 97 ao valor máximo sobre o Complexo Turvo-Cajati e, por fim, no limite entre as associações 1 e 2 do embasamento, percentis 85 a 90 com pontuais 99 e valor máximo.

4.1.15.10. Estanho

As anomalias Sn aparecem na mesma posição que as da campanha anterior, porém a concentração é menor, sendo que do percentil 75 ao valor máximo as concentrações correspondem a 6 a 150 ppm. Sobre as associações 1 e 3 também ocorrem algumas anomalias, neste caso a drenagem passa por metassedimentos da FC, mica xistos e cálcio xistos da FP e por gnaisses e migmatitos cataclasados (associação 4) do embasamento. Sobre o GB ainda ocorrer alguns pontos com percentis 75 e 85.

4.1.15.11. Zinco

Grande parte das anomalias estão sobre o CTC, próximo ou não do contato com a associação 2 do embasamento, ou sobre rochas da associação 1. Raros pontos, com percentis 75 a 90 (88,25 a 110 ppm) ocorrem sobre mica xistos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP.

4.1.16. AJ2038QB

Neste projeto foram coletadas 46 amostras de concentrado de bateia de sedimentos fluviais, analisadas para Au, F, Sn e W. O ouro foi extraído por MIBK e analisado por AA; F foi analisado por fusão alcalina; Sn foi analisado por espectrografia ótica de emissão e o W foi analisado por FRX e clorimetria (Figura 14). Apenas o flúor apresenta um número aceitável de valores válidos, portanto apenas os dados dele foram cartografados.

4.1.16.1. Flúor

O flúor apresenta algumas anomalias isoladas apenas, podendo estar tanto nos metacalcários calcíticos ou em metassedimentos da FV. O ponto onde há duas anomalias maiores juntas, 98 e 97 (2.750 a 1.571 ppm), está no limite com o Granito Três Córregos e quase no exutório da microbacia, com a drenagem passando pelas duas unidades supracitadas, além de quartzitos da FV e, praticamente em sua nascente está o maciço alcalino de Tunas.

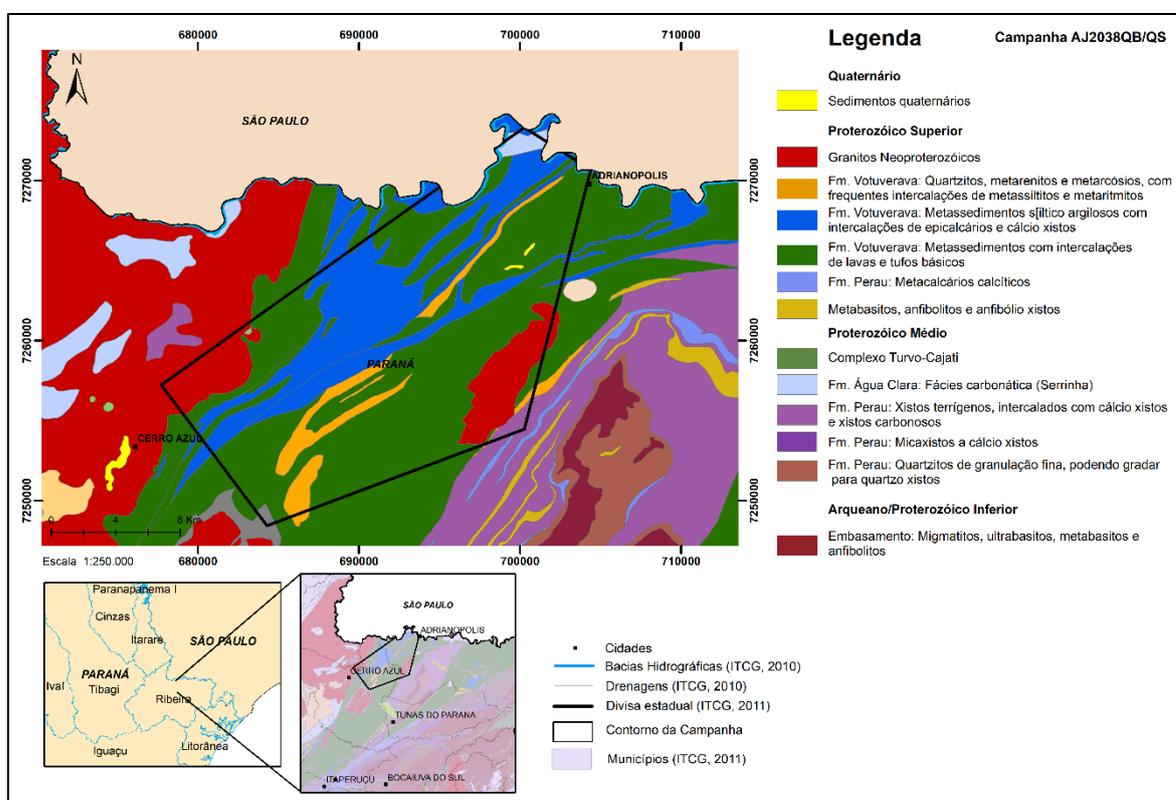


Figura 14. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.17. AJ2038QS

Esta campanha é composta por 223 amostras de sedimentos ativos de drenagem, analisados para Pb. O elemento foi extraído por água régia e analisado por AA.

4.1.17.1. Chumbo

Assim como na campanha anterior, predominam metassedimentos e metacalcários nessa região. A maior parte das anomalias, porém, ocorre sobre os metacalcários, com alguns valores máximos ao percentil 97 (2.500 a 146,40 ppm) a vários percentis 90 a 75 (80 a 45,50 ppm). Algumas anomalias ocorrem próximas ao Granito Varginha e outras ao Gabro José Fernandes.

4.1.18. AJ3004QB

Esta campanha conta com 335 amostras de concentrado de bateia de sedimentos fluviais, analisadas para Au, Cr, F, Nb, Sr, W e Y (Figura 15). O ouro foi extraído por MIBK e analisado por AA; F (331) por fusão alcalina; Cr, Nb, Sn e Y foram extraídos por água régia e analisados por AA e o W por clorimetria. Entre parênteses está o número de amostras analisadas, caso não tenha sido feito para todas, e foram elaborados mapas para os 7 elementos.

4.1.18.1. Ouro

Os percentis maiores estão bastante dispersos, com alguns valores máximos ao percentil 75 (120,50 = máx; 27,08 a 0,45 ppm) sobre mica xistos e cálcio xistos da FP, sendo frequente a drenagem passar pela associação 1 do embasamento. Outros pontos com percentis 97 a 85 estão sobre esta associação. Sobre o Granito Banhado também um valor máximo, com algumas anomalias menores na encaixante. Alguns pontos, com percentis 95 e 85 (5,30 e 0,45 ppm) estão sobre a associação 4 do embasamento.

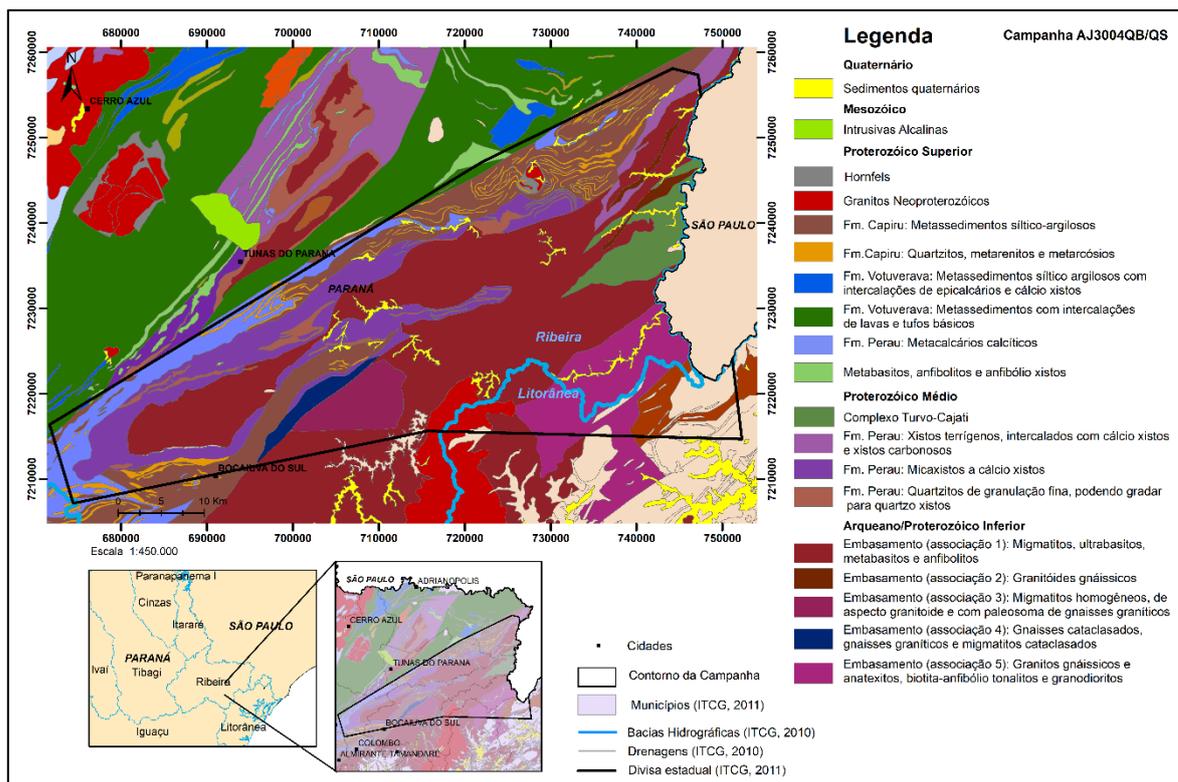


Figura 15. Mapa geológico simplificado da região (Modificado de Mineropar, 2006).

4.1.18.2. Cromo

Para este elemento, o intervalo entre o valor máximo e o percentil 95 tem o mesmo valor, portanto os percentis deste intervalo serão representados como o percentil 95 (7.500 ppm). As anomalias mais significativas ocorrem na área do GB, com muitos percentis 95 sobre o mesmo e em suas encaixantes. Também ocorrem percentis 93 a 75 (4.652 a 560 ppm) dispersos nas rochas da associação 1 do embasamento e, pontualmente, na associação 5.

4.1.18.3. Flúor

Parte dos percentis 75 a 95 (136 a 375,50 ppm) ocorrem sobre as associações 1 e 3 do embasamento. São encontradas também sobre mica xistos e cálcio xistos da FP e, pontualmente, sobre mármore dolomíticos da FC. Nas proximidades do GB e sobre o mesmo também são encontrados alguns percentis 85.

4.1.18.4. Nióbio

Sobre a associação 1 do embasamento ocorrem diversas anomalias, com percentis 97 a 75 (800 a 264 ppm) espalhados sobre suas exposições. Ocorre um máximo também, porém no curso principal de um longo rio que passa por diversas unidades, assim como ocorre em outro máximo sobre o CTC. Há uma concentração de percentis 95 ao valor máx (1.520 ppm) sobre mica xistos, cálcio xistos e quartzitos da FP. Na região do GB e suas encaixantes ocorrem percentis 99 a 75 também (1.016 a 264 ppm). Sobre o Granito Graciosa e, em drenagens que passam por ele, ocorrem alguns percentis 95, 85 e 75.

4.1.18.5. Estanho

Vários percentis 85 e um pontual 97 (122,40 e 1.040,80 ppm) ocorrem sobre a associação 1. Tem um ponto com percentis 99 e 95 (7.500 a 696 ppm), nesta mesma unidade, mas em zona com influência das associações 3 e 4, metassedimentos da FC e mica xistos e cálcio xistos da FP. Percentis 99 a 85 ocorrem em duas regiões, podendo estar em meio a mica xistos e cálcio xistos da FP e sobre o GB e suas encaixantes. Alguns percentis 93 a 75 (510,40 a 42 ppm) ocorrem em rochas das associações 3 e 4, e, no CTC, ocorrem percentis 95 a 90, porém no mesmo rio mencionado no elemento nióbio desta campanha.

4.1.18.6. Tungstênio

Quase a totalidade das amostras com valores anômalos se encontra ao longo de uma extensa drenagem, que começa em mica xistos, cálcio xistos e quartzitos da FP e termina na associação 1 do embasamento. Ainda sobre a última unidade ocorrem percentis 75 ao valor máximo (3 a 710 ppm), sem nenhuma grande concentração de pontos. Sobre as associações 3 e 4 ocorrem alguns percentis 75. Um máximo ocorre no limite entre as associações 1 e 2, em uma drenagem que passa por metassedimentos e quartzitos da FC e, em menor escala, xistos terrígenos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP.

4.1.18.7. Ítrio

Ocorrem poucos pontos, concentrados na região entre as associações 1 e 3, com percentis 75 ao valor máximo (480 a 1.950 ppm).

4.1.19. AJ3004QS

Nesta campanha foram coletadas 1149 amostras de sedimentos ativos de drenagem, analisados para As, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb e Zn. O Cu (1049), Fe (1049), Mn (1049), Ni (1049), Pb (1049) e Zn (1049) foram extraídos por água régia e analisados por AA; Mo (1048) foi analisado por espectrografia óptica de emissão e o As (1049) foi extraído por geração de hidretos e analisado por AA. Entre parênteses está o número de amostras analisadas, e foram elaborados mapas para os 8 elementos.

4.1.19.1. Arsênio

Novamente ocorrem intervalos com os mesmos valores, que são, para este elemento, 65 a 75, 85 a 90, 91 a 93 e 95 a 97, sendo representados graficamente pelo menor percentil de cada intervalo. Muitos percentis 65 e 85 (2 e 3 ppm) são encontrados ao longo de exposições de mica xistos e cálcio xistos da FP. Sobre metassedimentos e mármores dolomíticos da FC também são encontrados percentis 99 a 65 (9 a 2 ppm). Em rochas da associação 1 do embasamento podem ser encontrados percentis 95 a 65, concentrados em uma região particular. Na área do GB, suas encaixantes e até mesmo em mica xistos e cálcio xistos da FP próximos, são encontrados um grande número de pontos com percentis 95 ao valor máximo (20 ppm). Alguns percentis 65 também podem ser encontrados sobre o CTC. Na associação 4 do embasamento são encontrados alguns percentis 85 a 98, porém a drenagem passa também por mica xistos e cálcio xistos da FP, metassedimentos da FC e pela associação 1 do embasamento.

4.1.19.2. Cobre

A região que mais chama a atenção pelos altos percentis está no sudoeste da área, com percentis 75 ao valor máximo (19 a 81 ppm) ocorrendo em mica xistos e cálcio xistos da FP e mármores dolomíticos da FC. Alguns percentis nessa mesma faixa ocorrem dispersos ao longo das exposições dos xistos da FP. Em rochas da associação 1 é possível encontrar valores máximos e alguns percentis 93 a 98,

também dispersos. Ao longo de uma drenagem que passa por metassedimentos da FC, xistos da FP e pela associação 4, são encontradas algumas anomalias acima do percentil 85. Nas encaixantes do GB também ocorrem percentis 85 a 98. Ocorrem algumas anomalias sobre o CTC, porém em no curso de um longo rio, que passa por diversas unidades. Ainda é possível observar percentis 85 a 97 sobre a associação 5 do embasamento.

4.1.19.3. Ferro

Ocorre, espacialmente, de maneira semelhante ao Cu desta campanha, porém aqui a região que mais chama a atenção, com percentis 97 ao valor máximo (6,70 a 13,10 ppm), ocorre sobre a associação 5 do embasamento. Aqui ocorrem diversos percentis 90 a 75 (4 a 2,7 ppm) dispersos em exposições de mica xistos e cálcio xistos da FP, e alguns percentis maiores sobre mármore dolomíticos da FC. Em alguns pontos do primeiro ocorrem valores máximo ao percentil 97, também. Sobre a associação 1 são frequentes os percentis 85 e 90, com pontuais 97 ao valor máximo. Alguns destes estão em drenagens que passam pelo Granito Graciosa. Nas encaixantes do GB ocorrem percentis 75 a 97.

4.1.19.4. Manganês

As maiores concentrações para o manganês se encontram, mais uma vez, na região sudoeste da campanha, em mica e cálcio xistos da FP e alguns pontos sobre mármore dolomíticos da FC. Outra concentração de pontos com percentis entre 85 e o valor máximo (760 a 4.900 ppm) está sobre as associações 3 e 4 do embasamento, e as drenagens em que estão passam por xistos da FP e metassedimentos da FC. Em outras áreas com exposições de mica xistos e cálcio xistos também apresentam percentis 90 ao valor máximo. Sobre a associação 5 também são encontrados alguns percentis 97 a 90. No GB e suas encaixantes ocorrem percentis 75 a 98. Em uma área com rochas do CTC e associação 2 ocorrem pontuais percentis 97 a 91.

4.1.19.5. Molibdênio

Aqui também há intervalos com os mesmo valores, que são, para este elemento, 90 a 93 e 95 a 97, sendo representados graficamente pelo menor percentil de cada intervalo. Para este elemento, destaca-se uma concentração de percentis 98 ao valor máximo (5 a 10 ppm) sobre a associação 5 do embasamento. As unidades de mica xistos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP e mármores dolomíticos da FC também apresentam percentis 75 a 90 (1 a 3 ppm), a última com alguns pontuais 95 (4 ppm). Uma grande concentração de percentis 75 a 95 ocorre sobre as associações 3 e 4 do embasamento. Alguns percentis 75 a 90, com até um valor máximo, encontram-se dispersos sobre exposições da associação 1. Nas encaixantes do GB ocorrem percentis 75 ao valor máximo.

4.1.19.6. Níquel

As concentrações que chamam mais atenção estão localizadas em exposições das associações 3 e 4, com percentis 85 ao valor máximo (27 a 180 ppm), e sobre a associação 5. Sobre as associações 1 e 2 também ocorrem percentis geralmente entre 75 e 93, bastante dispersos. Na região sudoeste da campanha, sobre mica xistos e cálcio xistos da FP e mármores dolomíticos da FC, ocorrem percentis entre 91 e 75, com eventuais 95 e 97. Nos metassedimentos da FC, próximo ao GB, ocorrem alguns percentis 90 a 95, porém em menor quantidade que o usual. Sobre xistos terrígenos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP, no nordeste da área, também ocorrem alguns percentis 75 a 95 (21 a 39 ppm).

4.1.19.7. Chumbo

Ocorrem pequenas concentrações com percentis maiores que 95 (28 a 70 ppm) em diversas partes da campanha, podendo estar em rochas das associações 1, 2, 3, 4 e 5 do embasamento, mica xistos, cálcio xistos e xistos carbonosos da FP, e na região do GB e suas encaixantes. Alguns percentis 75, 85 e 99 ocorrem nos mármores dolomíticos da FC também, além de pontuais 75 e 85 (17 e 20 ppm) sobre o CTC.

4.1.19.8. Zinco

Nos mica xistos e cálcio xistos da FP, percentis acima de 75 a 95 (80 a 125 ppm) são bastante frequentes, com uma aglomeração maior no sudoeste e nordeste da campanha. Ainda nessa unidade ocorrem pontuais percentis 97 e 98 (148 e 170 ppm). Nas associações 3 e 4 são encontrados percentis 85 ao valor máximo, semelhante ao que ocorre em amostras coletadas em rochas da associação 1. Nos metassedimentos da FC podem ser encontrados percentis 90 e 91, no sudoeste da campanha, e 85 a 98 próximo ao GB.

4.2. Análise Integrada

Aqui serão analisados, quando pertinente, eventuais padrões na ocorrência dos elementos químicos, assim como a sua relação com as ocorrências minerais e autorizações de lavra vigentes. Os valores anômalos que ocorrem associados ao Granito Banhado serão desconsiderados nessa análise, visto que para 13 dos 17 elementos analisados nessa região foram encontradas anomalias.

4.2.1. Arsênio

Os maiores percentis de As geralmente ocorrem sobre metassedimentos das formações Votuverava e Capiru, próximos a corpos intrusivos de metabasitos e graníticos. Algumas ocorrências, em menor escala, situam-se sobre unidades metadolomíticas da Formação Capiru e cálcio-silicáticas da Formação Perau. Uma pequena parte das anomalias se encontram próximas a minas para calcário/dolomito/mármore, enquanto próximo as minas de Au e Ba ocorre apenas um ponto anômalo, com 11 e 10 ppm, respectivamente. Perto das minas de F da região ocorrem alguns percentis 90 (2 ppm) (Figura 16).

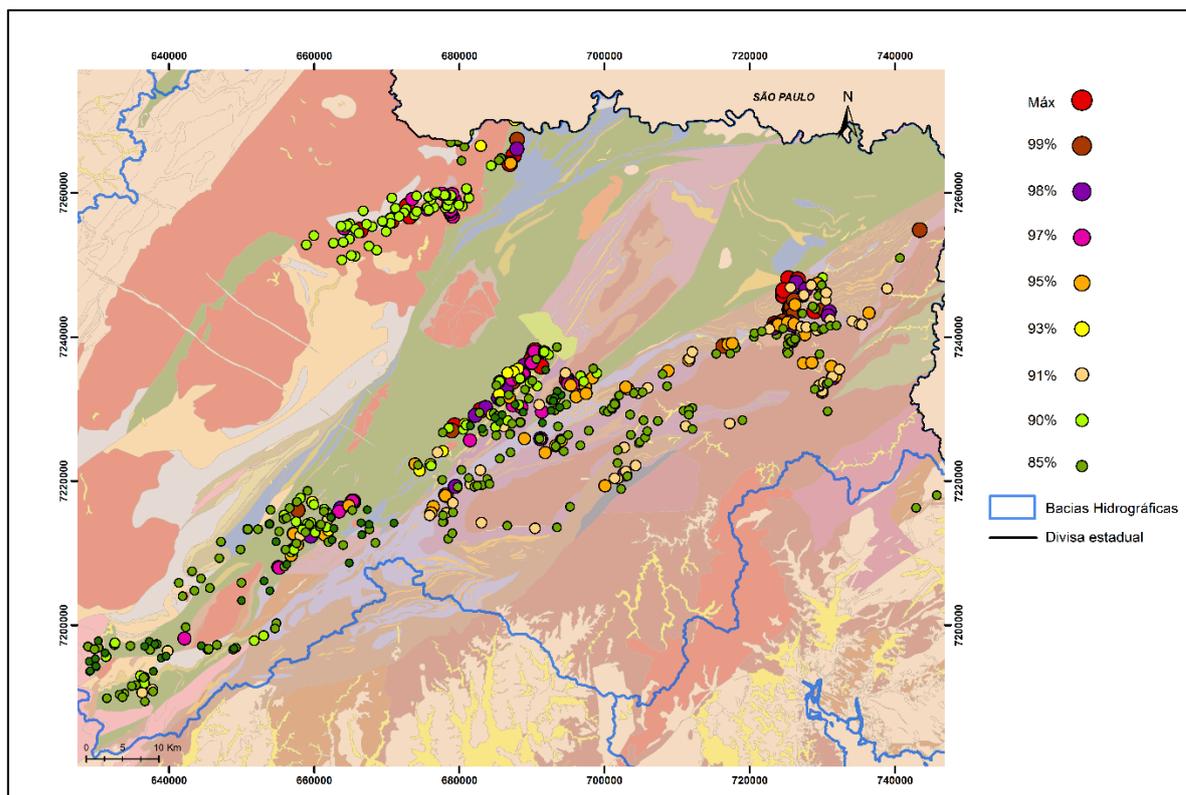


Figura 16. Mapa de distribuição espacial integrado do Arsênio.

4.2.2. Ouro

A maior parte das anomalias para ouro ocorre sobre rochas do embasamento ou sobre xistos da Formação Perau. Alguns percentis maiores, pontuais, ocorrem também associados a intrusões graníticas, como os granitos Banhado, Cerne e Passa Três. As únicas lavras ativas com anomalias mais significativas de ouro são, justamente, lavras para ouro, na região do Granito Passa Três. A grande maioria das anomalias estão em regiões sem nenhum tipo de requerimento (Figura 17).

4.2.3. Cromo

Os maiores valores para cromo são encontrados, predominantemente, sobre rochas do embasamento, mais próximos ao CTC, com percentis baixos ocorrendo nas rochas metassedimentares (Figura 18).

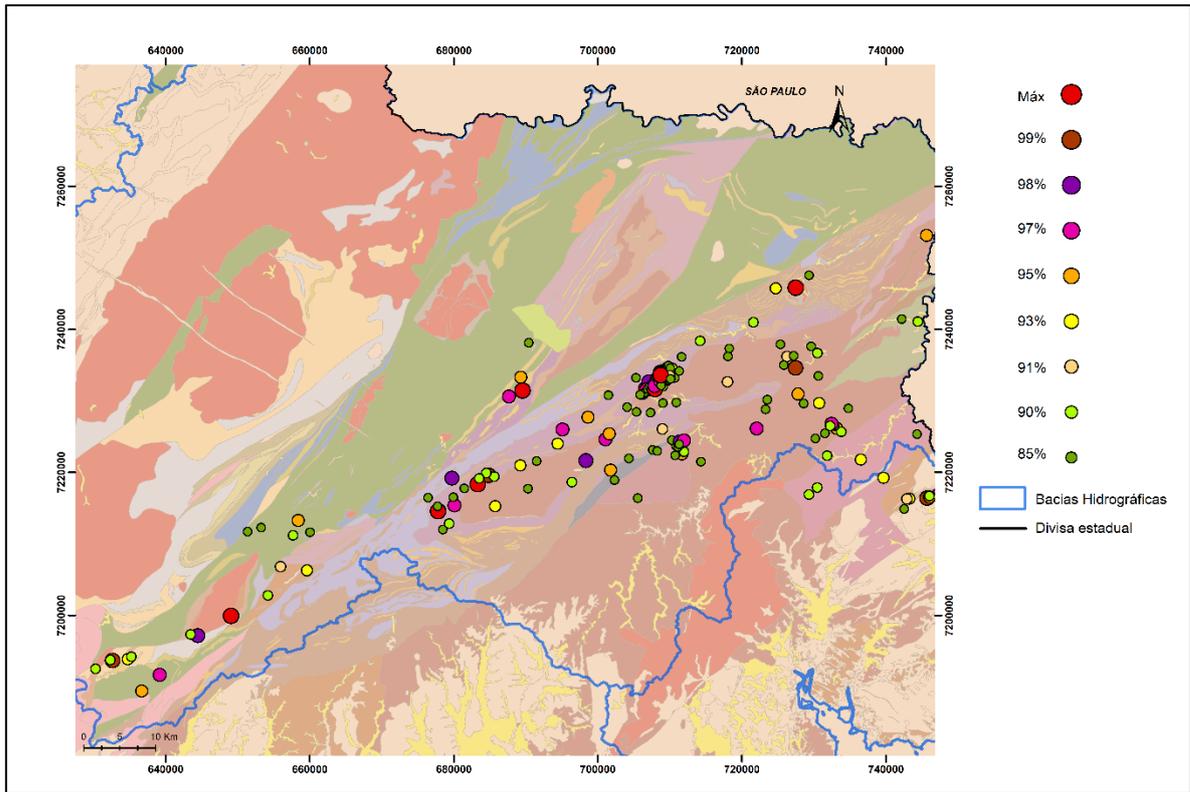


Figura 17. Mapa de distribuição espacial integrado do Ouro.

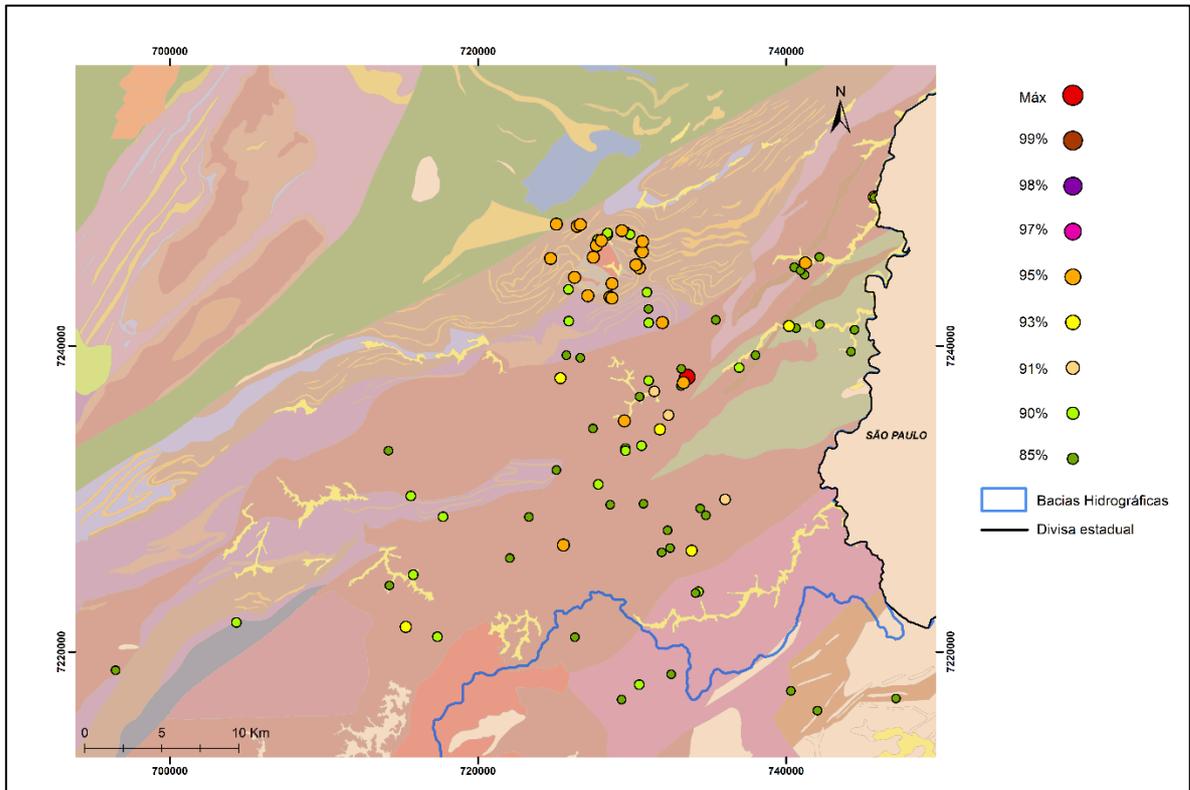


Figura 18. Mapa de distribuição espacial integrado do Cromo.

4.2.4. Cobre

Observa-se que percentis altos de Cu ocorrem geralmente em unidades cálcio-silicáticas e carbonáticas das formações Água Clara, Perau e Capiru, e, em menor escala, sobre rochas do embasamento. Não há nenhuma mina de cobre na área de estudo, porém há uma concentração de percentis acima de 95 em um raio de aproximadamente 2 km de uma área com autorização de pesquisa para minério de cobre. Próximo às minas de ouro da área, ocorrem anomalias com concentrações de até 89 ppm de Cu; geralmente perto de minas de calcário/dolomito/mármore ocorrem percentis entre 75 e 98 (20 a 40 ppm, aproximadamente) (Figura 19).

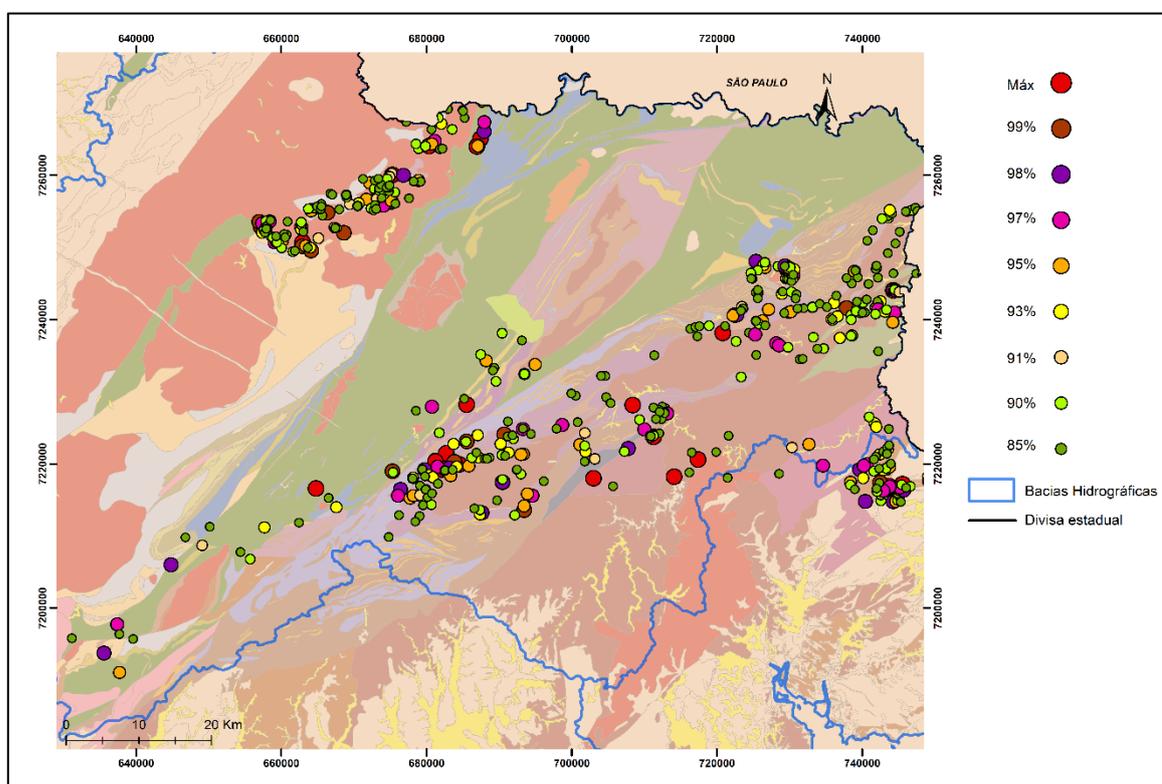


Figura 19. Mapa de distribuição espacial integrado do Cobre.

4.2.5. Flúor

As maiores anomalias de F estão associadas a rochas carbonáticas das formações Votuverava, Água Clara e Perau, seguida por ocorrências em granitoides neoproterozóicos e do embasamento. Existem 4 lavras para F na área de estudo e, como era esperado, grandes anomalias de flúor próximas a elas (Figura 20).

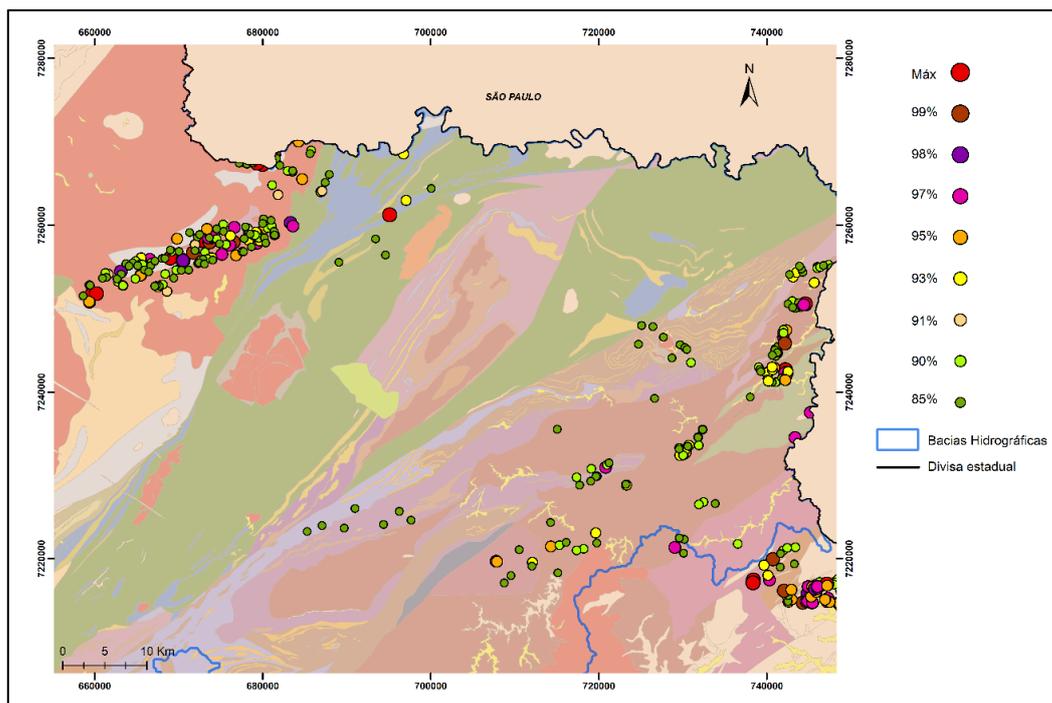


Figura 20. Mapa de distribuição espacial integrado do Flúor.

4.2.6. Ferro

Grandes anomalias aparecem em quase todas as unidades em que foram amostradas, portanto é difícil identificar algum padrão. O que pode ser indicado é a ocorrência de percentis altos próximos a minas de calcário/dolomito/mármore. Segundo os dados geoquímicos indicados para a maioria destas minas, a associação é composta por Ca-Mg-Fe, confirmando, então, a validade dos dados aqui apresentados. Existe apenas uma mina para Fe na área e, apesar dos dados num raio de 2 km da mina não apresentarem grandes percentis, ao longo da drenagem que passa pelo depósito são encontrados diversos percentis acima de 90 (Figura 21).

4.2.7. Manganês

Para este elemento foi observada uma predominância de grandes percentis ocorrendo em rochas cálcio silicáticas da Formação Perau e rochas carbonáticas das formações Água Clara, Capiru, Votuverava e Perau. Secundariamente, ocorrem em granitoides neoproterozóicos e do embasamento. Não há lavras para Mn na área, apenas uma autorização de pesquisa, lugar no qual ocorrem altos percentis, com até 55.000 ppm. Próximo à lavras de F são encontrados percentis 85 ao valor máximo, da mesma forma que ocorre para as lavras de calcário/dolomito/mármore. Perto das

lavras de ouro e bário são observadas anomalias pontuais, com percentis 85 a 98 (Figura 22).

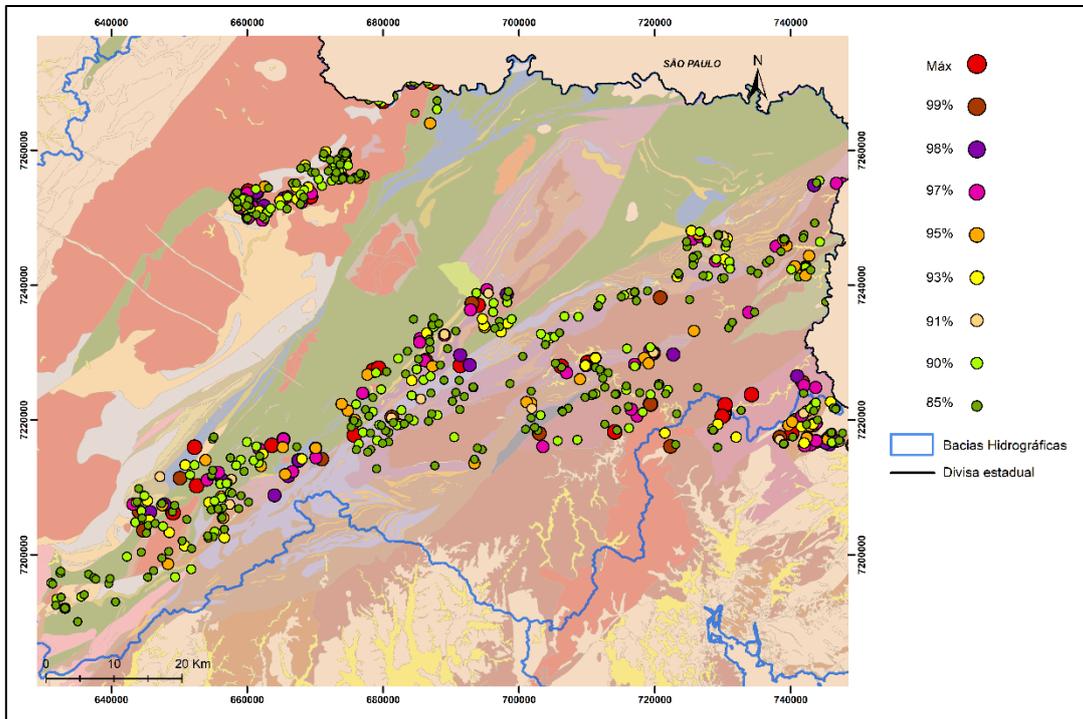


Figura 21. Mapa de distribuição espacial integrado do Ferro.

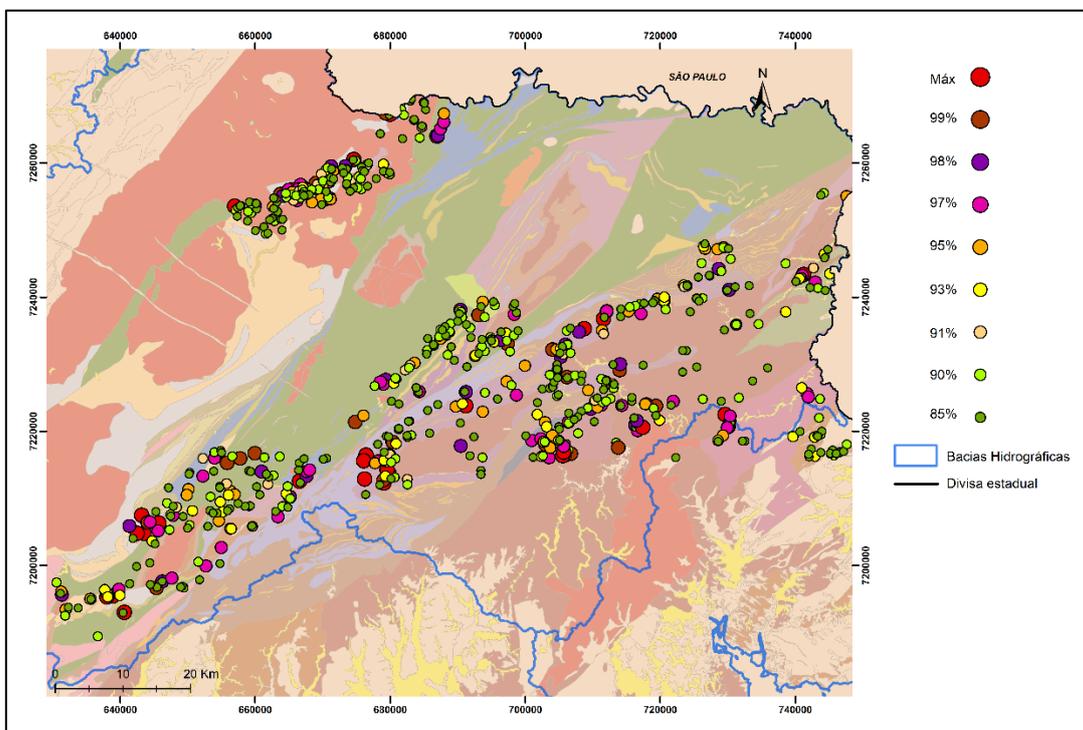


Figura 22. Mapa de distribuição espacial integrado do Manganês.

4.2.6. Níquel

Frequentemente as anomalias mais significativas de Ni encontram-se em áreas onde predominam unidades arqueanas e paleoproterozoicas do embasamento, como gnaisses, migmatitos, anfíbolitos, granodioritos e gnaisses graníticos. Também é bastante comum que as drenagens nas quais foram coletadas as amostras tenham passado previamente por unidades metapelíticas terrígenas e carbonosas e quartzitos das formações Capiru e Perau. Além destes, ainda são encontradas anomalias ao longo de mica xistos, cálcio xistos e xistos carbonosos da Formação Perau. Perto de lavras para calcário/dolomito/mármore ocorrem percentis 75 a 90 (21 a 30 ppm), enquanto próximo as lavras de Fe e Ba os percentis são baixos (Figura 23).

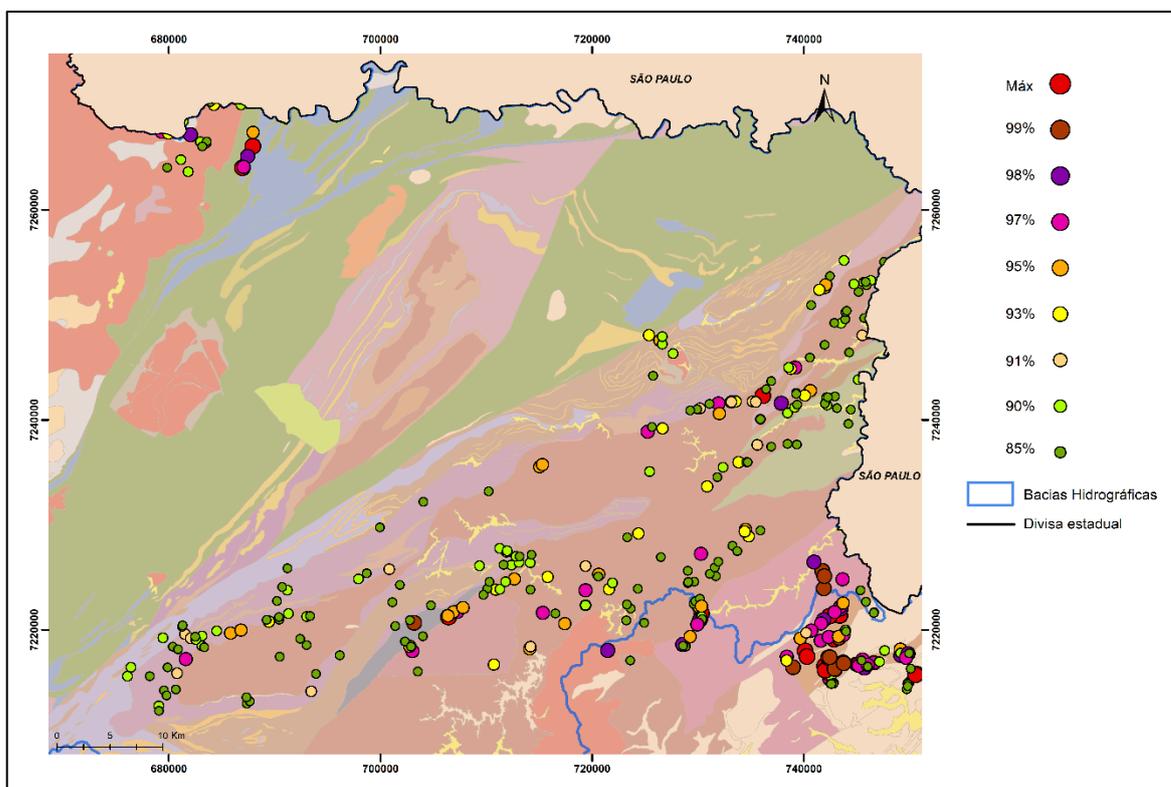


Figura 23. Mapa de distribuição espacial integrado do Níquel.

4.2.7. Chumbo

O Pb apresenta valores anômalos em 3 unidades principais. São elas associações do embasamento, cálcio xistos e xistos carbonosos da Formação Perau e metassedimentos e mármore calcícticos da Formação Votuverava. Ainda sobre rochas carbonáticas, agora da Formação Água Clara, também ocorrem alguns

percentis altos. Logicamente, próximo às minas de chumbo da área, observam-se altos percentis. Perto de lavras para F também são encontradas grande anomalias. Perto das minas de ouro são encontrados alguns percentis 85 (48 ppm) (Figura 24).

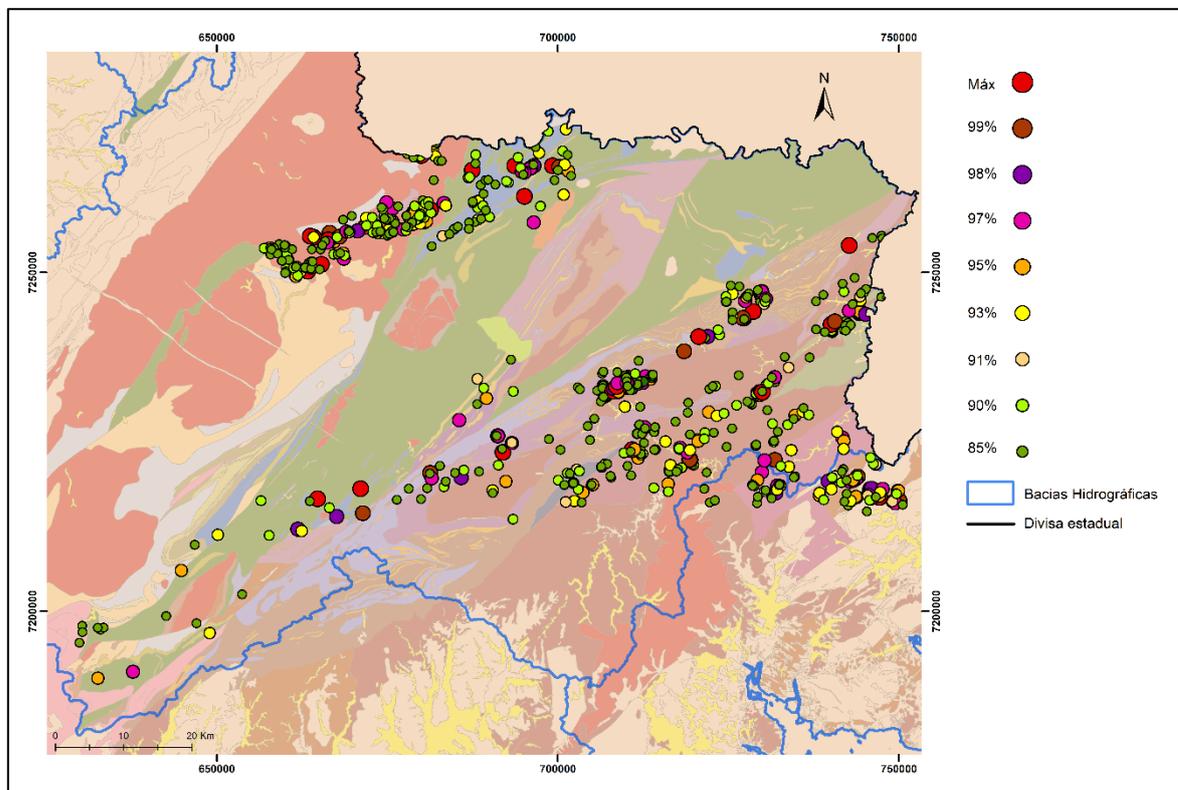


Figura 24. Mapa de distribuição espacial integrado do Chumbo.

5. DISCUSSÃO

5.1. Associações Geoquímicas

Muitos depósitos minerais, dependendo do seu modelo metalogenético, apresentam uma associação mineral e geoquímica particular, como é o caso, por exemplo, da associação Sn-W para depósitos associados a *greisens*. Portanto, caso sejam encontradas anomalias de uma gama particular de elementos, pode ser um indício de que há uma ocorrência mineral correspondente. Aqui serão levadas em consideração algumas associações geoquímicas encontradas em situações particulares para a área de estudo, como é o caso da associação Cu-Pb-Zn encontrada na Formação Perau, descrita a seguir. Essa associação é encontrada nas rochas da região em depósitos do tipo Perau, descritos por autores como Daitx (1996) e Dardenne (1988). Também foram consideradas algumas situações não exclusivas da região, como associações relacionadas a depósitos escarníticos.

Nesta situação foi levada em conta a existência de um contexto geológico propício para sua ocorrência, assim como a presença das anomalias geoquímicas correspondentes (Figura 25). Ainda foi feito um terceiro tipo de associação, onde as anomalias não representam um modelo metalogenético em particular, mas chama a atenção pelo grande número de elementos ocorrendo em grandes concentrações num mesmo local, precisando ser feito um trabalho mais detalhado nestas áreas indicadas (Figura 26) para saber a sua real relevância.

Uma associação importante para a área de estudo, pela presença de conhecidos depósitos minerais, é formada por Cu-Pb-Zn, podendo ocorrer Ba e Mn associados. Essa associação é reconhecida nos depósitos sulfetados estratiformes da Formação Perau (Daitx 1996; Silva 2008). Depósitos do tipo Perau são um exemplo de mineralização do tipo SEDEX (Sedimentares Exalativos). Estes são constituídos geralmente por corpos tabulares compostos por Zn, Pb e Ag, principalmente, formados em fundos de mares junto a condutos exalativos de fluidos hidrotermais, e podem ser encontrados em países como Austrália, EUA, China e Índia (Teixeira 2012). Apesar de não haver pontos de amostragem próximos à mina, é bastante frequente, ao longo de exposições dessa formação, a ocorrência desses 3 elementos associados. Muitas vezes também são encontradas anomalias de manganês associadas. Associações de Cu-Pb são encontradas não apenas em rochas da FP, mas também em metassedimentares da Formação Votuverava. Segundo Pierkarz (1992), no Grupo Setuva ocorrem veios metamórficos, associados a hidrotermalismo com boro e potássio, mineralizados em baixos teores de ouro, com baixos valores de Cu e relativamente altos valores para As e W e, eventualmente, Fe também. Ao analisar os mapas elaborados para estes elementos nas campanhas 3004QS/QB e 2034QS/QB, pode-se ver que em pontos da Formação Perau ocorrem valores maiores que o percentil 75 para As e W e, mais raramente, Fe também. Muitos dos pontos têm valores significativos apenas para As ou W, ambos eventualmente com Fe associado. Na fácies Serrinha da Formação Água Clara não há amostragem para W, porém são frequentes anomalias para As com Fe associado. Os valores para Cu, porém, são geralmente altos também.

Outra possibilidade de modelo metalogenético na área são os depósitos escarníticos, formados por alterações hidrotermais decorrentes de intrusões

graníticas com sua encaixante cálcio-silicática ou carbonática (Teixeira 2012), unidades que são frequentes na área de estudo. Escarnitos podem possuir diversas assembleias geoquímicas e, entre as principais, estão Cu-Au, Zn-Pb-Fe, Zn-Pb-Ag e W-Sn, por exemplo, e o minério pode estar concentrado em fraturas ou estar disseminado na rocha alterada (Ridley 2013). Em amostras coletadas sobre rochas carbonáticas da Formação Água Clara ou sobre o próprio granito, são encontradas muitas associações de Zn-Pb-Fe. Não há amostras analisadas para ouro e prata na região, mas muitas anomalias de Cu e Fe também são observadas. Segundo Teixeira (2012), escarnitos de Mo com W e Cu associados, de Sn e de W são associados a granitos leucocráticos, de alta sílica e cálcio-alcálinos, respectivamente. Estas características se aplicam ao Granito Passa Três, porém dentre esses elementos, a base de dados conta apenas com análises para Cu na região onde o batólito se encontra.

O Granito Passa Três é conhecido por suas mineralizações auríferas, localizadas em veios de quartzo e que, segundo Pierkarz (1992), também podem ocorrer de maneira disseminada. Para o último modelo são comuns associações de Au-Cu e Cu-Mo. Em amostras coletadas nas vicinidades deste granito são encontrados percentis acima de 75 tanto para cobre quanto para ouro, como era de se esperar. Um ponto a se ressaltar é que, apesar de não haver lavras, são encontradas anomalias de Au também no Granito Cerne, cuja gênese foi apontada, por Cury (2003), como parte do mesmo evento de intrusão do Granito Passa Três. Associações de Cu-Mo são encontradas próximas ao Granito Graciosa e sobre gnaisses com aspecto granítico do embasamento, por vezes com Au também presente no último.

Outra associação possivelmente interessante encontrada é Ni-Co, em exposições do embasamento. Segundo Ridley (2013), depósitos lateríticos de níquel e cobalto são formados por processos supergênicos, predominantemente em rochas ultrabásicas e regiões tropicais, como é o caso das anomalias observadas.

Segundo Metz e Burton (1984), assinaturas de Cu-Ni-Zn±Au-Si sobre gnaisses podem indicar a possibilidade de mineralizações singenéticas de sulfetos metamorfisados. Apesar das análises para Ag serem bastante limitadas, é possível

observar estes elementos associados sobre associações do embasamento e do Complexo Turvo-Cajati.

Foram identificadas 8 áreas onde ocorrem anomalias de diversos elementos e ainda não foram requeridas no site do DNPM. 1) Sobre o Granito Banhado e suas encaixantes próximas, da Formação Capiru. Nesse local ocorrem anomalias de As, Au, Cr, Cu, Mn, Mo, Nb, Pb, Sn e, em menor escala, F, Fe, Zn e Ni. 2) Sobre uma porção da Formação Perau em meio a rochas do embasamento, no limite entre os municípios de Bocaiuva do Sul e Tunas do Paraná. Apesar de haver uma área com autorização de pesquisa para ouro, ocorrem anomalias que se estendem por até pouco mais de 1 km, fora da área requerida. A associação geoquímica é composta por F, Nb, Sn, Ta, W e, em menor escala, Fe. 3) Limite oeste da associação 3 do embasamento, quase no centro do município de Bocaiuva do Sul. Ali ocorrem Mn, Mo, Zn e, em menor escala, Cu, Pb, Au e Ni. Curiosamente as concentrações de ouro, que é o mineral almejado pela pesquisa, não são muito elevadas. 4) Na porção SW de mica xistos e cálcio xistos da Formação Perau, aproximadamente 8 km a leste da cidade de Rio Branco do Sul, onde ocorrem inúmeras lavras para calcário/dolomito/mármore. A associação é composta por Au, Cu, Mn, Zn e, em menor escala, As, Mo e Ni. 5) Sobre rochas da associação 5 do embasamento, próximo ao limite entre os municípios de Campina Grande do Sul, Antonina e Guaraqueçaba. Aqui será dividido em leste e oeste. A oeste apresenta Ni e Co, Mn, Pb, Mo e, em menor escala, Cu e Au. A leste apresenta principalmente Ni e Pb, com Mo, Cu e Au secundariamente. 6) Aproximadamente 3 km a norte da área anterior, ainda no município de Campina Grande do Sul, apresenta anomalias moderadas de Au, Cr, Nb, Ni e Pb. 7) Aproximadamente 6 km a norte da área anterior, já no município de Bocaiuva do Sul, possui anomalias de As, Cr, F, Pb, W, Zn e, em menor escala, Nb, Ni e Sn. 8) Está limite entre o Granito Três Córregos e das duas fácies da Formação Água Clara, a oeste no município de Cerro Azul. Ocorrem anomalias de Cu, Fe, Zn e, em menor escala, F e Pb.

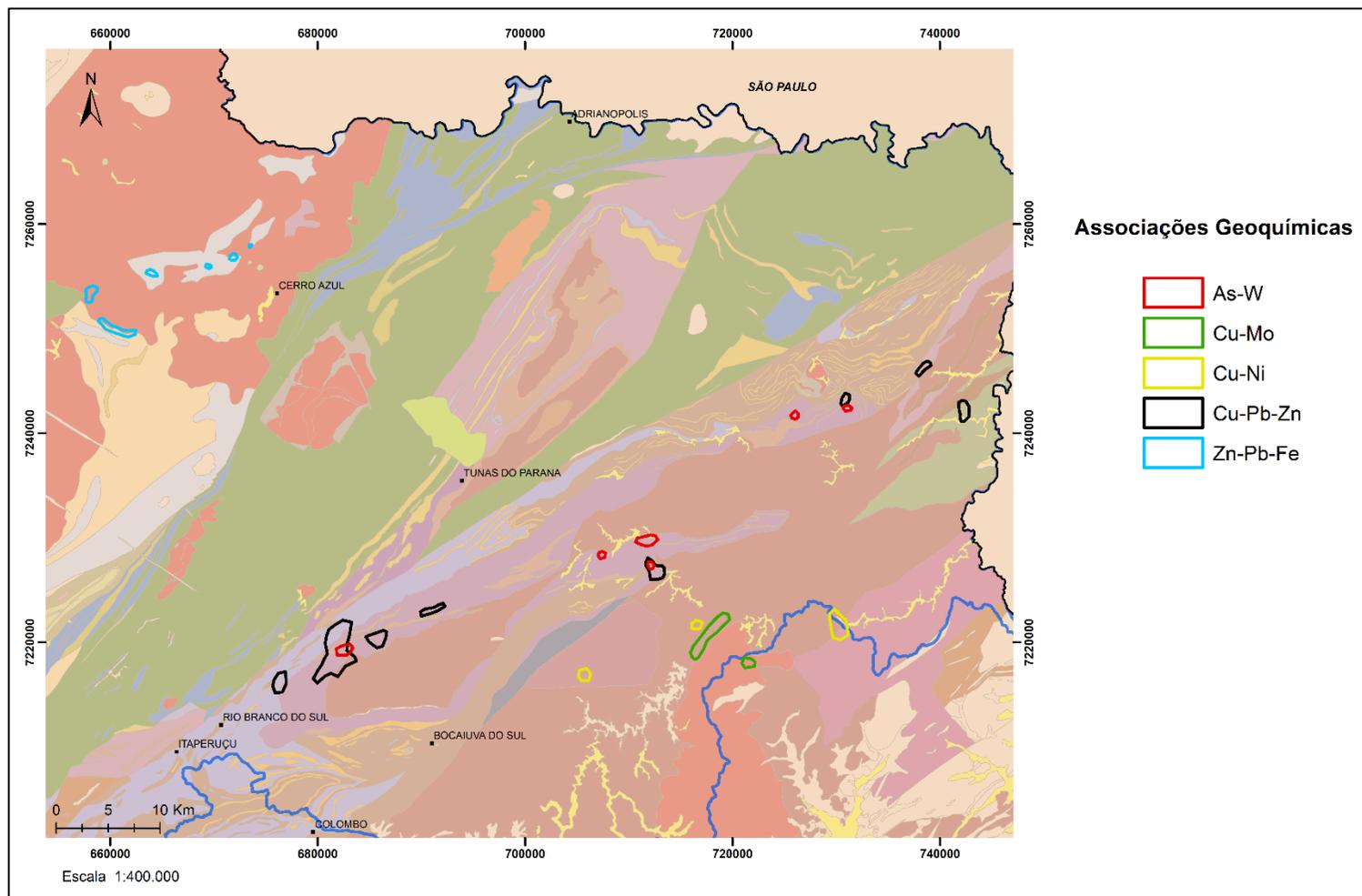


Figura 25. Mapa com o contorno das associações geoquímicas em locais geologicamente propícios para ocorrência de depósitos minerais.

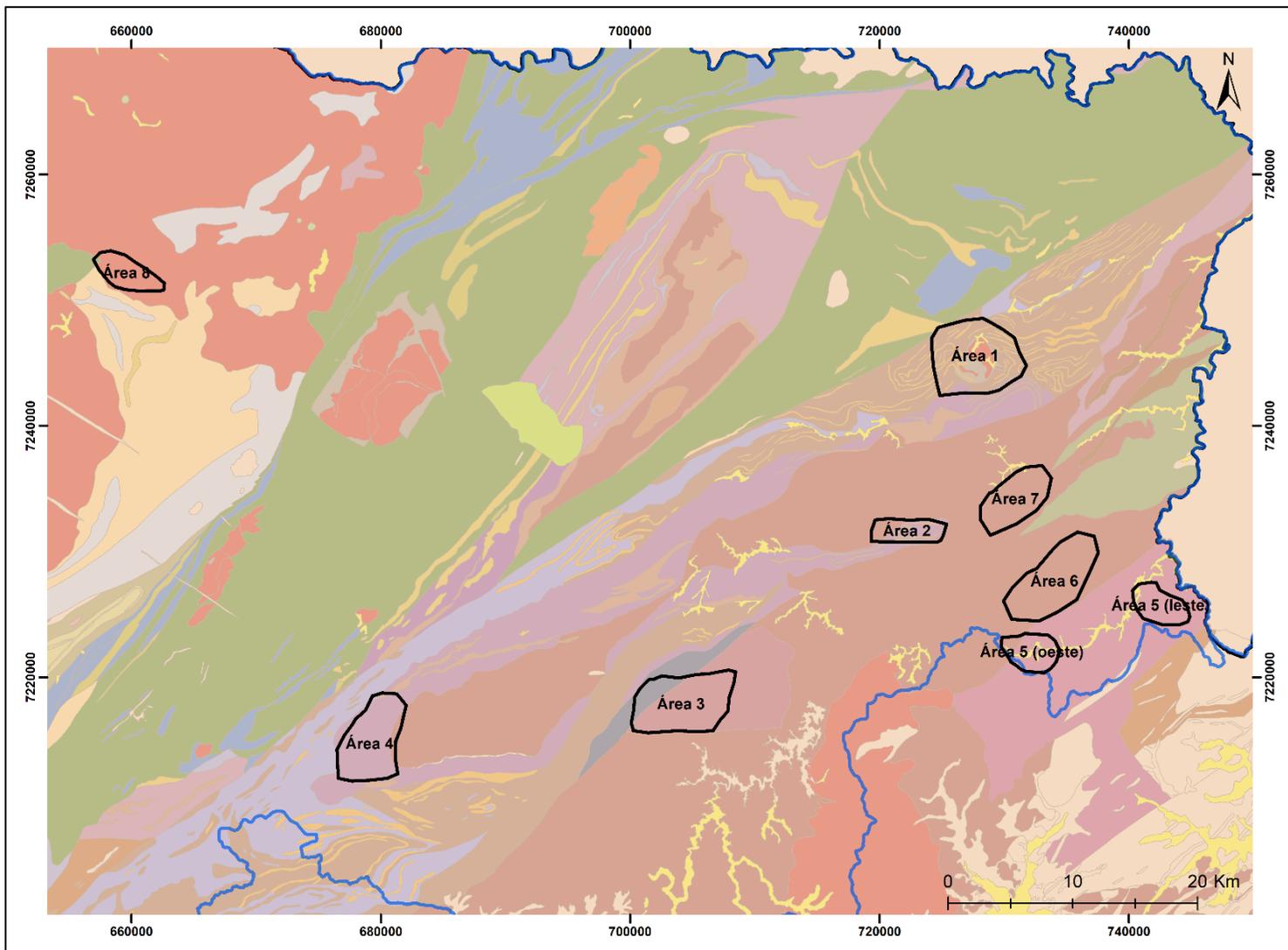


Figura 26. Mapa com as áreas potencialmente interessantes.

6. CONCLUSÃO

Através da análise da consistência do banco de dados pré-existente, composto por 19 campanhas de amostragens de solo, sedimentos de drenagens e concentrados de bateia, foi possível correlacionar anomalias com depósitos minerais, ocorrências minerais e, conseqüentemente com unidades geológicas na região do Vale do Ribeira.

Análises geoquímicas de solo e, principalmente, sedimentos ativos de drenagem e concentrados de bateia de sedimentos fluviais, mostraram-se coerentes com a base de dados com relação ao contexto geológico. O método de cartografar os estimadores estatísticos mostrou-se bastante eficaz para a identificação de áreas alvo existentes, bem como para a identificação de novos alvos. Esta metodologia permitiu integrar centenas de resultados analíticos, obtidos em diferentes campanhas de amostragens.

Apesar do número de minas e ocorrências minerais metálicas ser bastante limitada na área de estudo, dificultando a análise, os resultados encontrados mostram que algumas das anomalias são compatíveis com as substâncias exploradas. Esse método de análise se mostrou mais eficaz na diferenciação entre rochas arqueanas e paleoproterozóicas do embasamento das unidades metassedimentares e carbonáticas meso a neoproterozóicas, ao analisarmos elementos como Cr, Nb, Sn, cujas anomalias se dão principalmente nas rochas do embasamento, e elementos como Cu e As, que predominam nas rochas meso a neoproterozóicas. Ainda foi possível observar que a associação de elementos presentes em depósitos conhecidos da área se repete em exposições da mesma unidade, mas em regiões diferentes, como é o caso da associação Cu-Pb-Zn na Formação Perau. No entanto, para esta última eram necessários mais pontos de amostragem e com uma gama maior de elementos, para que a análise não fique limitada a poucos modelos metalogenéticos e unidades geológicas.

Os resultados deste trabalho apontam que é possível extrair importantes informações a partir de banco de dados compostos por dezenas de variáveis geoquímicas, amostradas em diferentes áreas, em distintos períodos de tempo. Estas informações reiteram a importância de retrabalhar banco de dados existentes sem dissociar com as novas informações e/ou com a obtenção de novos resultados.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M.; Hasui, Y.; Brito Neves, B. B.; Fuck, R. A. (1977). As províncias estruturais brasileiras. *In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 8., Campina Grande, 1977. Atas ...*, Campina Grande. p. 363-391.
- Almeida, F. F. M.; Hasui, Y.; Ponçano, W. L.; Dantas, A. S. L.; Carneiro, C. D. R.; Melo, M. S.; Bistrichi, C. A. (1981). *Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, Nota explicativa*. São Paulo, IPT, Monografias 6, v. 1. 126 p.
- Basei, M.A.S.; Siga Jr., O.; Harara, O.M.; Reis Neto, J. M.; Preciozzi P., F. 2000; *The Dom Feliciano Belt of Brazil and Uruguay and Its Foreland Domain, the Rio de La Plata Craton*. *In: Cordani, U.G.; Thomaz Filho, A.; Campos, D.A. Tectonic Evolution of South America*, Rio de Janeiro, p. 311-334.
- CPRM. 1977. Serviço Geológico do Brasil. Projeto Leste do Paraná, Folhas: Cerro Azul (SG.22-X-B-IV), Apiaí (SG.22-X-B-IV), Apiaí (SG.22-X-B-V), Curitiba (SG.22-X-D-I). Escala 1:100.000.
- CPRM. 1977. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – *Projeto Leste do Paraná*, mapeamento geológico na escala 1:250.000.
- CURY, L. F. Geocronologia e Litogeoquímica dos Stocks Graníticos da Porção Sudeste da Faixa Apiaí, Estado do Paraná. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- Cury, L.F.; Basei, M.A.S.; Siga Jr., O.; Harara, O.M. Prazeres Filho, H.J. 2008. *Aspectos Tectônicos das Intrusões dos Granitos do Cerne, Passa Três e Rio Abaixo, Sudeste do Pré-cambriano Paranaense. Estudo Baseado em Datações Ar-Ar em Micas*. *Revista do Instituto de Geociências – USP*, São Paulo, v. 8, n.1, p. 87-104.
- Daitx E.C. 1996. Origem e evolução dos depósitos sulfetados tipo Perau (PbZn-Ag) com base nas jazidas Canoas e Perau (Vale do Ribeira, PR). UNESP, Rio Claro, Tese de Doutorado, 453 p.
- Dardenne, M.A. e Schobbenhaus, C. 2001. *Metalogênese do Brasil*. Editora UnB, Brasília: CPRM,392 p.

Faleiros, F.M. 2008. *Evolução de Terrenos Tectono-Metamórficos da Serrania do Ribeira e Planalto Alto-Turvo (SP,PR)*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 306 p.

FIORI, A. P. Tectônica de cavalgamento no Grupo Açungui. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTONICOS, 3., 1991. Rio Claro. Boletim de resumos... São Paulo: SBG, 1991.

Fiori, A.P. 1992. *Tectônica e Estratigrafia do Grupo Açungui – PR*. Bol.IG-USP, Sér.Cient, 23;55-74, São Paulo.

Hasui, Y. 2012. *Sistema Orogênico Mantiqueira*. In: Hasui, Y.; Carneiro, C.D.R.; Almeida, F.F.M.; Bartorelli, A. (Org) *Geologia do Brasil*, São Paulo.

Heilbron, M. *et al* 2004. *Província Mantiqueira*. In: Virgino Mantesso-Neto; Andrea Bartorelli; Celso Dal Ré Carneiro; Benjamin Bley de Brito Neves. (Org.). *Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. 1ªed.São Paulo: Beca Produções Culturais Ltda., 2004, v. I, p. 203-234.

ITCG. 2011 - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. Divisão política administrativa do Paraná. Disponível em <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8>> Acesso em 17/09/2017.

Koimonen T., Gustavsson N., Noras P., Tanskanen H.; 1988 Geological Survey of Finland, Department of Geochemistry, SF 02150 Espoo, Finland

Koljonen, T. (Ed.), (1992). *The geochemical atlas of Finland. Part 2: Till*. Geological Survey of Finland, Espoo, 218 pp.

Licht, O.A.B. 2006. *Geologia e Recursos Minerais do Sudoeste do Estado do Paraná*, Curitiba: CPRM, 95 p.

Lopes Jr., I. (2007). *Atlas geoquímico do Vale do Ribeira: geoquímica dos sedimentos ativos de corrente / 2. ed. rev.* São Paulo: CPRM, 77 p.

MANIESI, V.; OLIVEIRA, M. A. F. (2000) Petrogênese dos metabasitos com afinidades dos toleitos de fundo oceânico das regiões de Adrianópolis e Campo Largo, Pr. Revista Brasileira de Geociências, v. 30 n. 4, p. 607-614

Metz, P.A.; Swainbank, R.C.; Burton, P.J. 1984. *Statistical Analysis of Stream and Pan Concentrate Geochemical Samples From the Richardson Mining District, Alaska. Open File Report, 84-3, Fairbanks.*

MINEROPAR - Serviço Geológico do Paraná. 2001. *Atlas Geoquímico do Estado do Paraná*. Curitiba: Mineropar, 80 p.

MINEROPAR - Serviço Geológico do Paraná. 2004. *Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba: Convênio DNPM-MINEROPAR, v1-texto, v2-mapas.

Oliveira, M.A.F.; Maniesi, V.; Teixeira, W.; Daitx, E.C. 2002. *Caracterização Isotópica de Metabasitos e Anfibólitos dos Grupos Açungui e Setuva na Porção Sul da Faixa Ribeira*. Revista do Instituto de Geociências – USP, São Paulo, v. 2, p. 161-170.

Piekarz, G. F. Reconhecimento geológico na região da anticlinal do Setuva / setor ultra metamorfitos. Curitiba: MINEROPAR , 1992. 11 p. (Relatório).

Prazeres Filho, H.J.; Harara, O.M.M.; Basei, M.A.S.; Passareli, C.R.; Siga Jr., O.; *Litogeoquímica, Geocronologia U-Pb e Geologia Isotópica (Sm-Nd-Pb) das rochas graníticas dos Batólitos Cunhaporanga, Três Córregos, na porção sul do Cinturão Ribeira, Estado do Paraná*. Geologia USP, Série Científica, Sp, V.3, p. 51-70.

Ridley, J. 2013. *Ore Deposit Geology*, Cambridge University Press, Colorado, 398 p.

Salamuni, E. 1991. *Análise Estrutural do Núcleo Betara - Rio Branco do Sul – PR*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UNESP – Campus de Rio Claro.

Salminen, R. (Chief-editor), Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S., Ottesen, R.T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steinfeldt, A. & Tarvainen, T., 2005.

FOREGS Geochemical atlas of Europe, Part 1: Background information, methodology and maps. Geological Survey of Finland, Espoo, 525 pp.

Siga Jr. O., Basei M. A. S., Nutman A., Sato K., McReath I., Passarelli C. R., Liu, D. 2011. Extensional and Colisional Magmatic Records in the Apiaí Terrane, South-Southeastern Brazil: Integration of Geochronological U-Pb Zircon Ages. *Geologia USP: Série Científica*, v.11, n. 3, p. 149-175.

Silva, M.V.V. 2008. *Geologia e Potencia Metalogenético para Pb e Zn da Área da Sinforma da Barrinha (Adrianópolis -PR)*. Tese de Conclusão de Curso, Graduação em Geologia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 117 pp.

Teixeira, J.B.G. 2012. *Recursos Minerais*. In: Hasui, Y.; Carneiro, C.D.R.; Almeida, F.F.M.; Bartorelli, A. (Org) *Geologia do Brasil*, São Paulo.

Weber, W.; Siga Jr., O.; Sato, K.; Reis Neto, J.M. Basei, M.A.S.; Nutman, A.P. 2004. A Formação Água Clara na Região de Araçáiba – SP: Registro U-Pb de Uma Bacia Mesoproterozóica. *Revista do Instituto de Geociências – USP*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 101-110.

ANEXO I

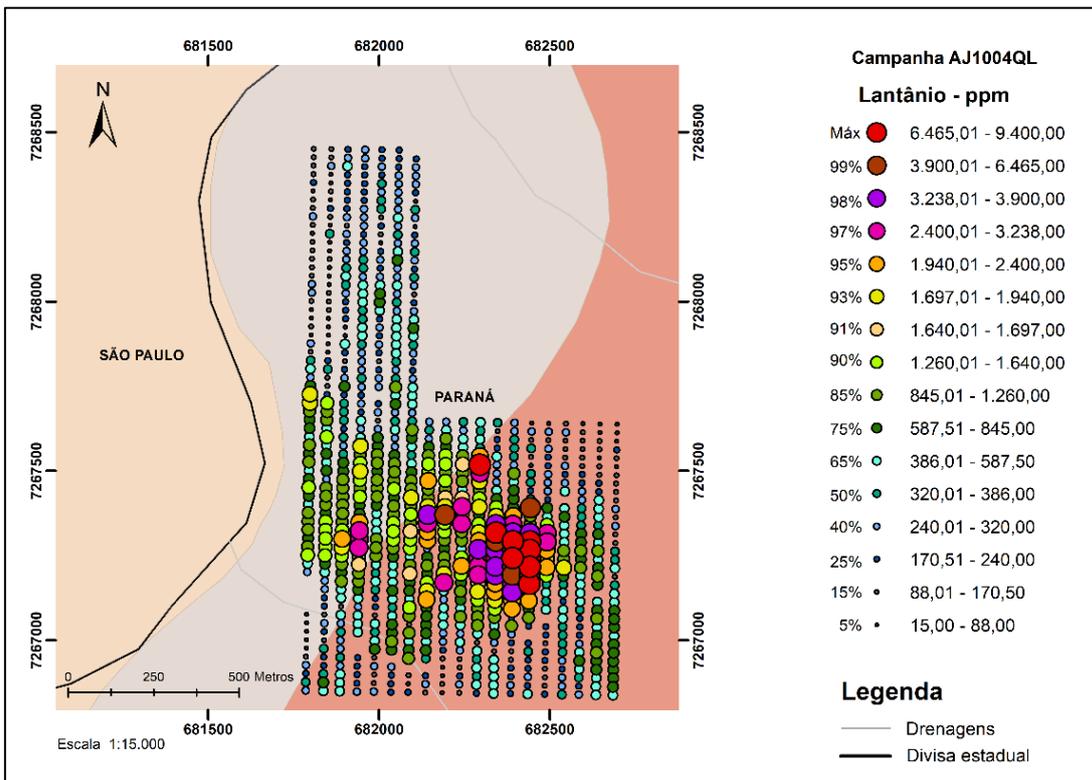


Figure 1. Mapa de distribuição espacial do Lantânio (La), em ppm.

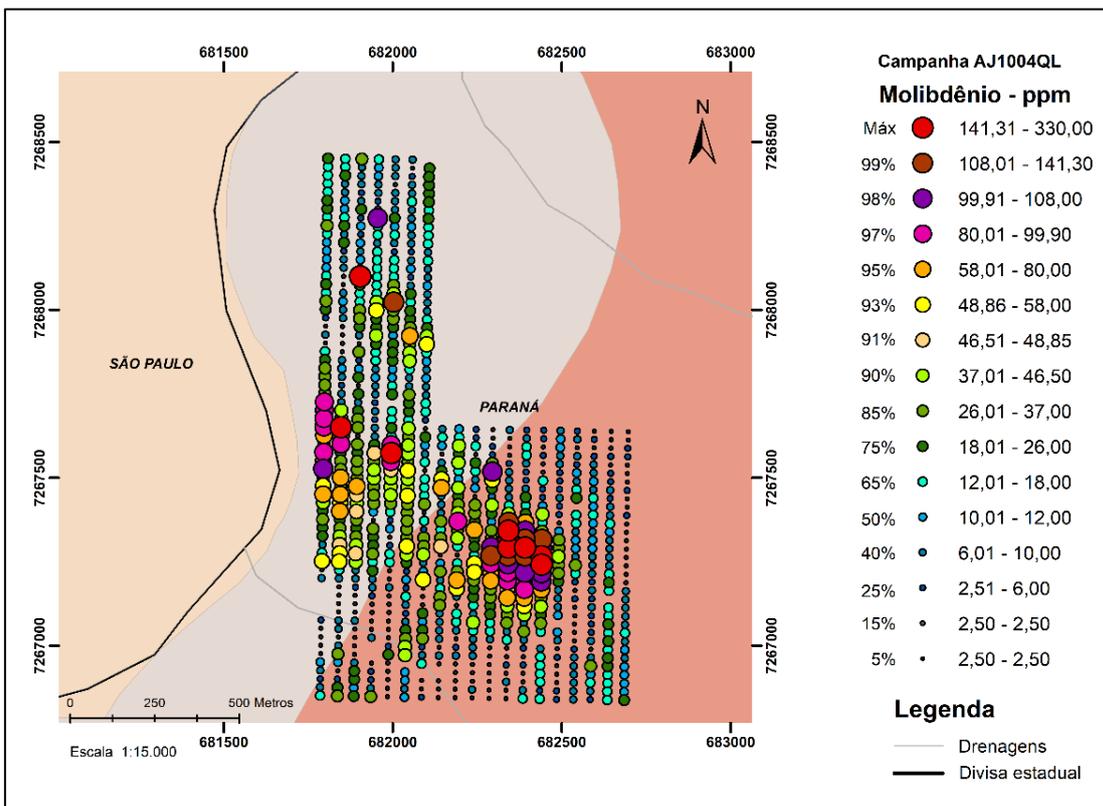


Figure 2. Mapa de distribuição espacial do Molibdênio (Mo), em ppm.

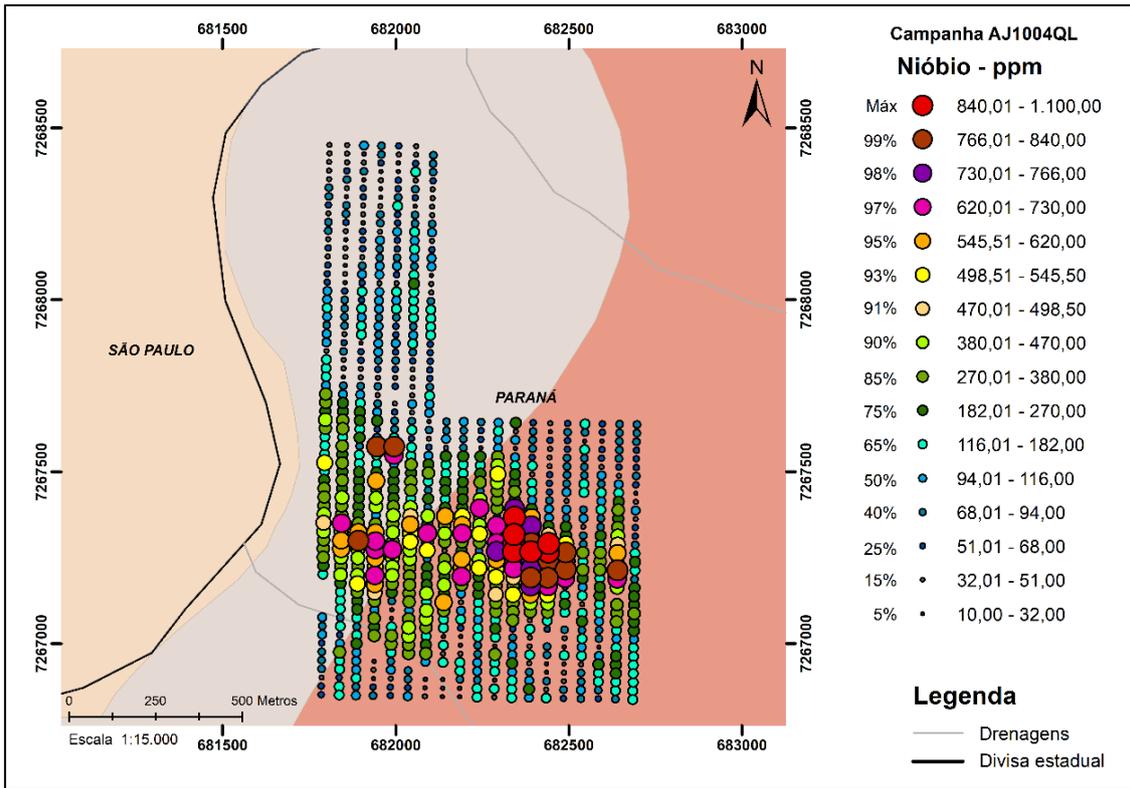


Figure 3. Mapa de distribuição espacial do Nióbio (Nb), em ppm.

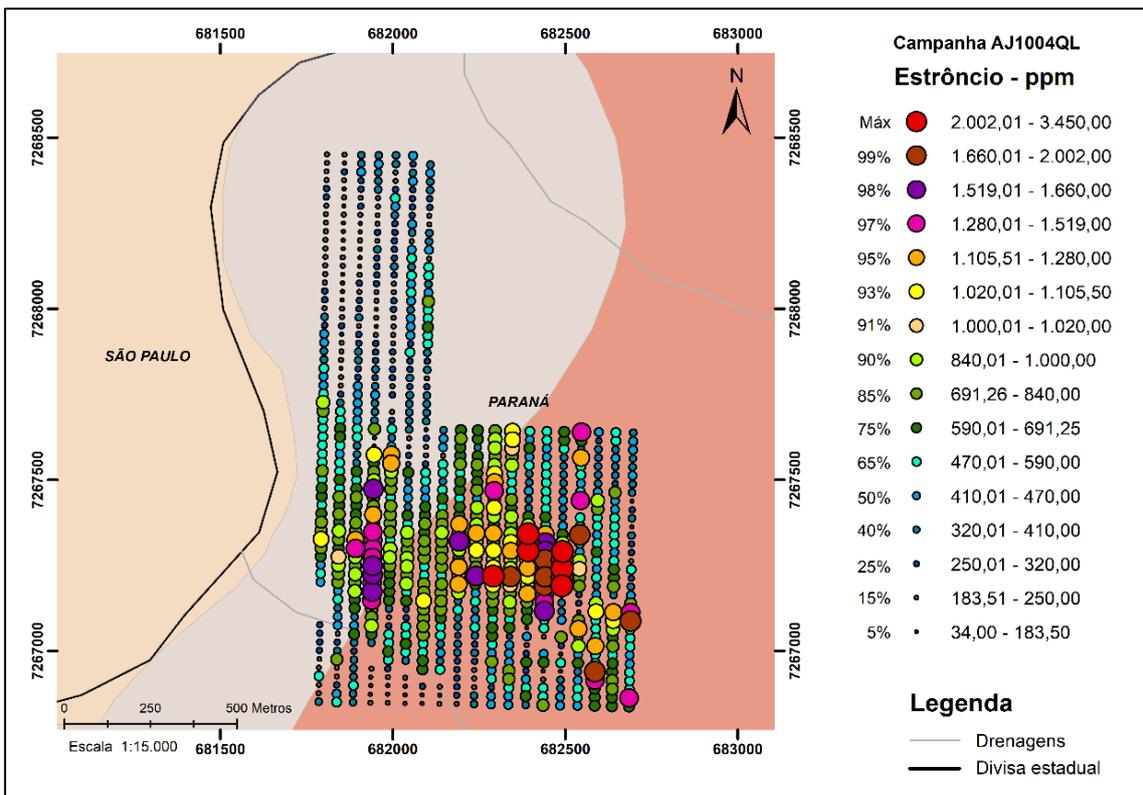


Figure 4. Mapa de distribuição espacial do Estrôncio (Sr), em ppm.

ANEXO II

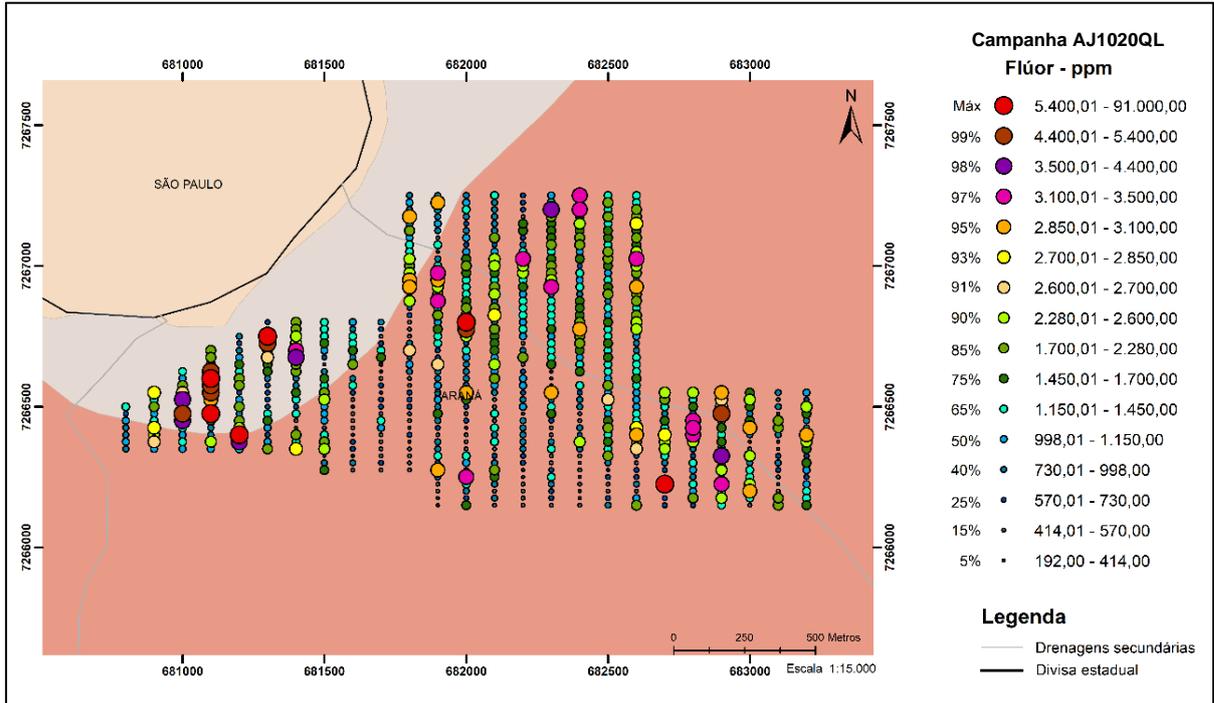
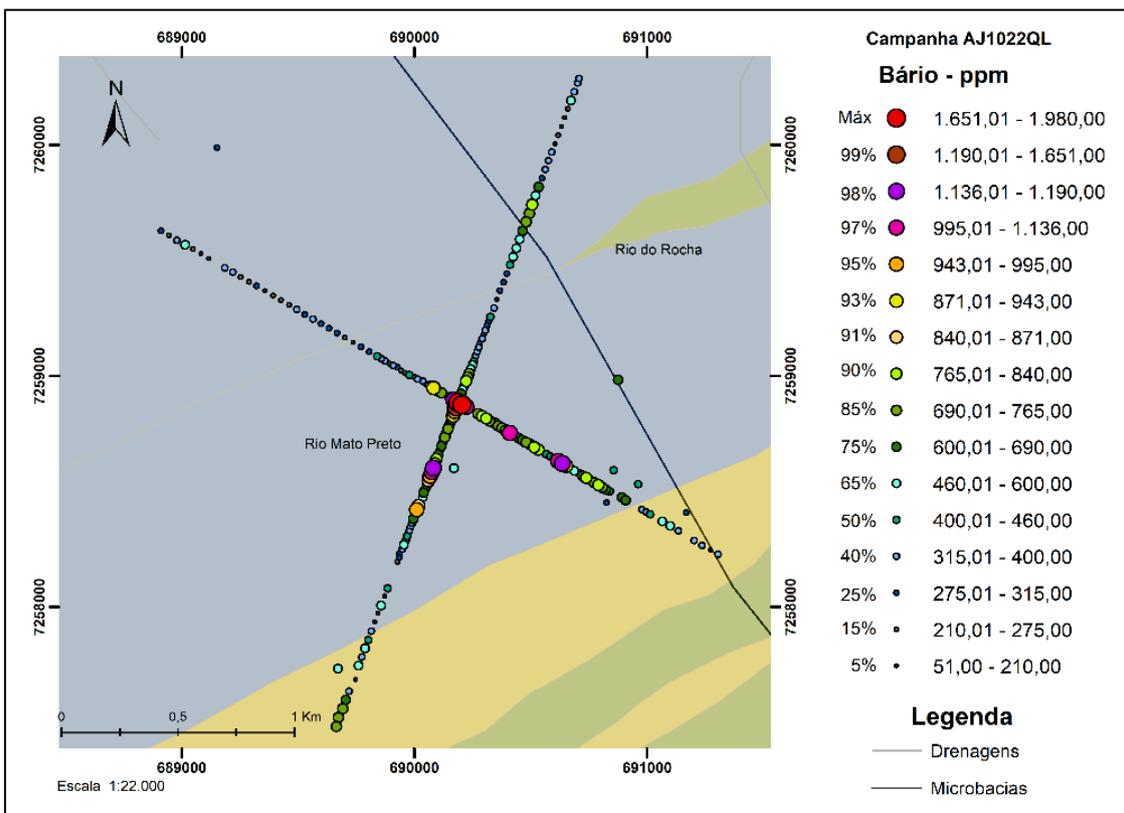
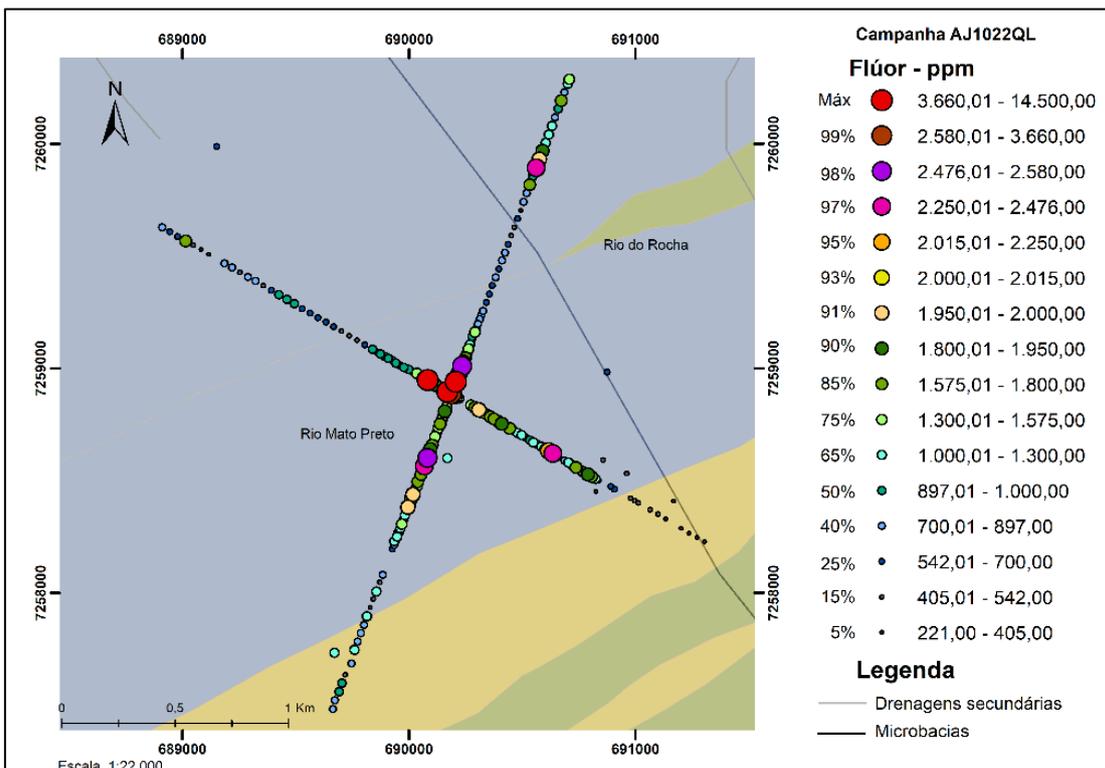


Figure 5. Mapa de distribuição espacial do Flúor (F), em ppm.

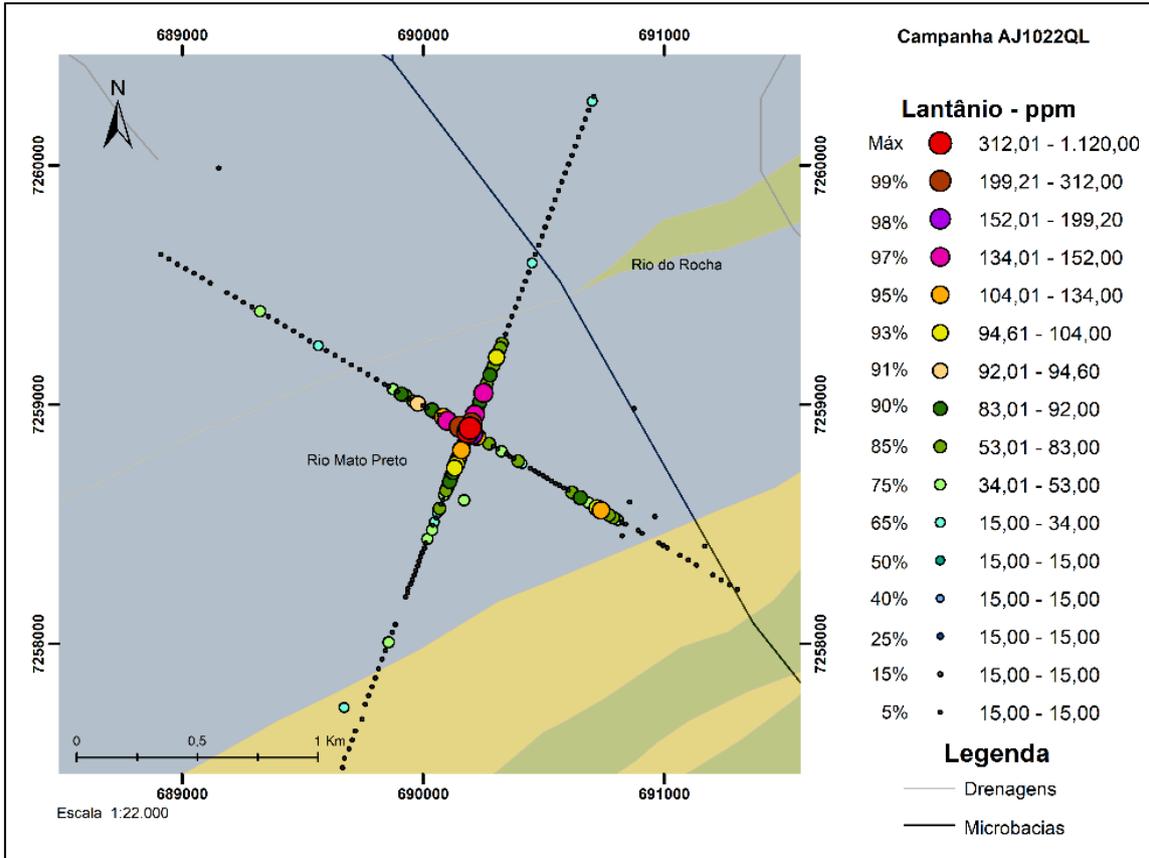
ANEXO III



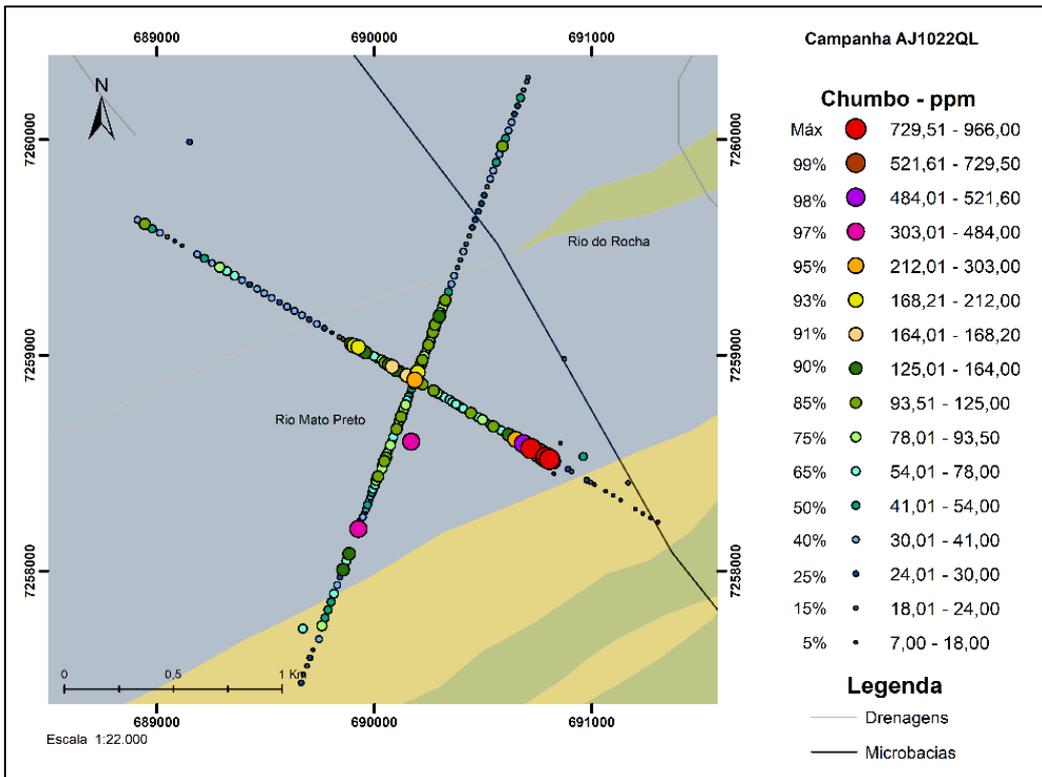
Mapa de distribuição espacial do Bário (Ba), em ppm.



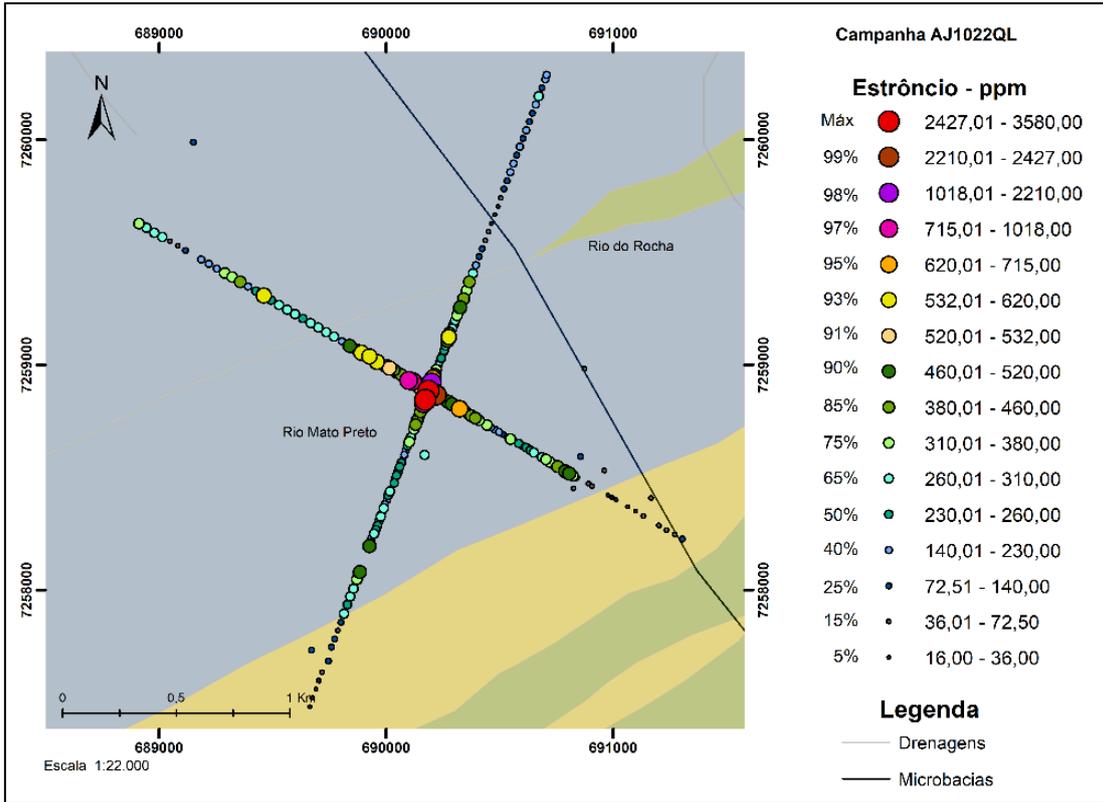
Mapa de distribuição espacial do Flúor (F), em ppm.



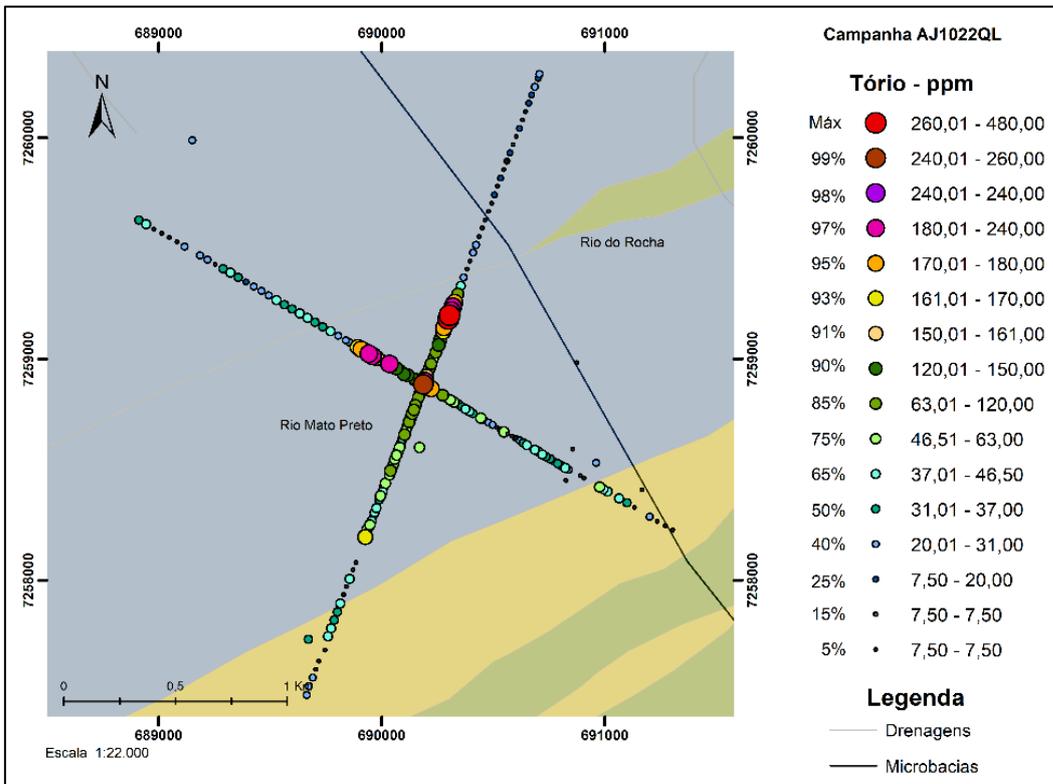
Mapa de distribuição espacial do Lantânio (La), em ppm.



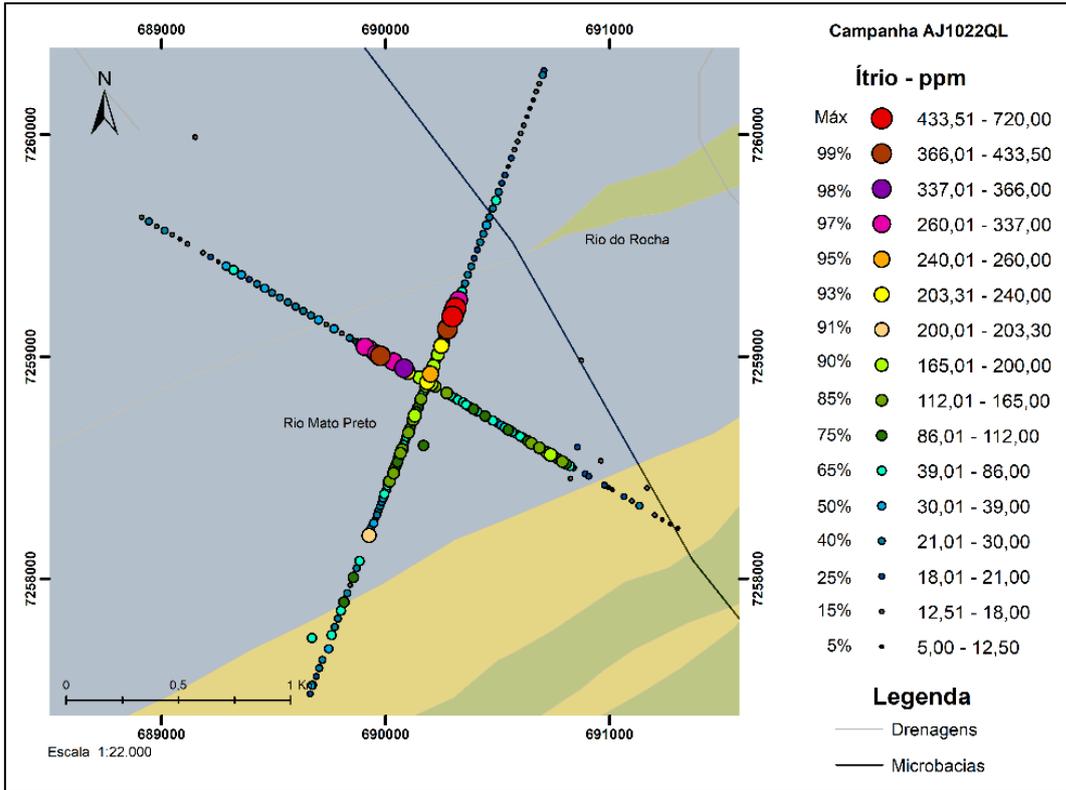
Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.



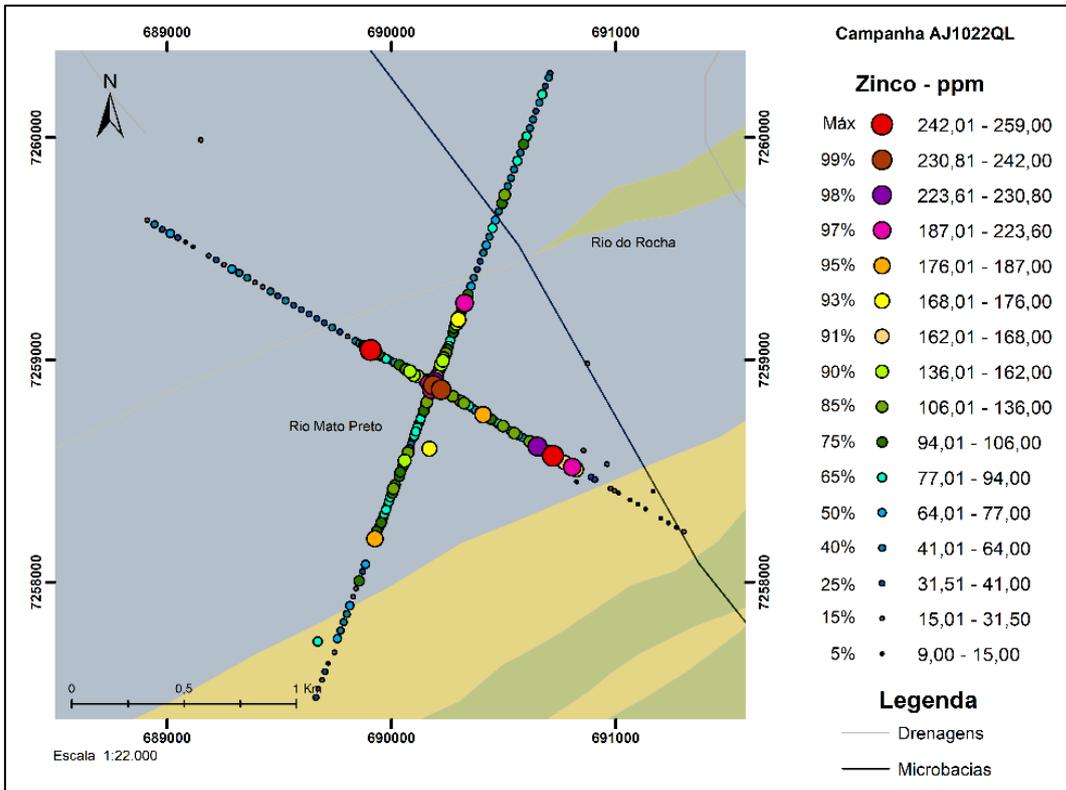
Mapa de distribuição espacial do Estrôncio (Sr), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Tório (Th), em ppm.

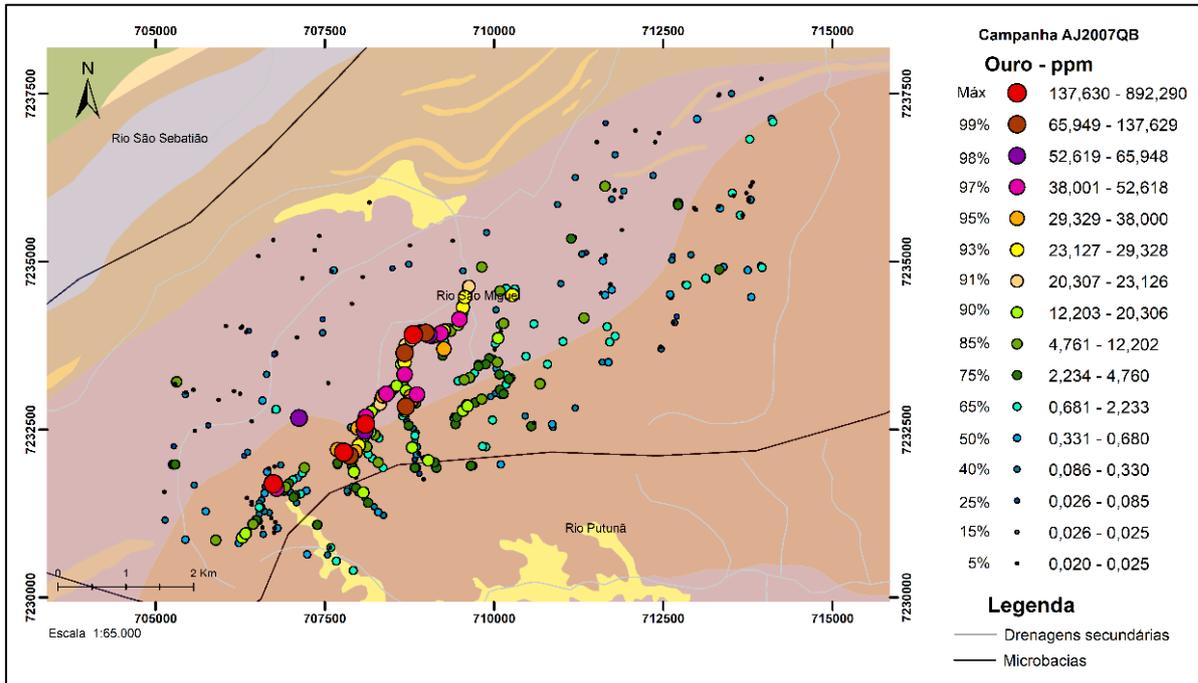


Mapa de distribuição espacial do Ítrio (Y), em ppm.



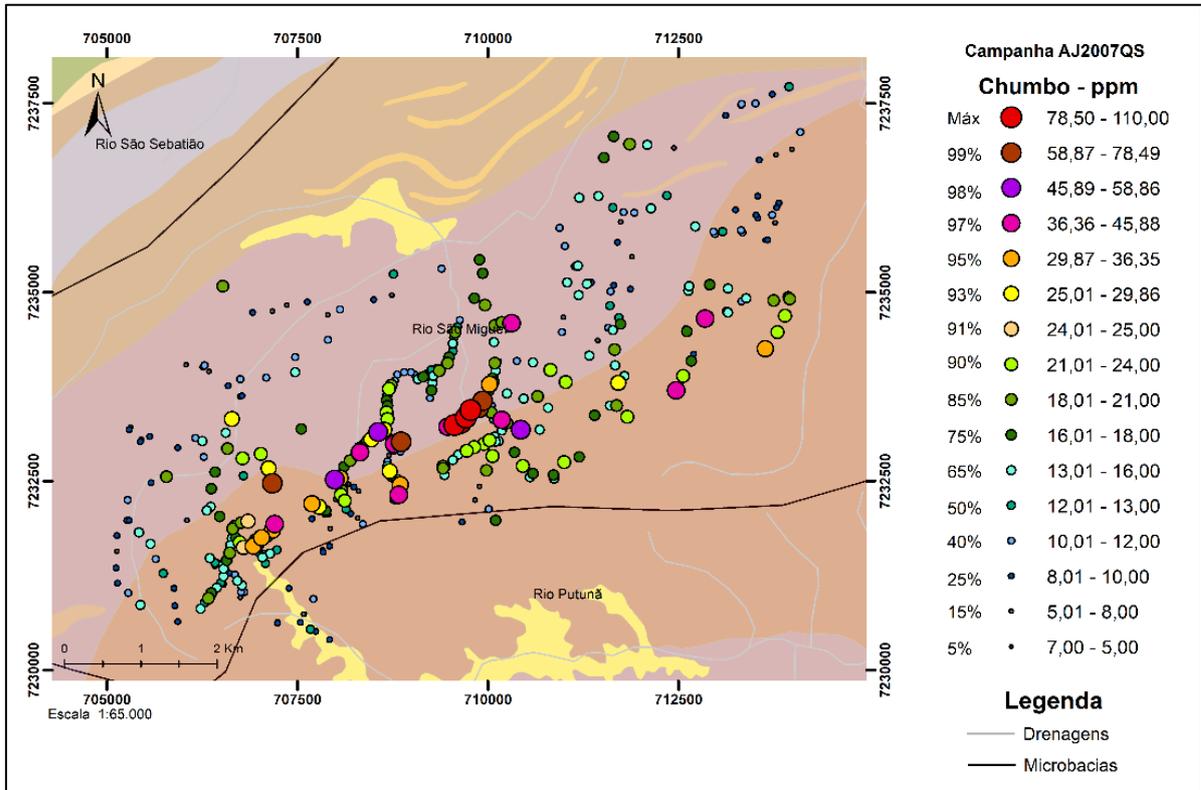
Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.

ANEXO IV



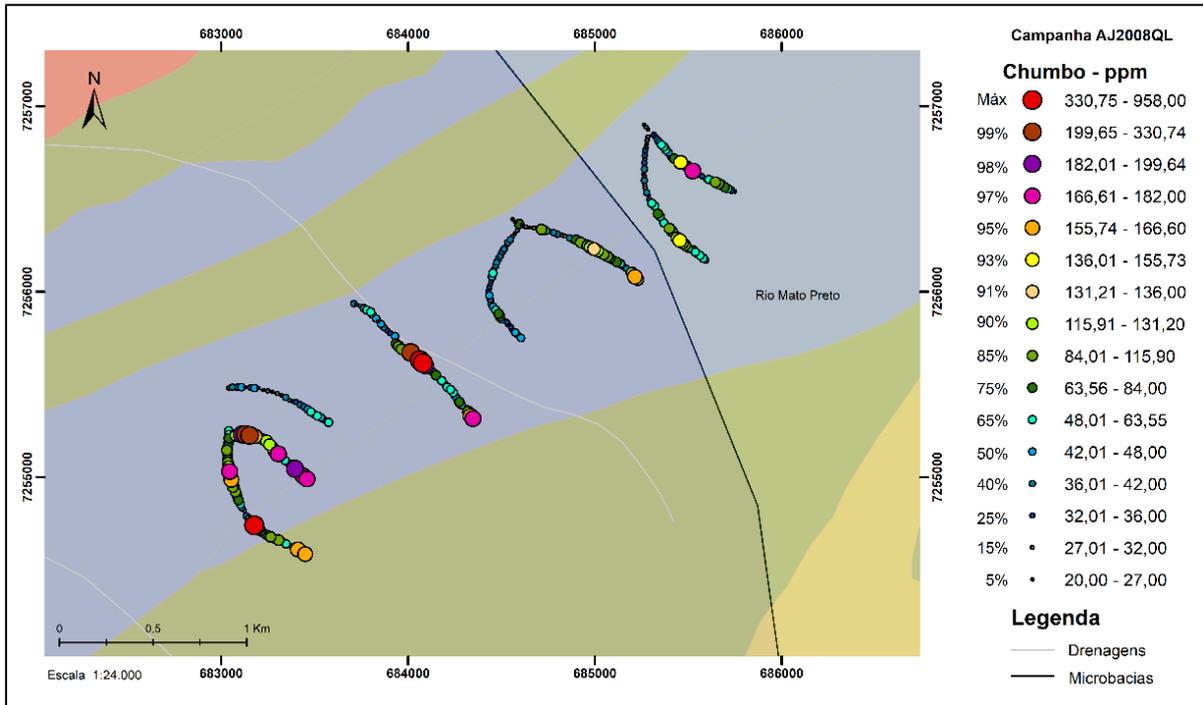
Mapa de distribuição espacial do Ouro (Au), em ppm.

ANEXO V



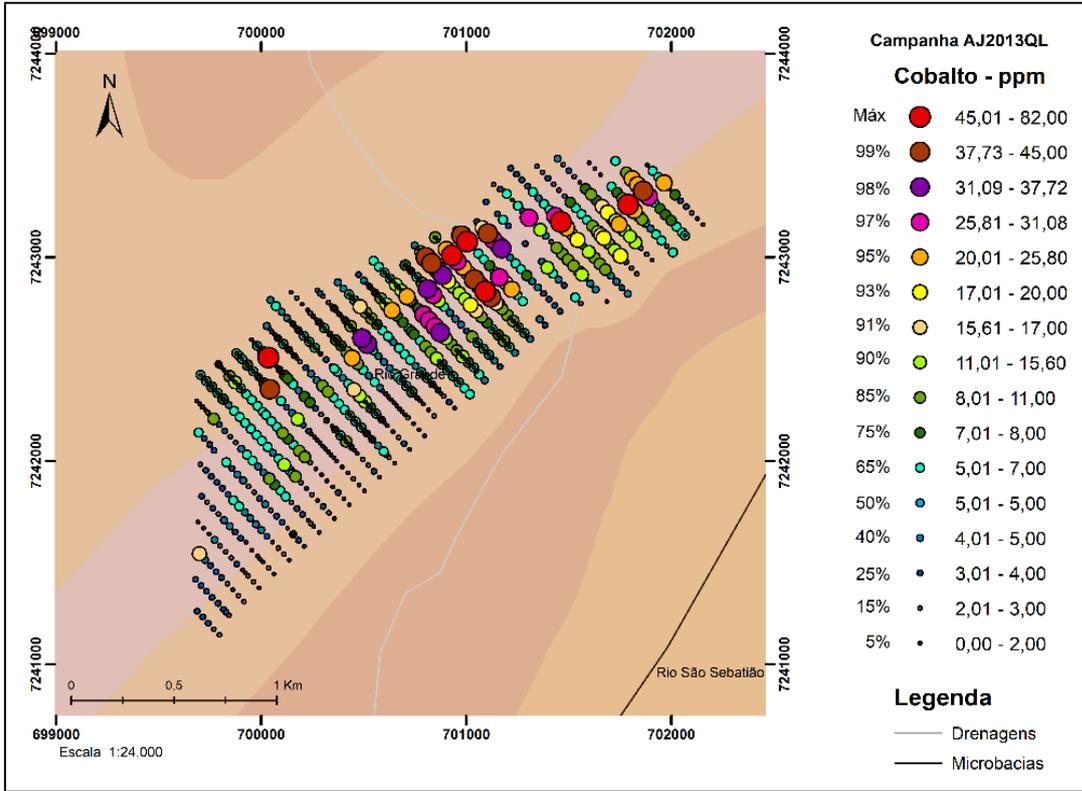
Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

ANEXO VI

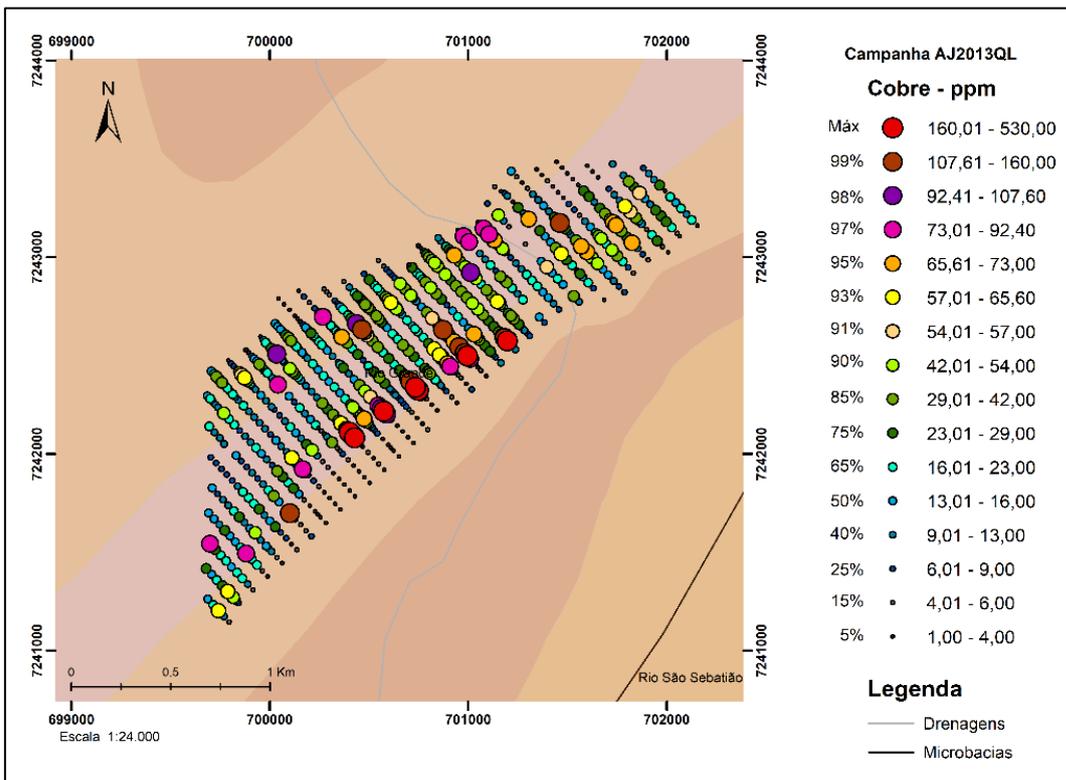


Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

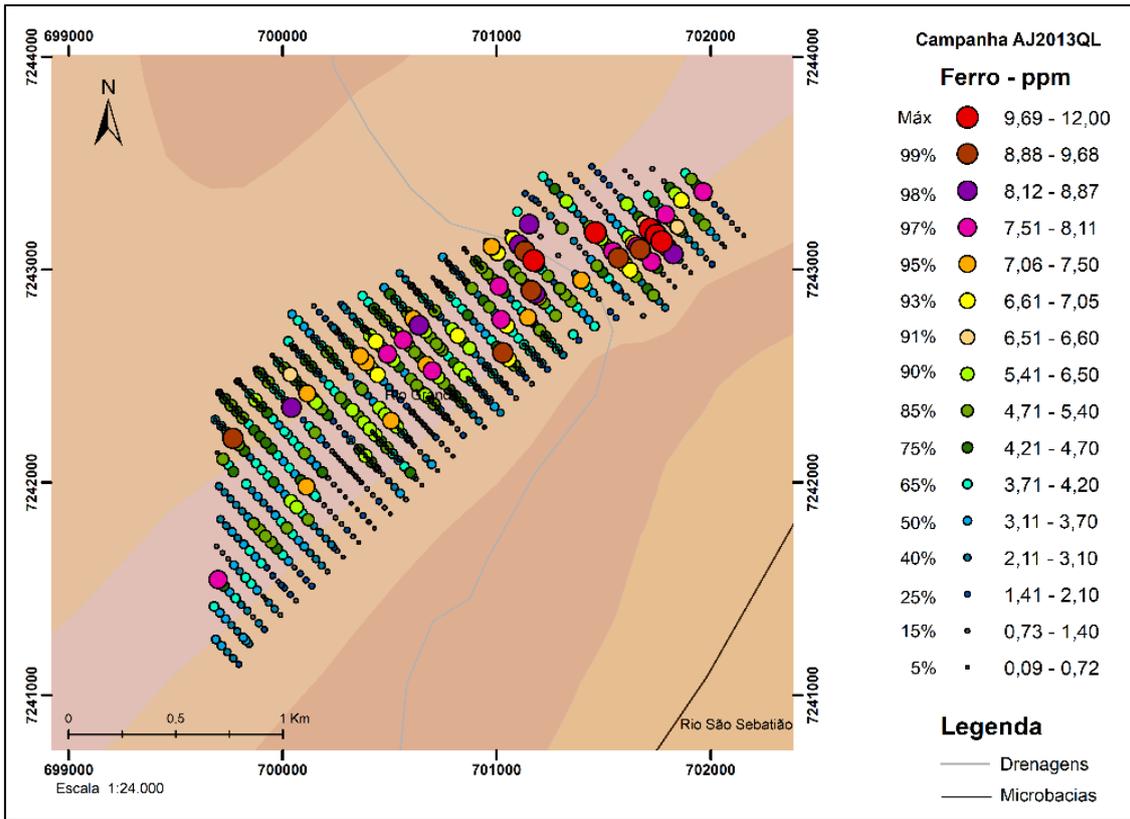
ANEXO VII



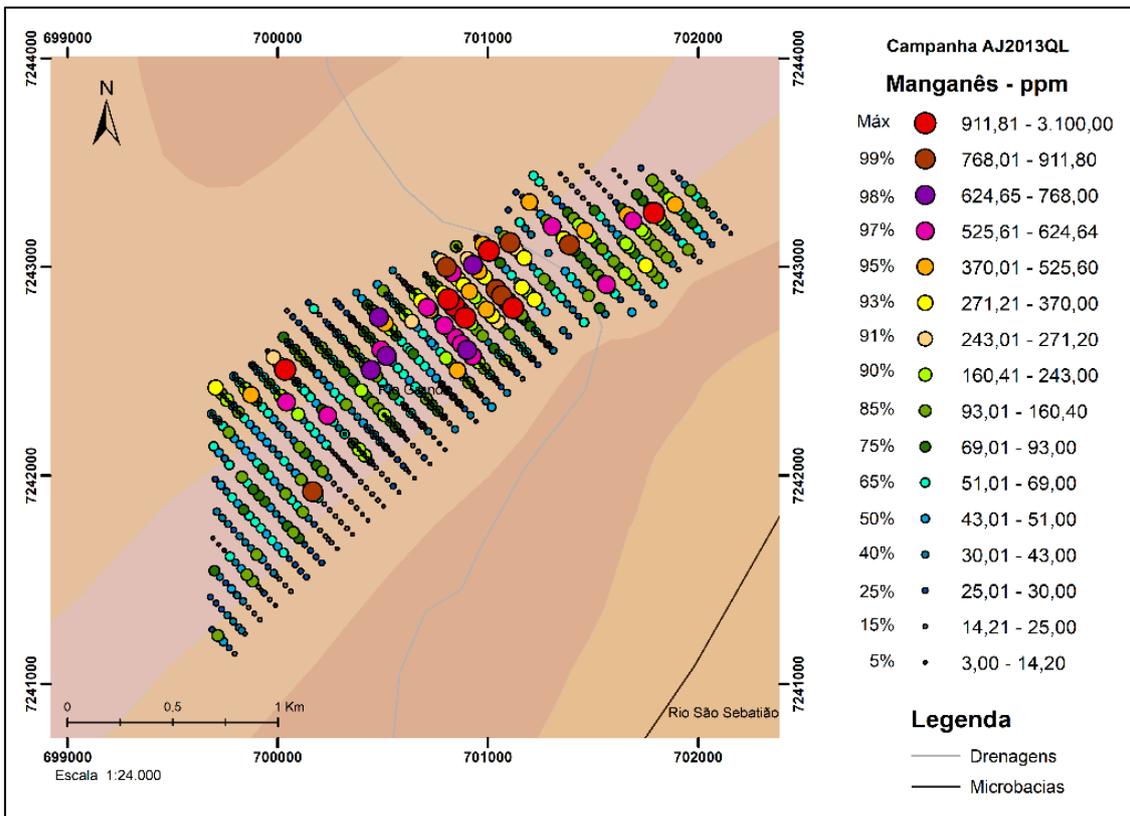
Mapa de distribuição espacial do Cobalto (Co), em ppm.



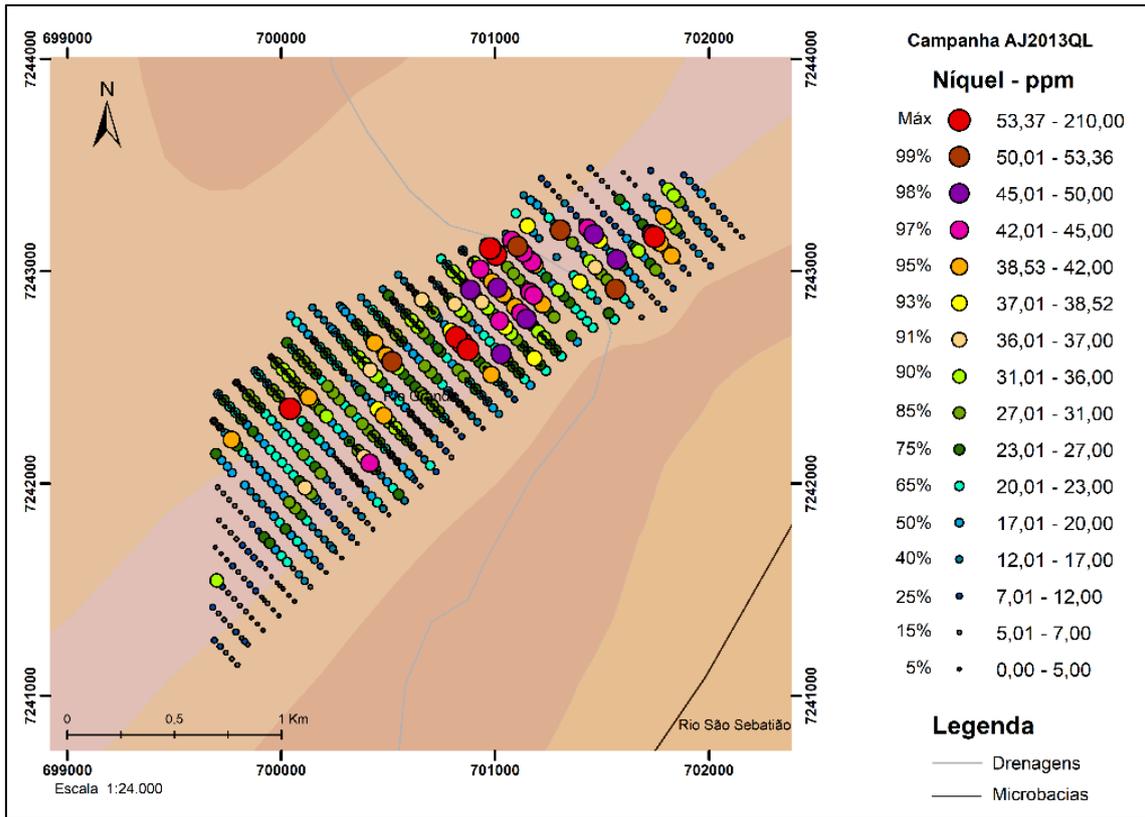
Mapa de distribuição espacial do Cobre (Cu), em ppm.



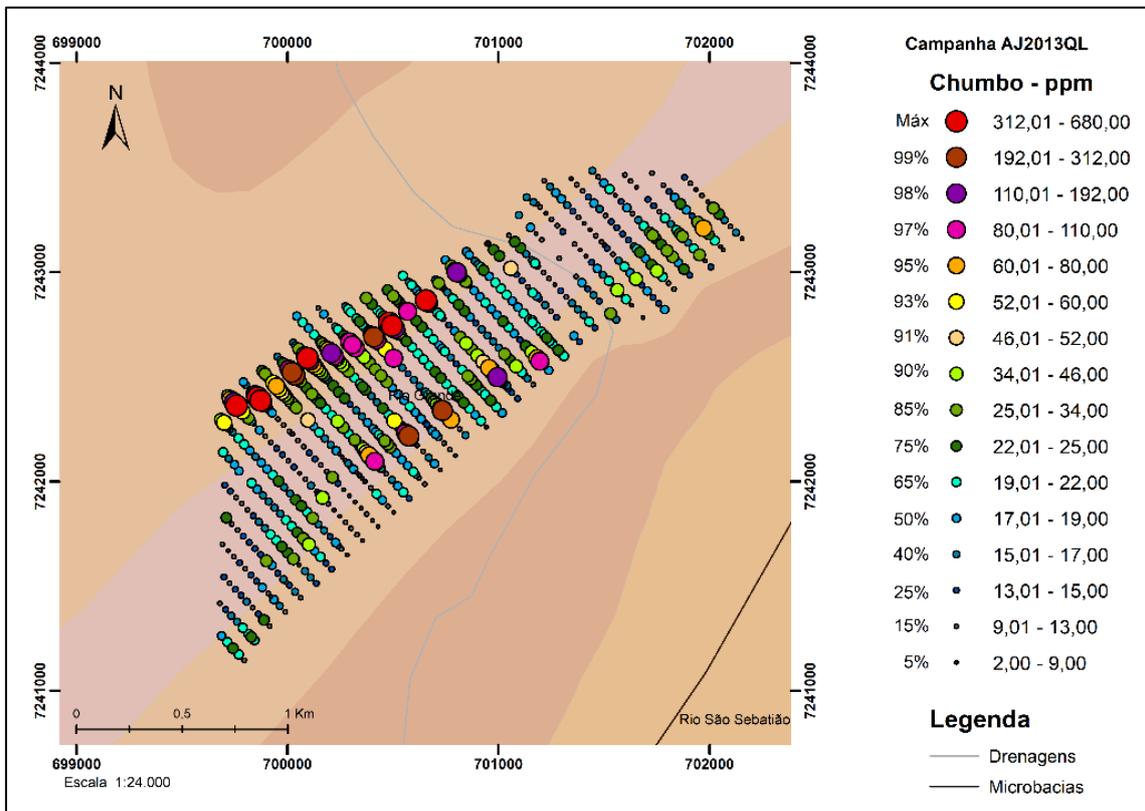
Mapa de distribuição espacial do Ferro (Fe), em ppm.



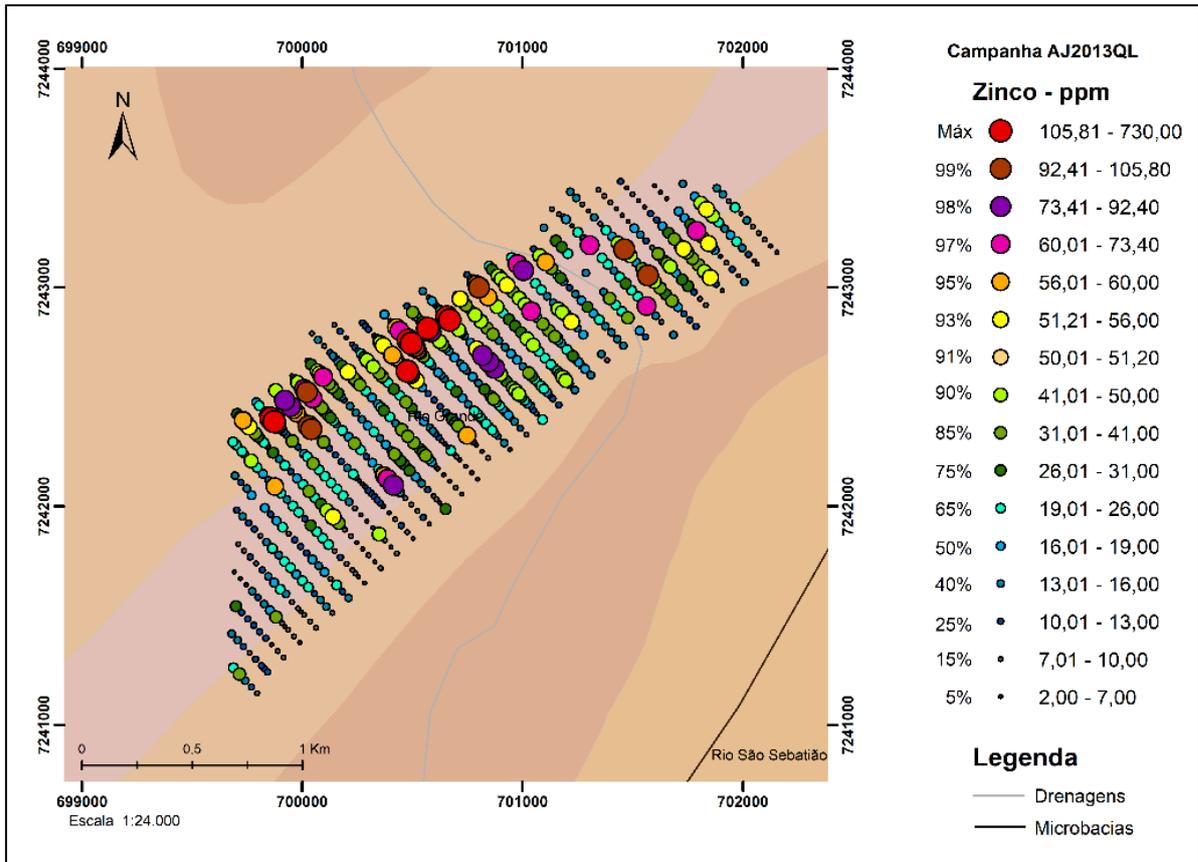
Mapa de distribuição espacial do Manganês (Mn), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Níquel (Ni), em ppm.

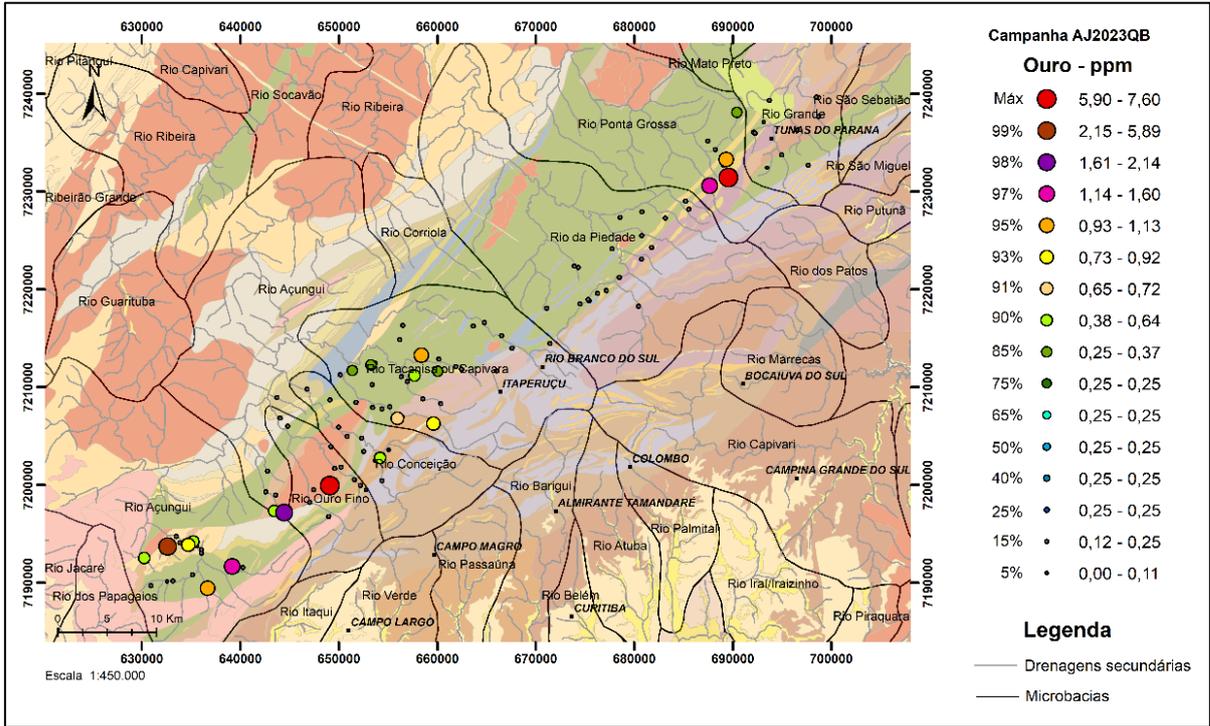


Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

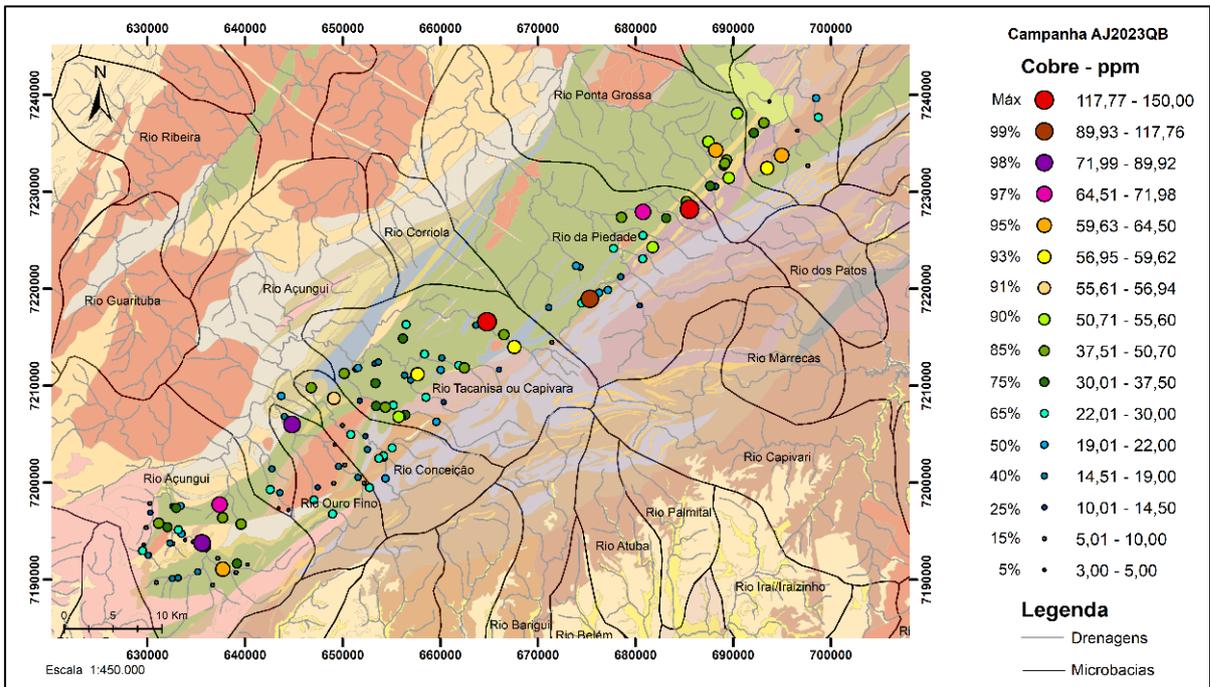


Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.

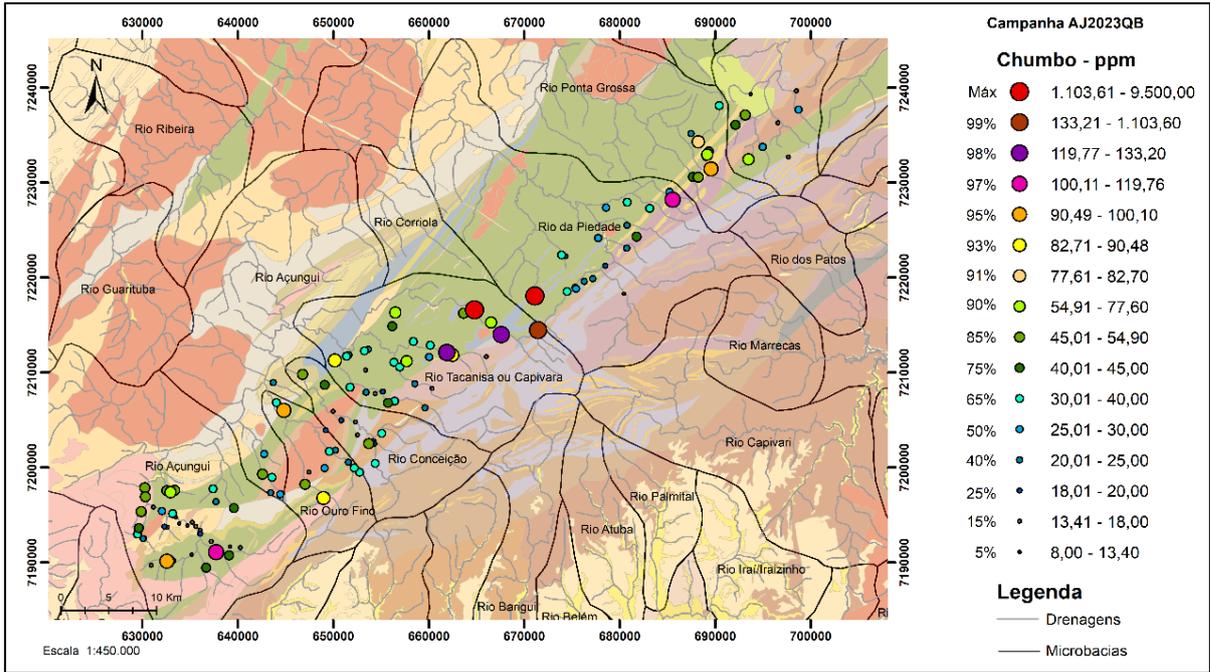
ANEXO VIII



Mapa de distribuição espacial do Ouro (Au), em ppm.

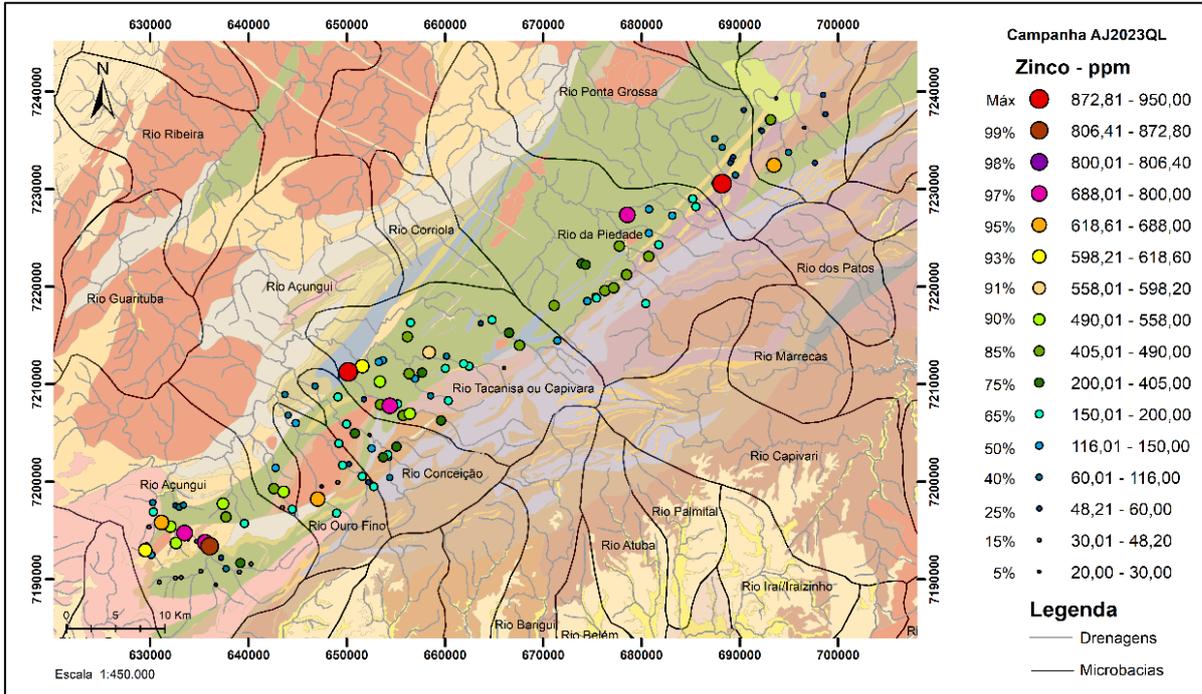


Mapa de distribuição espacial do Cobre (Cu), em ppm.

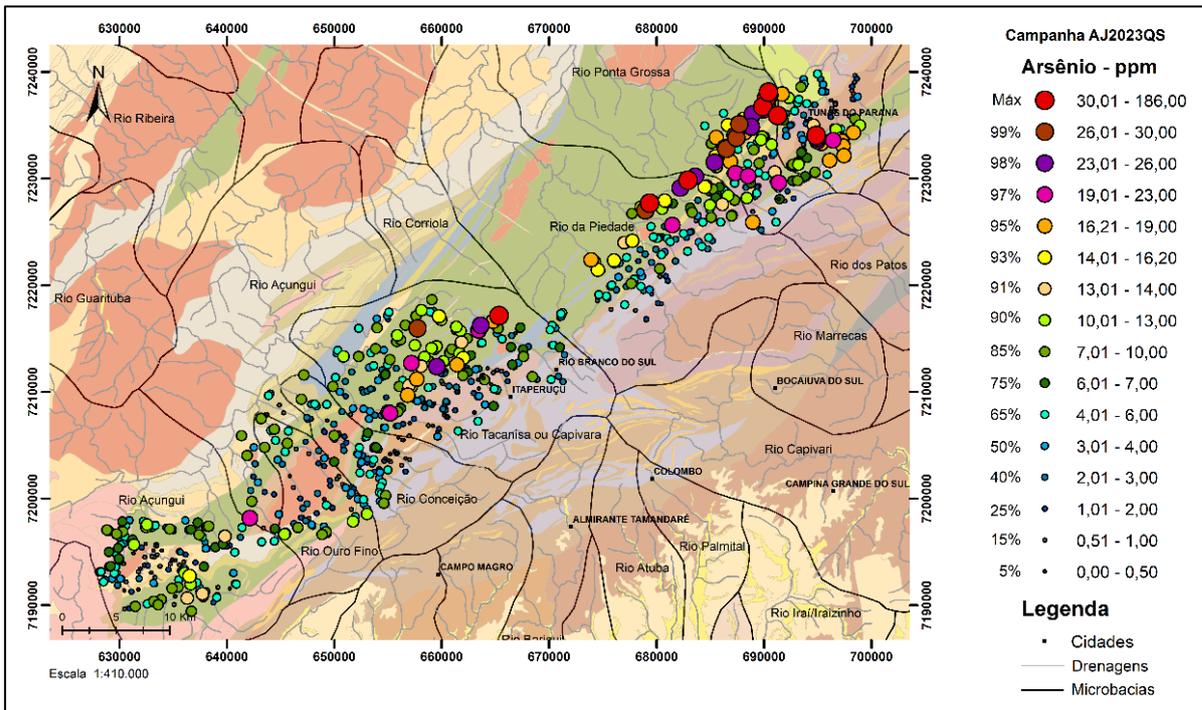


Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

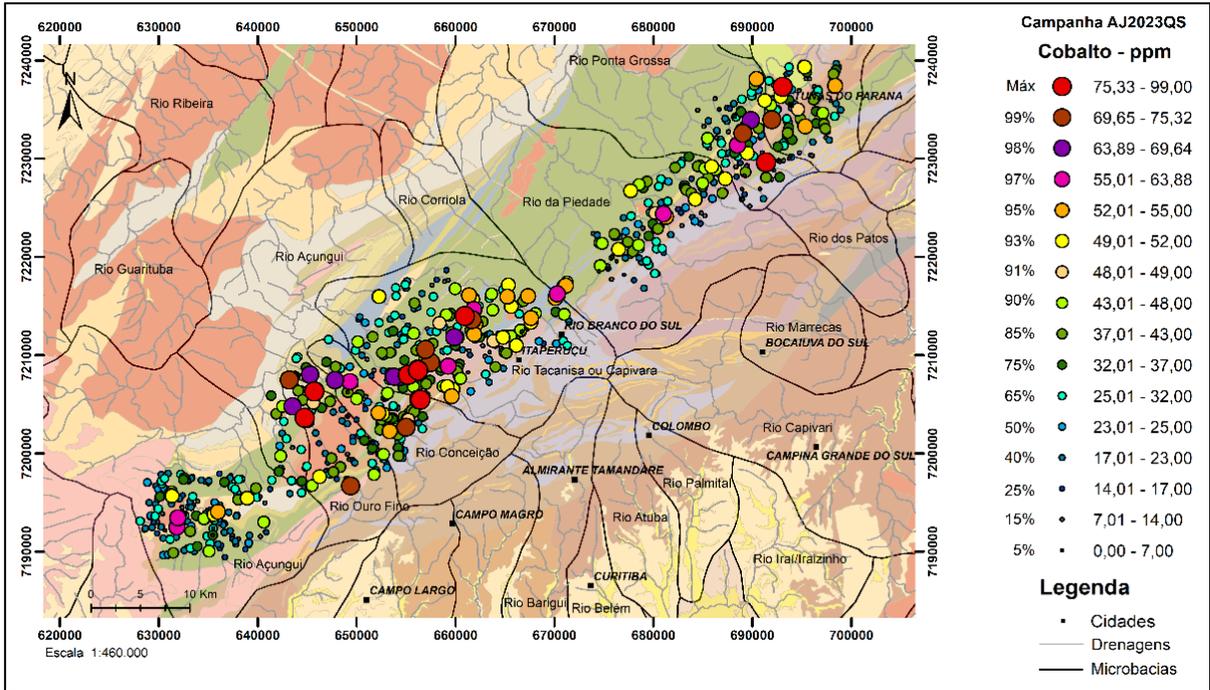
ANEXO IX



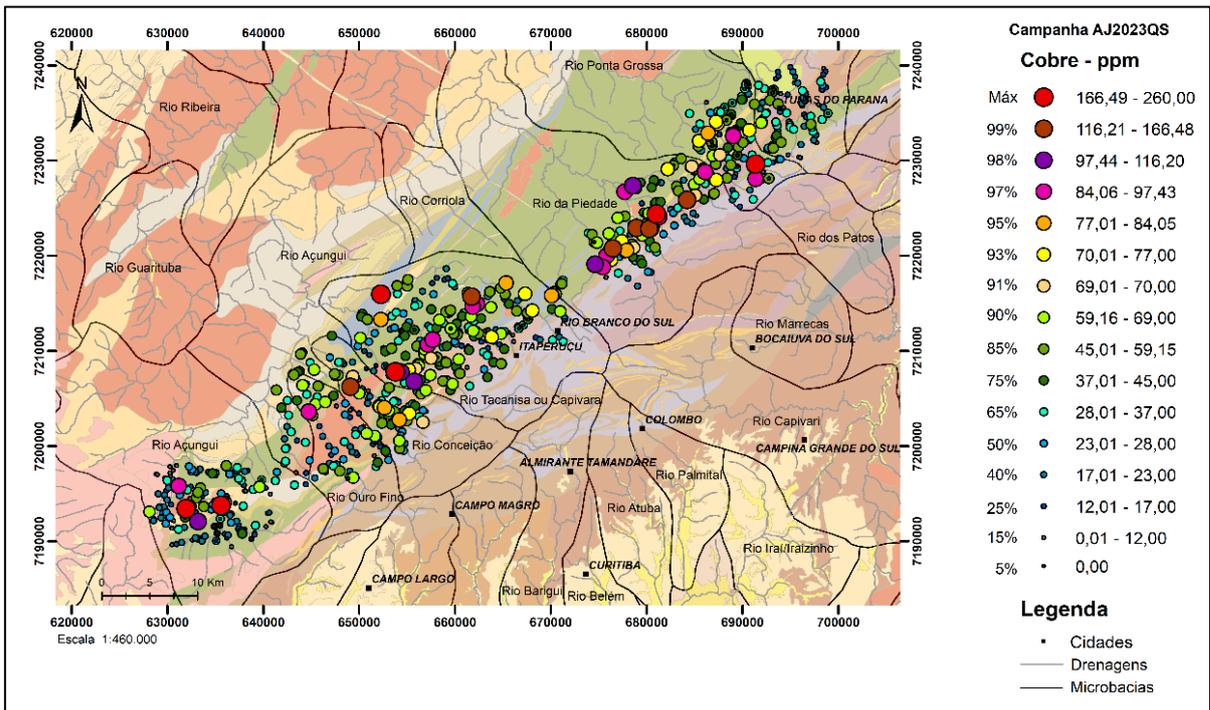
Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.



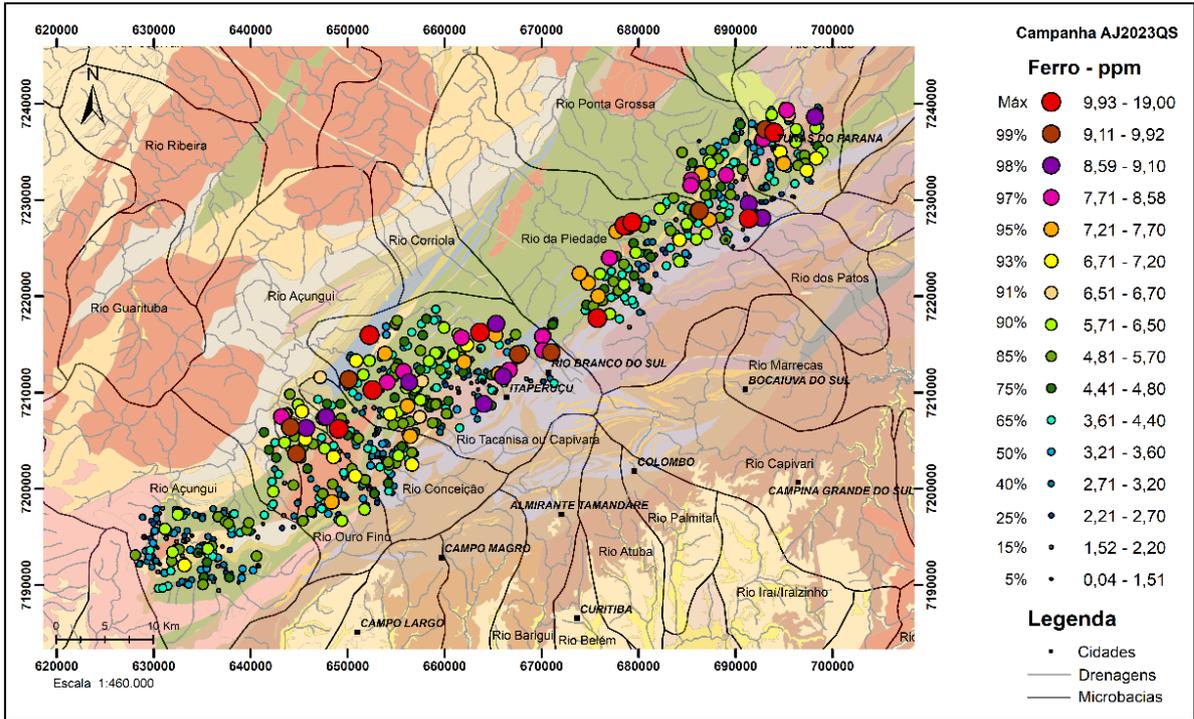
Mapa de distribuição espacial do Arsênio (As), em ppm.



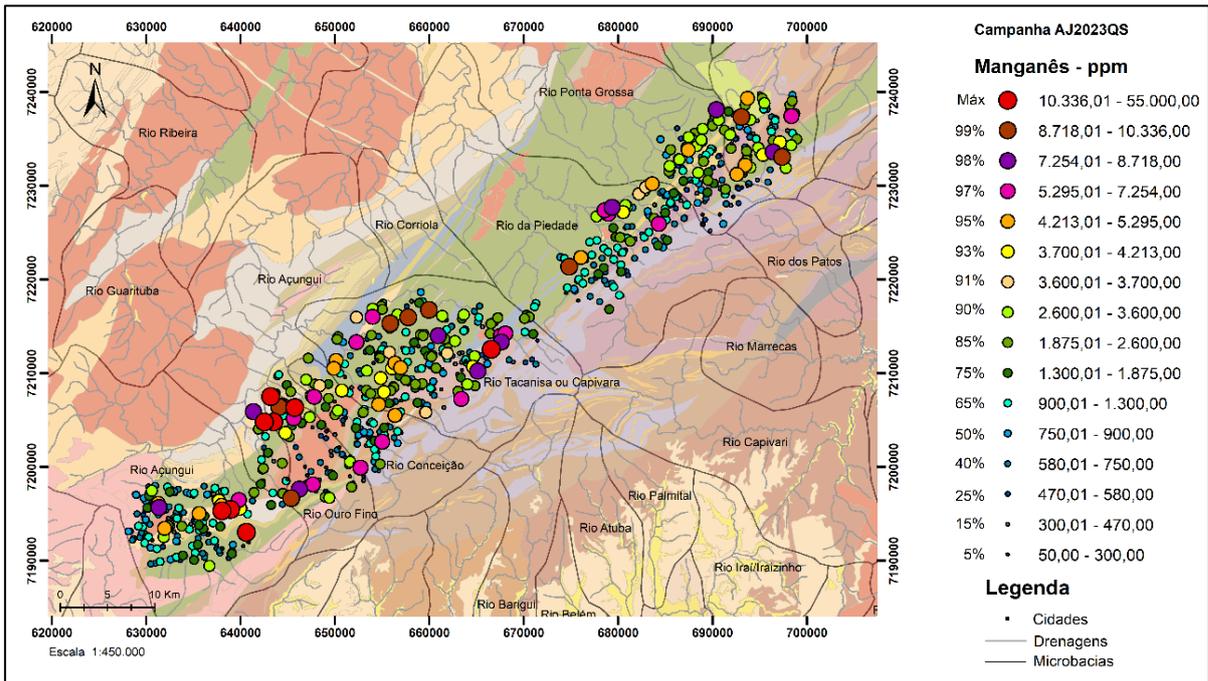
Mapa de distribuição espacial do Cobalto (Co), em ppm.



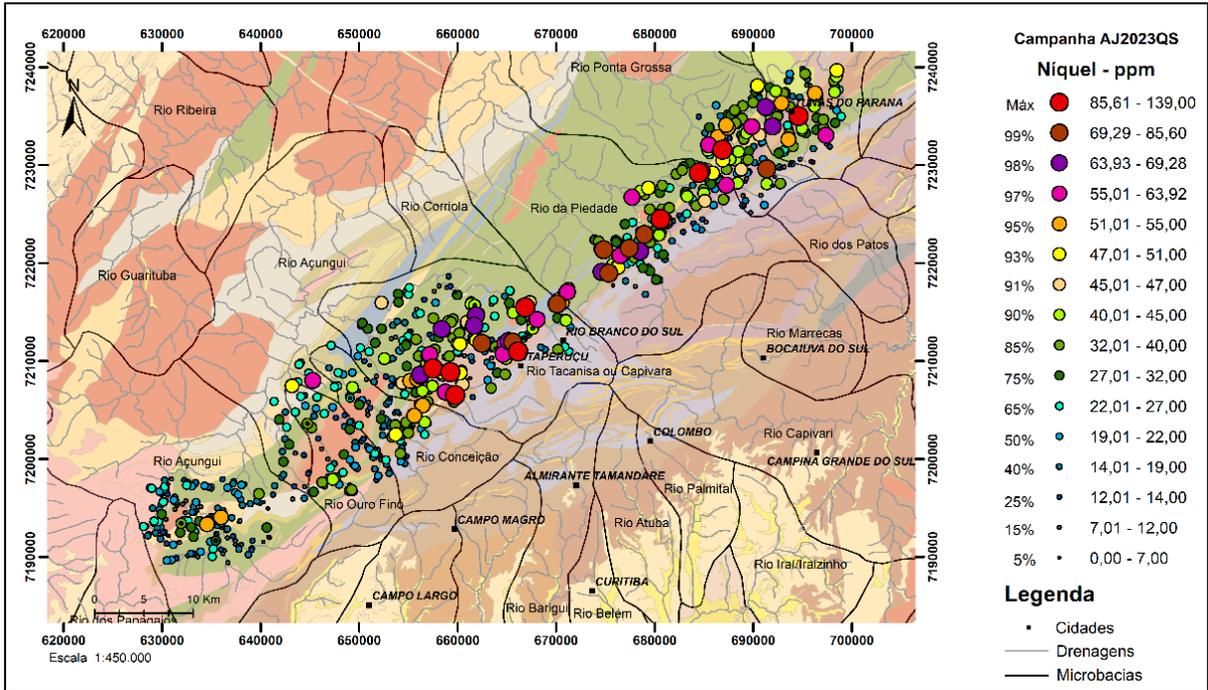
Mapa de distribuição espacial do Cobre (Cu), em ppm.



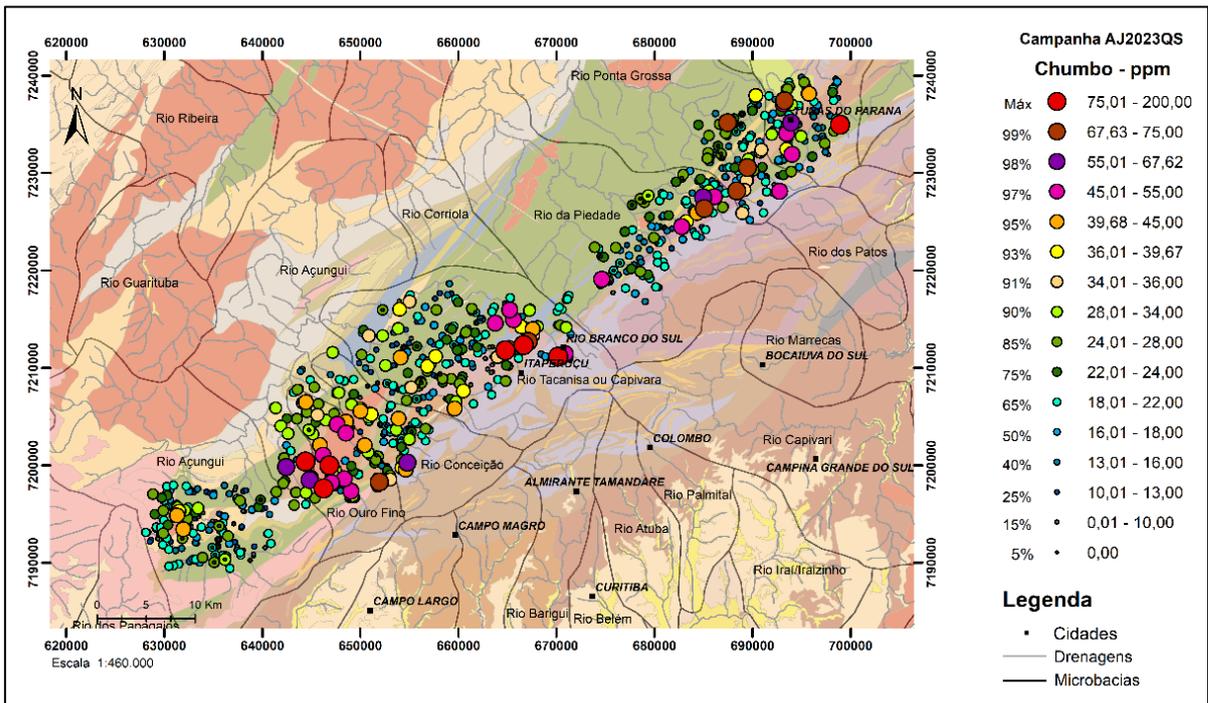
. Mapa de distribuição espacial do Ferro (Fe), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Manganês (Mn), em ppm.

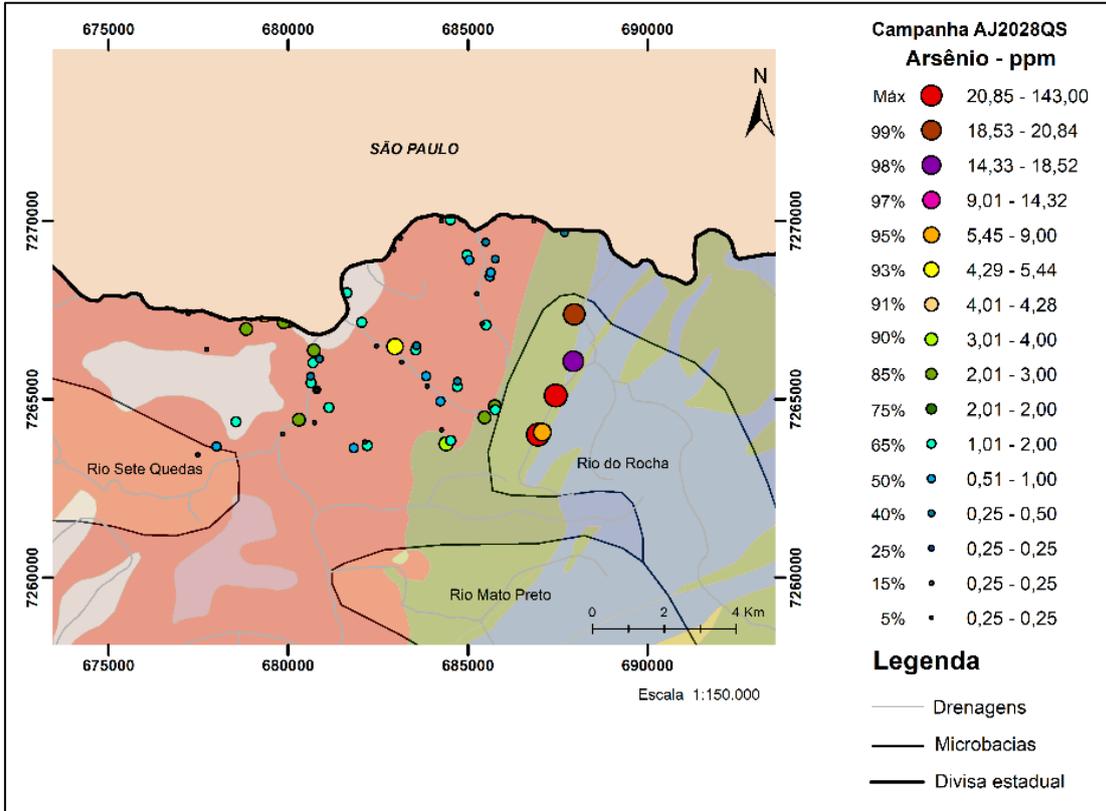


Mapa de distribuição espacial do Níquel (Ni), em ppm.

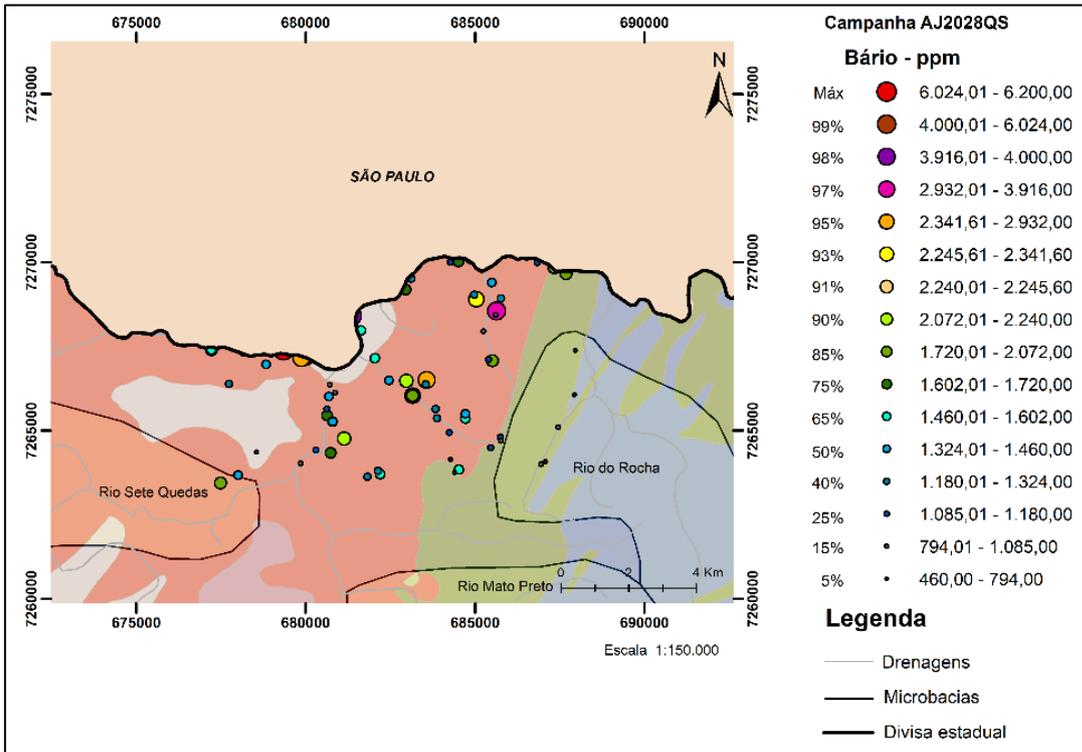


Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

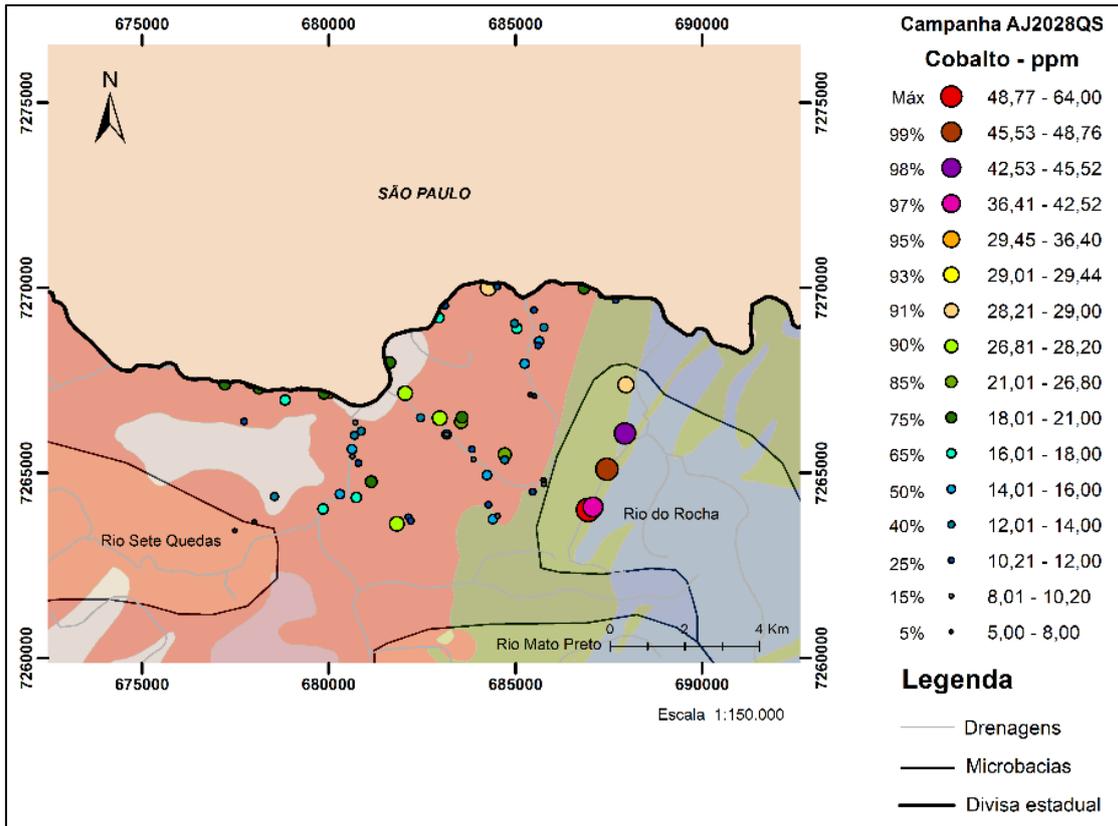
ANEXO X



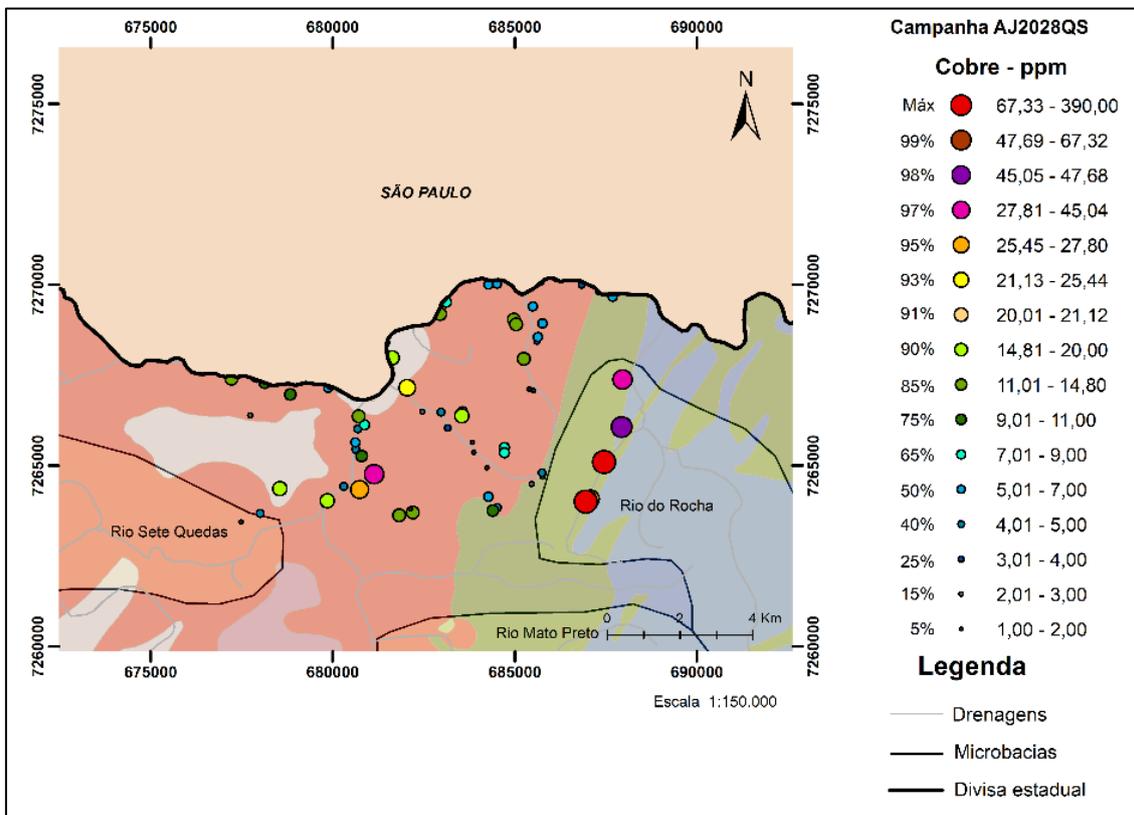
Mapa de distribuição espacial do Arsênio (As), em ppm.



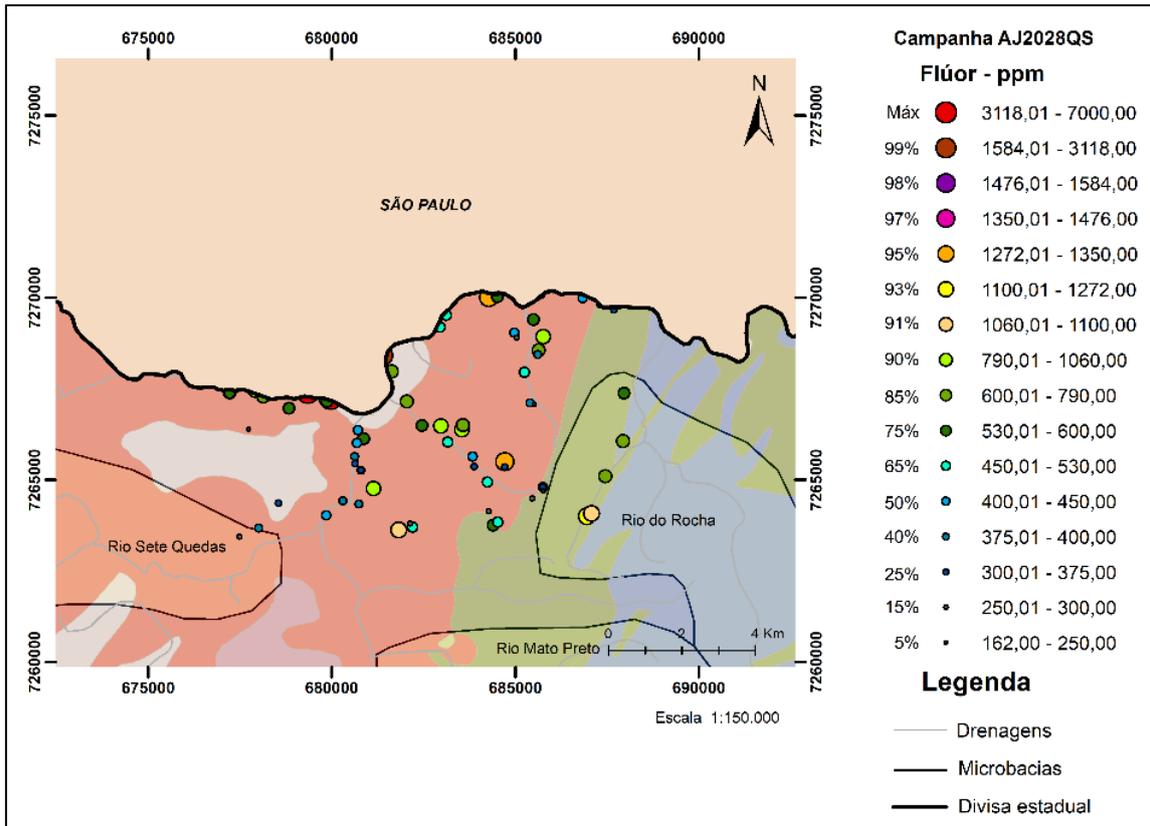
Mapa de distribuição espacial do Bário (Ba), em ppm.



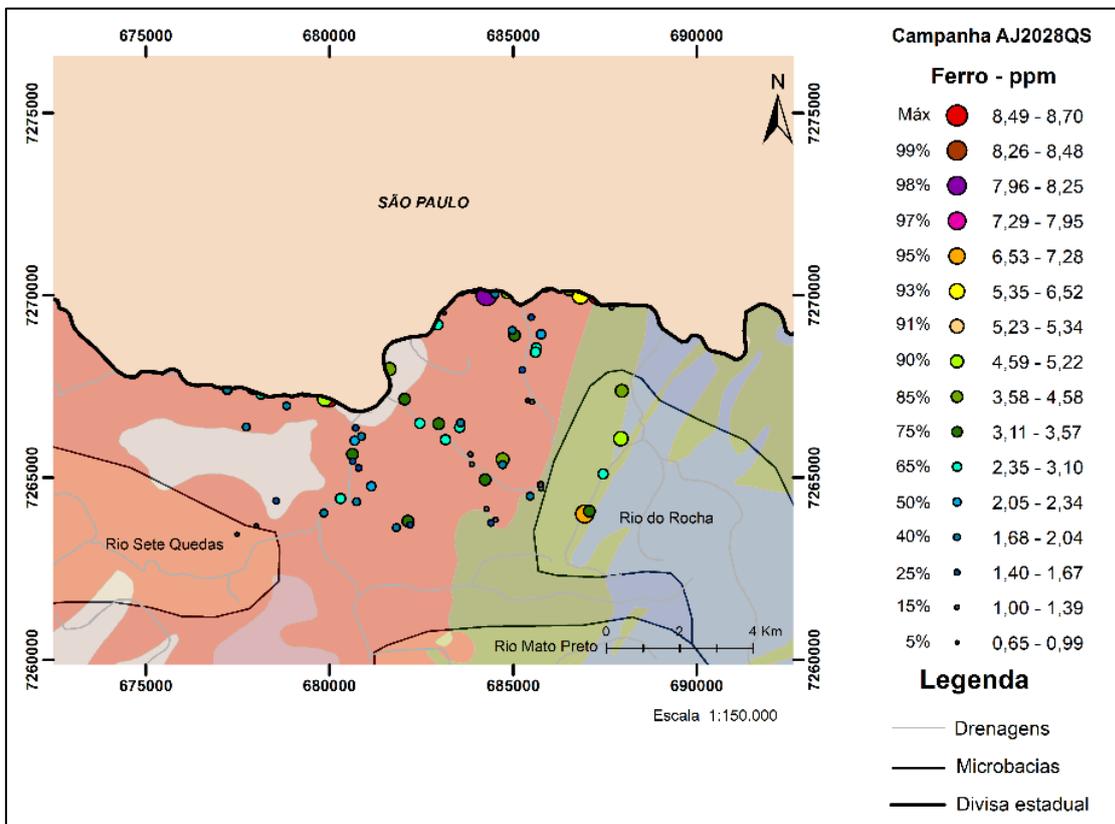
Mapa de distribuição espacial do Cobalto (Co), em ppm.



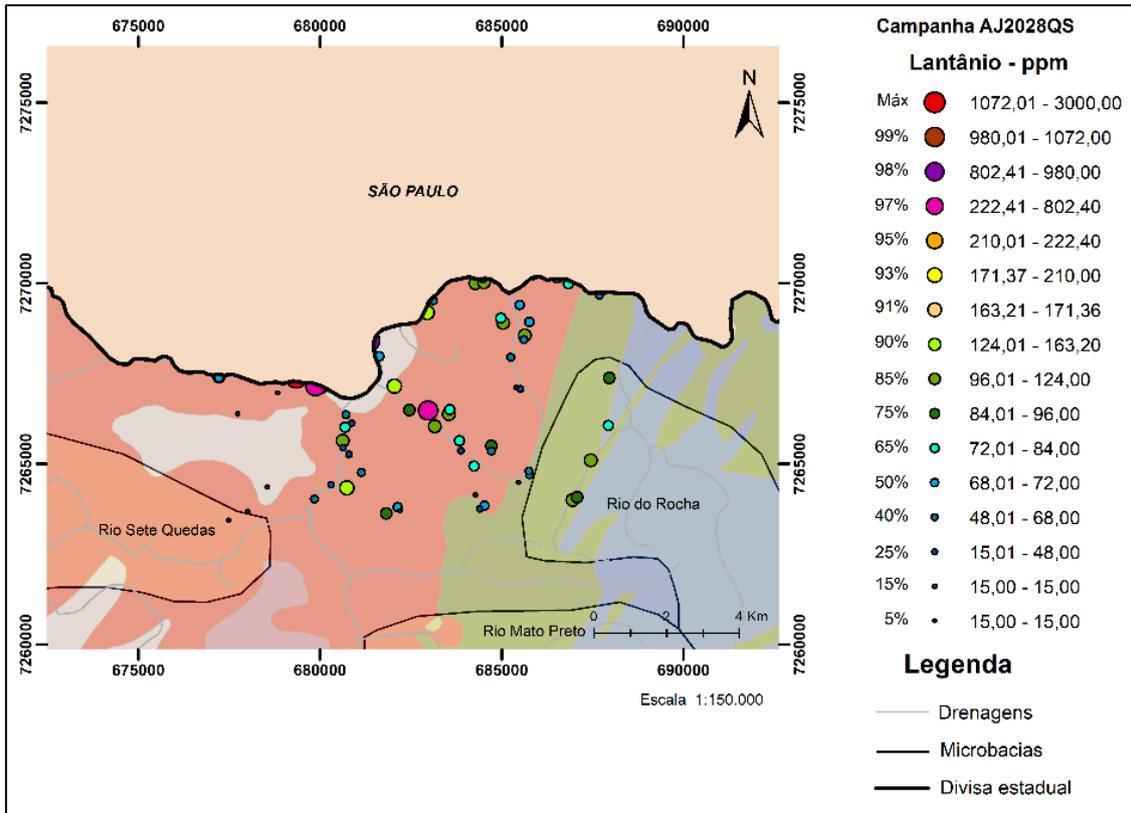
Mapa de distribuição espacial do Cobre (Cu), em ppm.



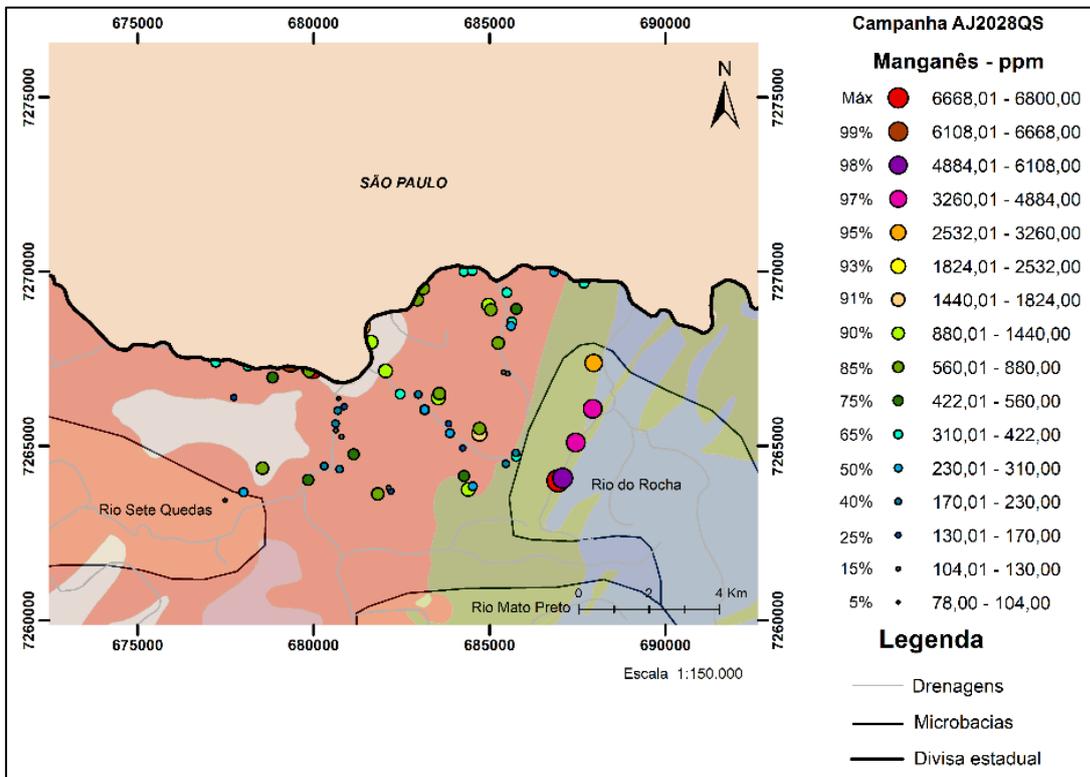
Mapa de distribuição espacial do Flúor (F), em ppm.



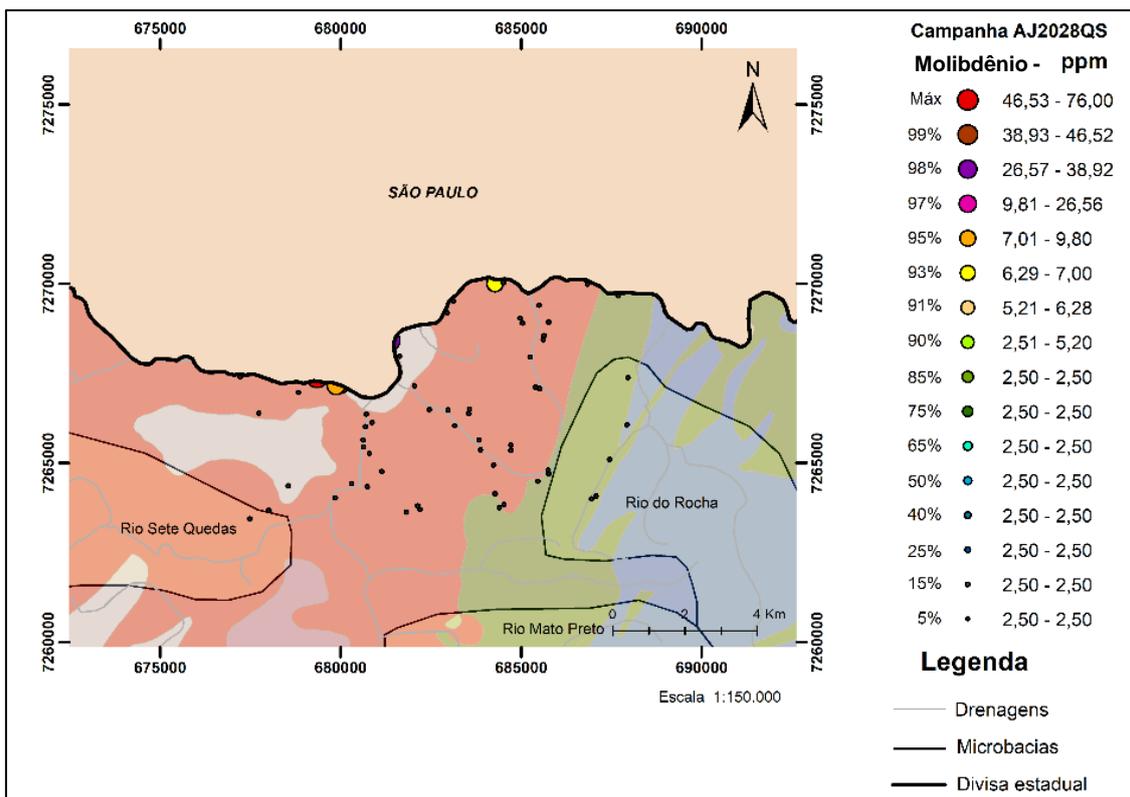
Mapa de distribuição espacial do Ferro (Fe), em ppm.



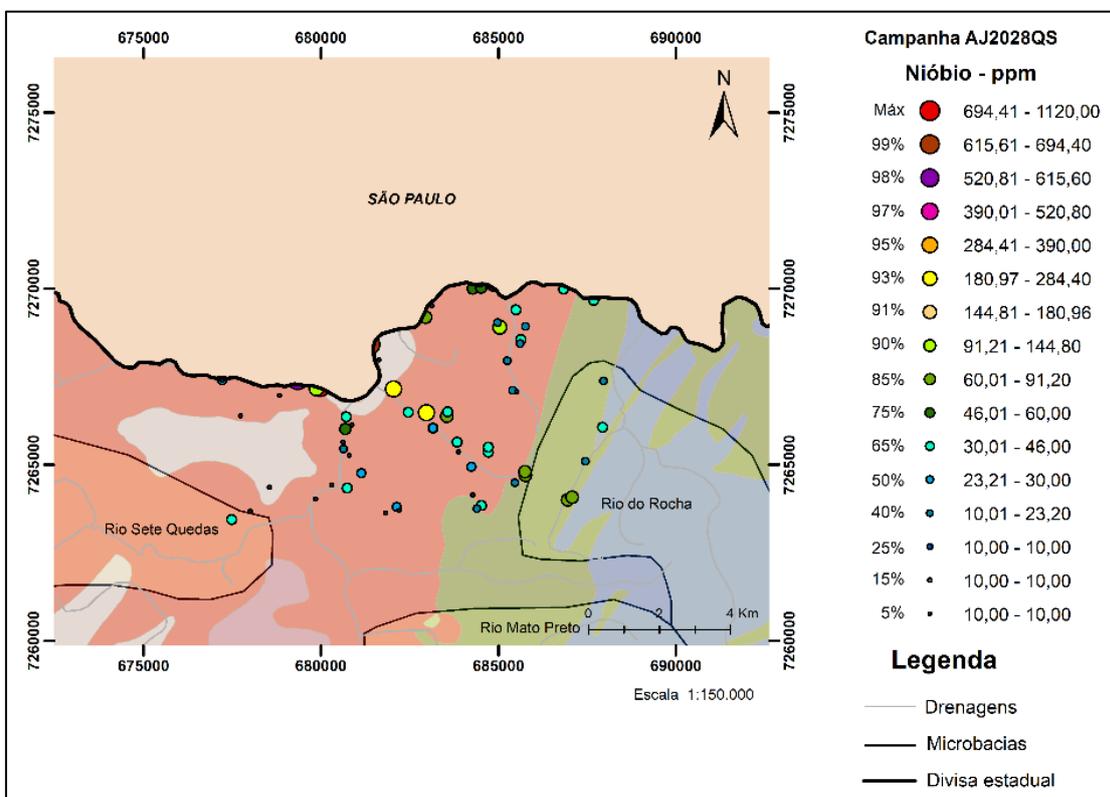
Mapa de distribuição espacial do Lantânio (La), em ppm.



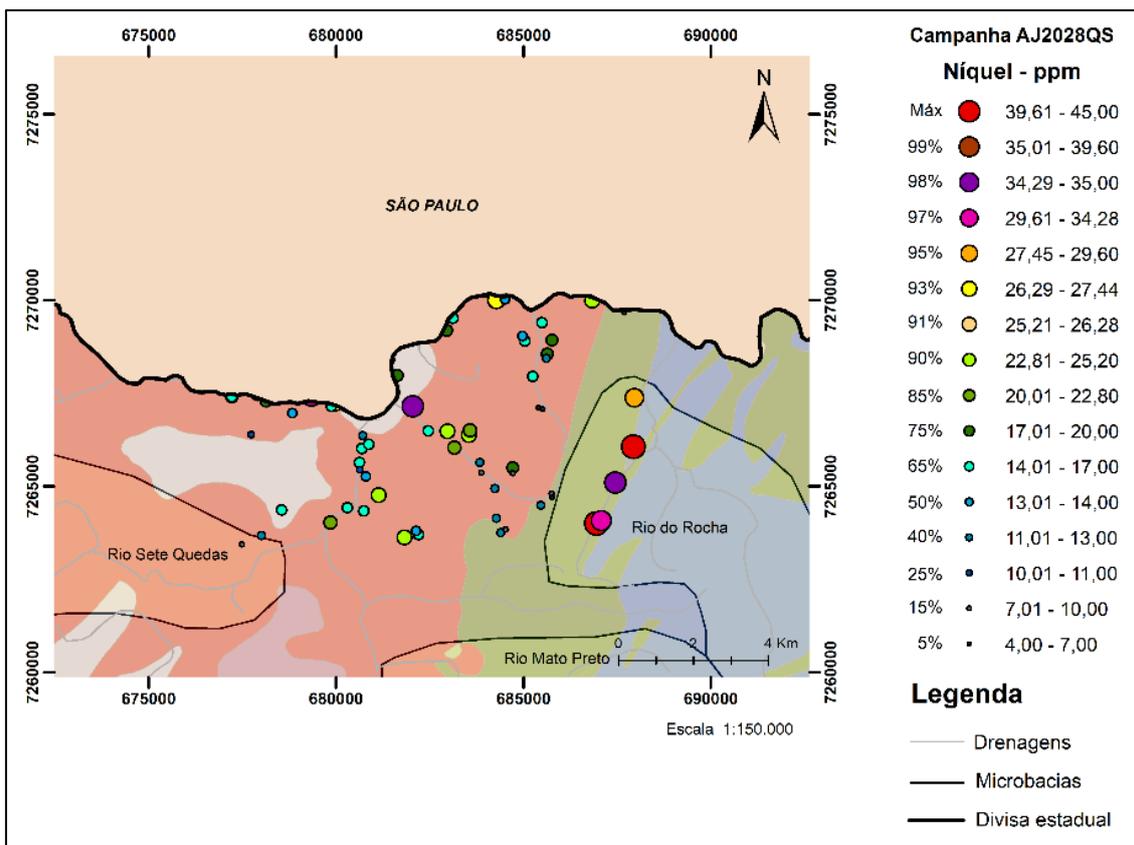
Mapa de distribuição espacial do Manganês (Mn), em ppm.



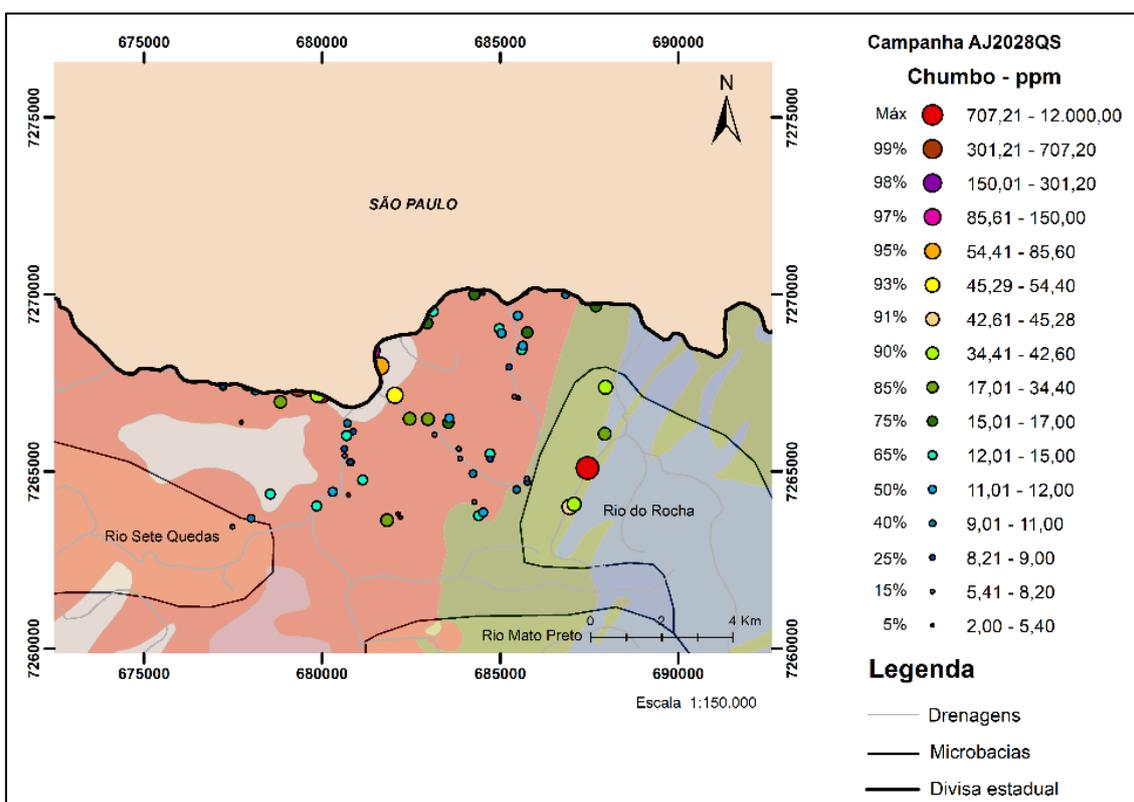
Mapa de distribuição espacial do Molibdênio (Mo), em ppm.



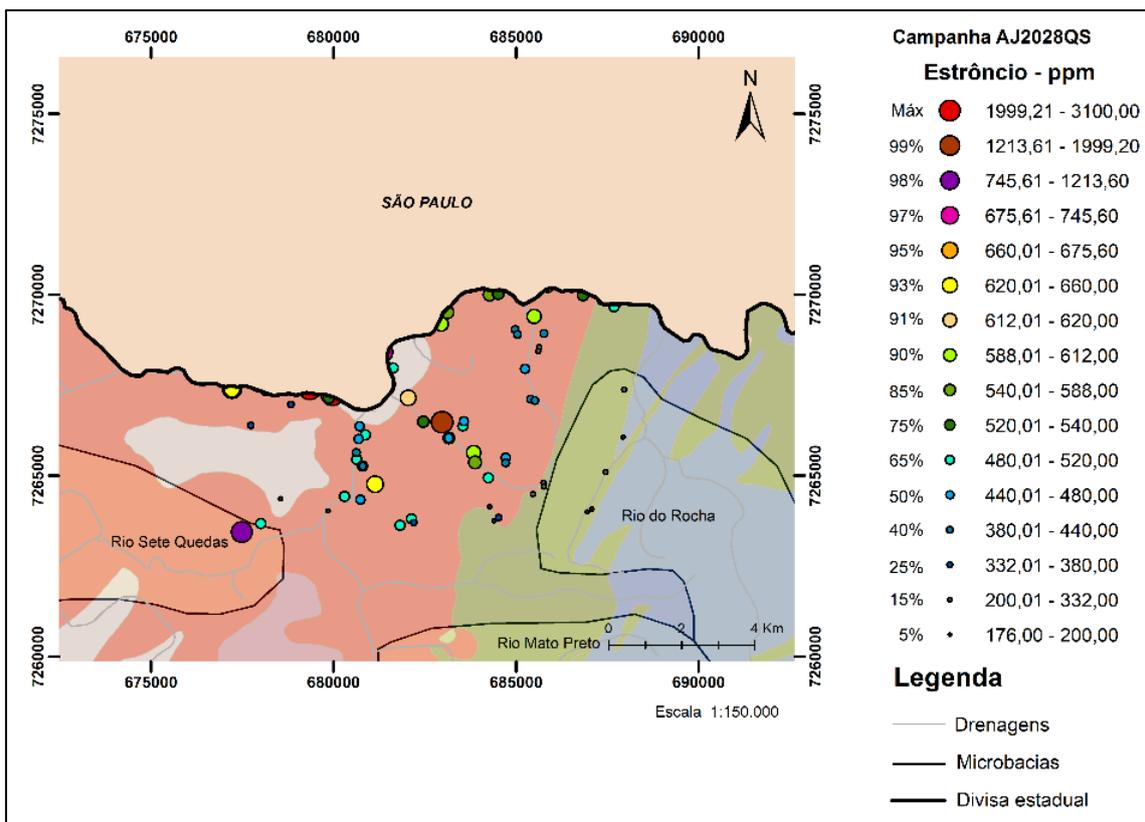
Mapa de distribuição espacial do Nióbio (Nb), em ppm.



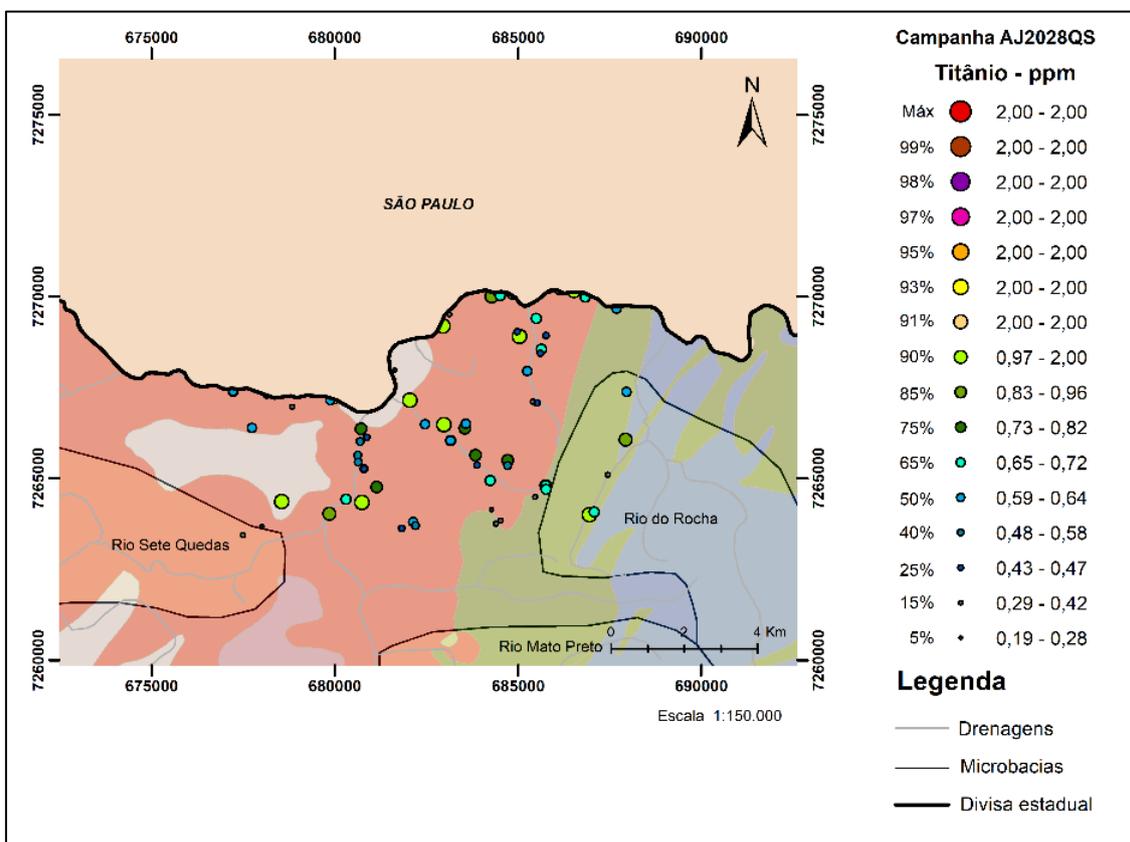
Mapa de distribuição espacial do Níquel (Ni), em ppm.



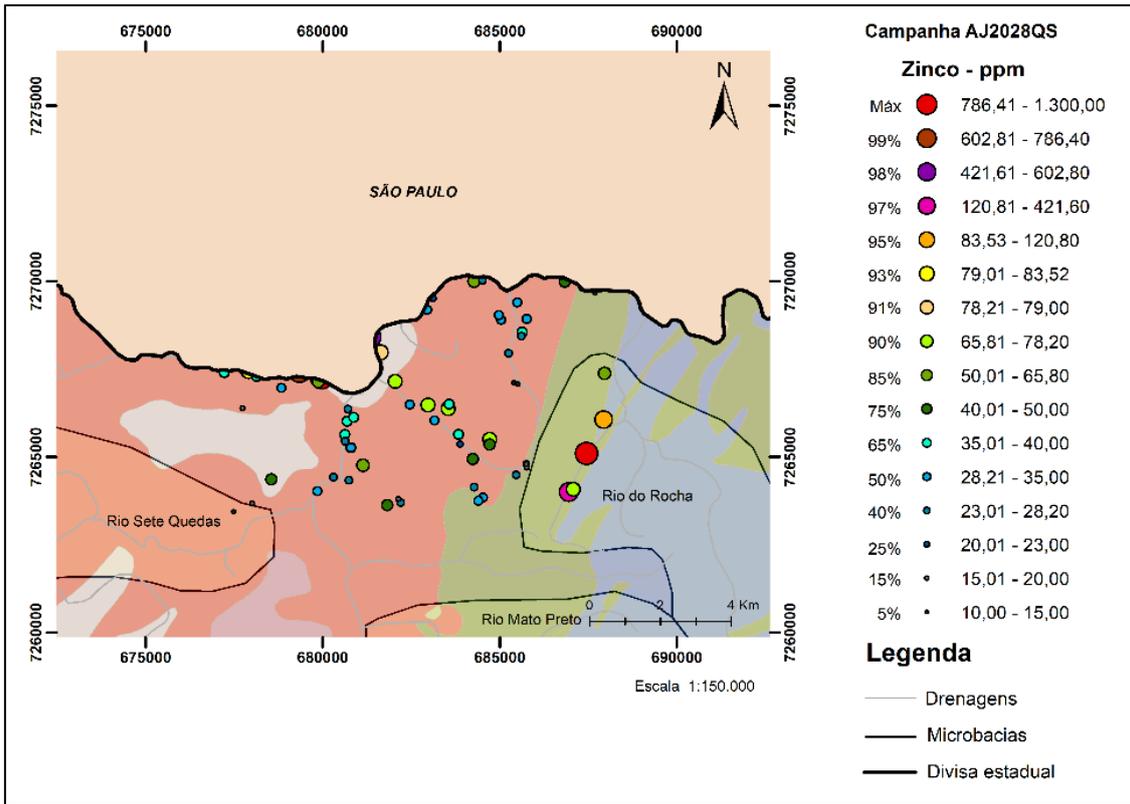
Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Estrôncio (Sr), em ppm.

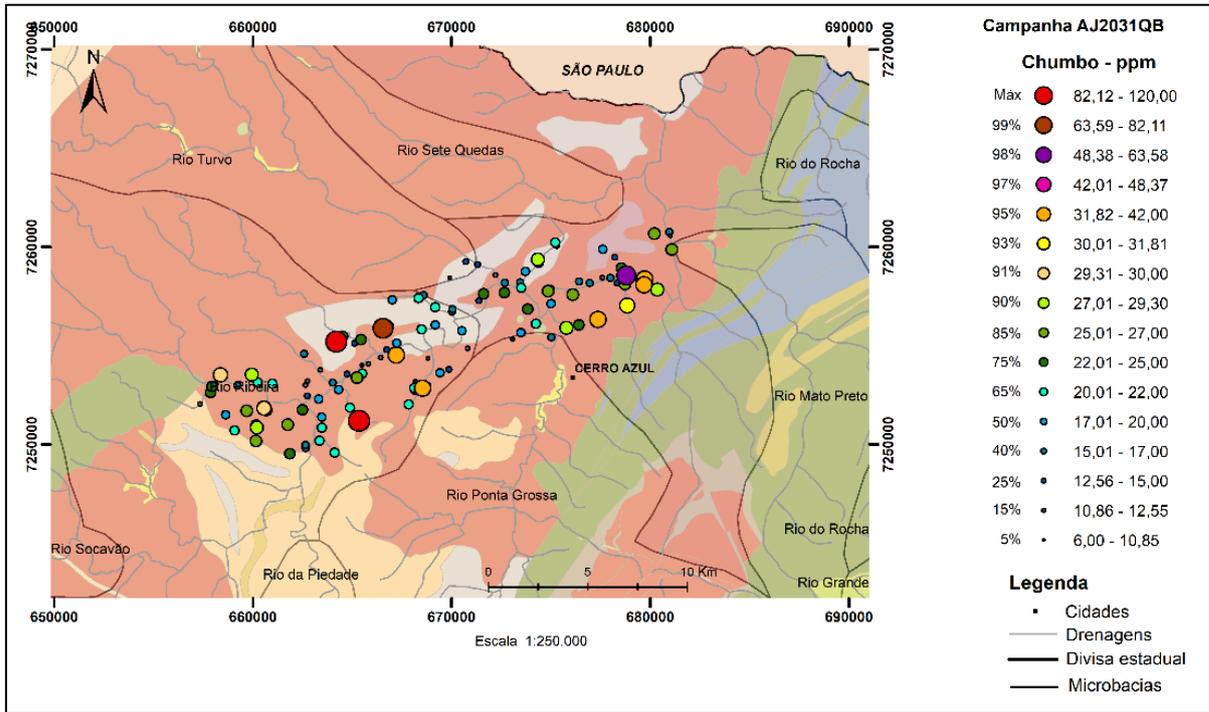


Mapa de distribuição espacial do Titânio (Ti), em ppm.

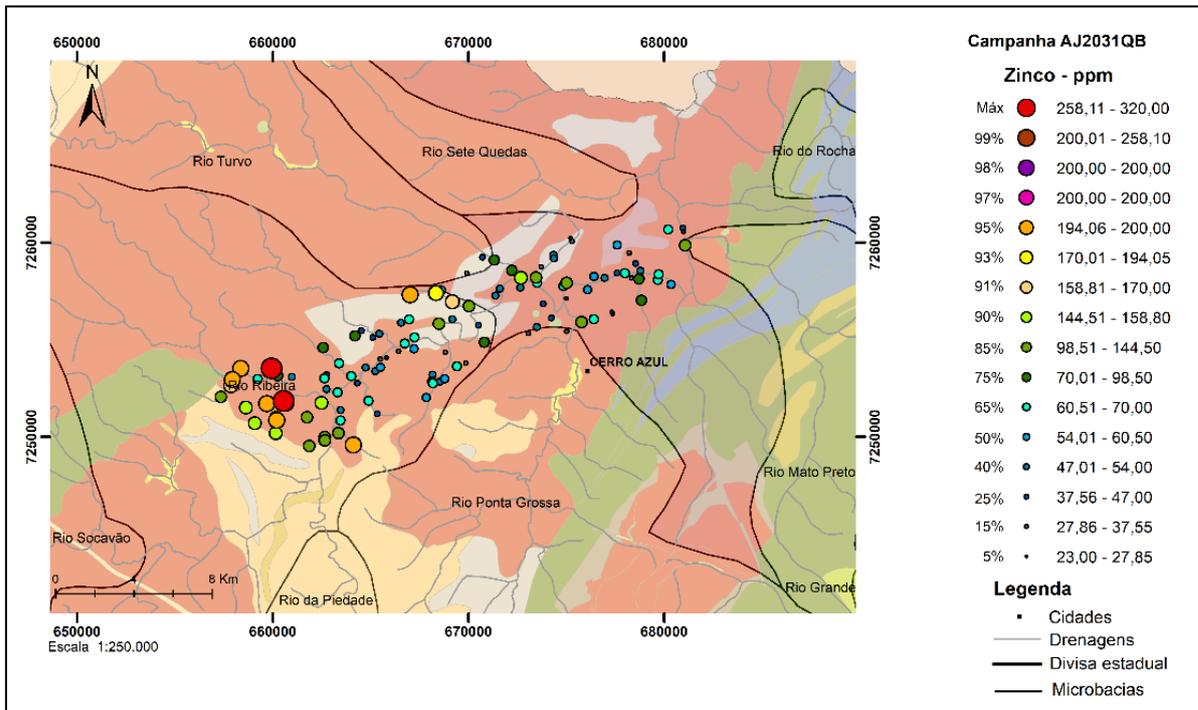


Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.

ANEXO XI

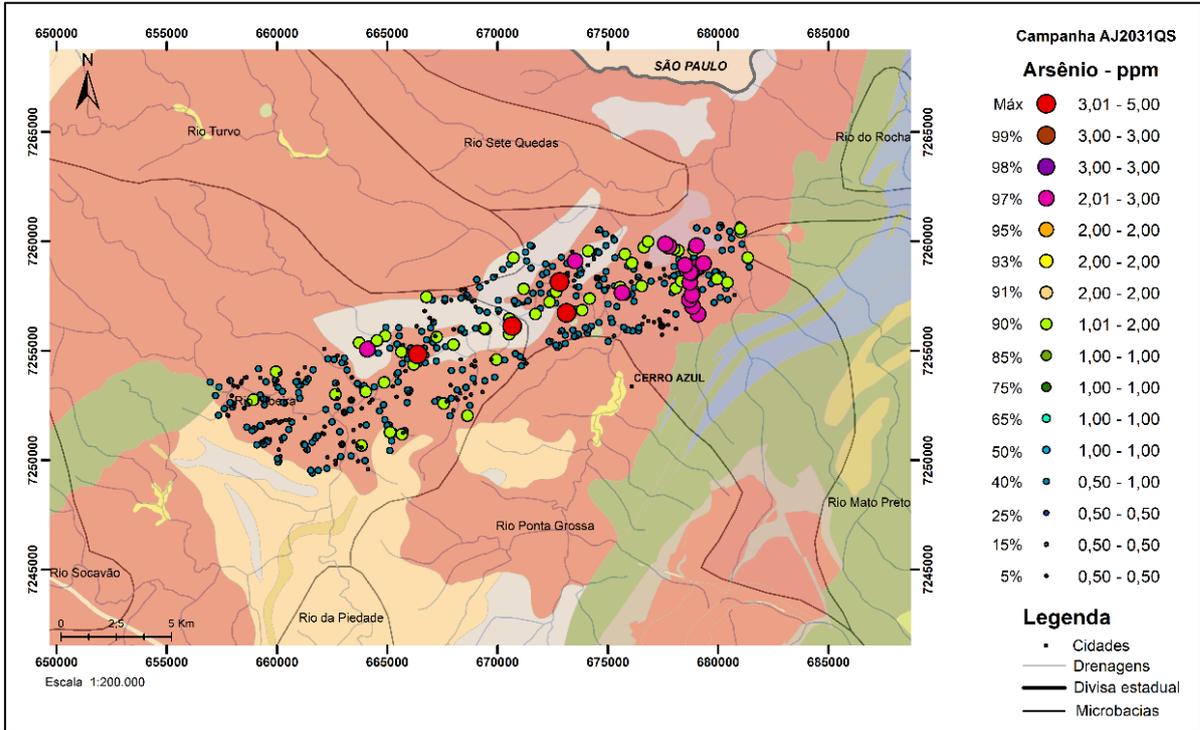


. Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

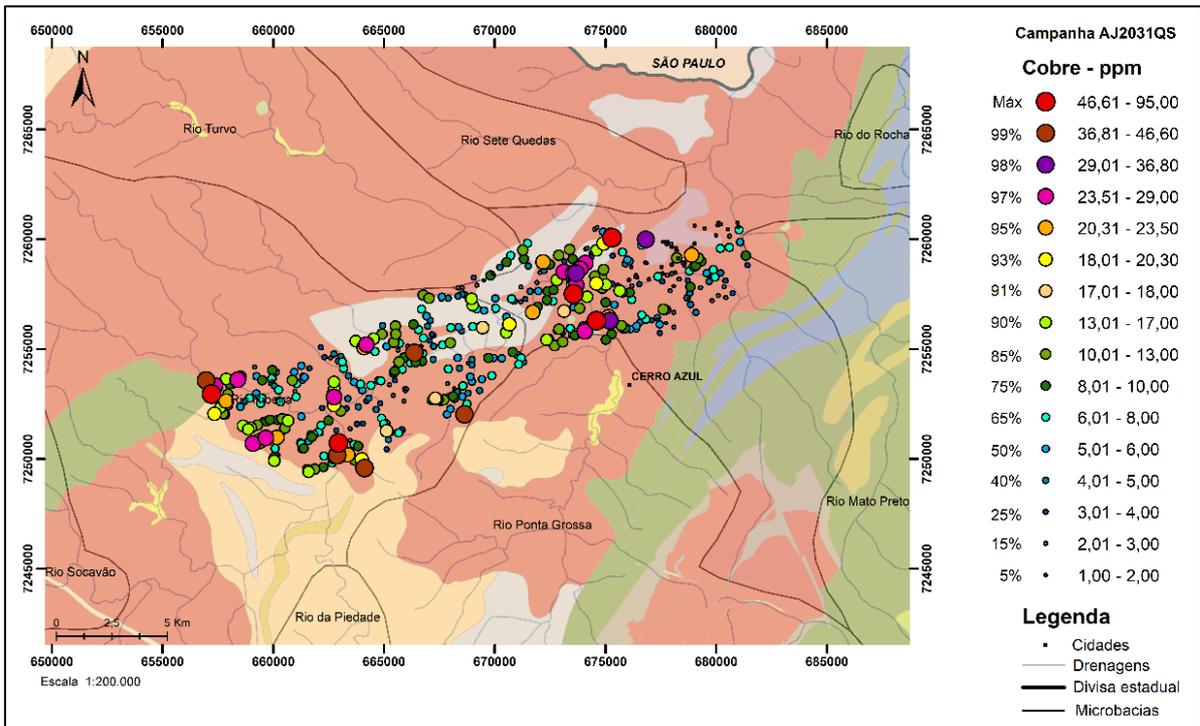


Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.

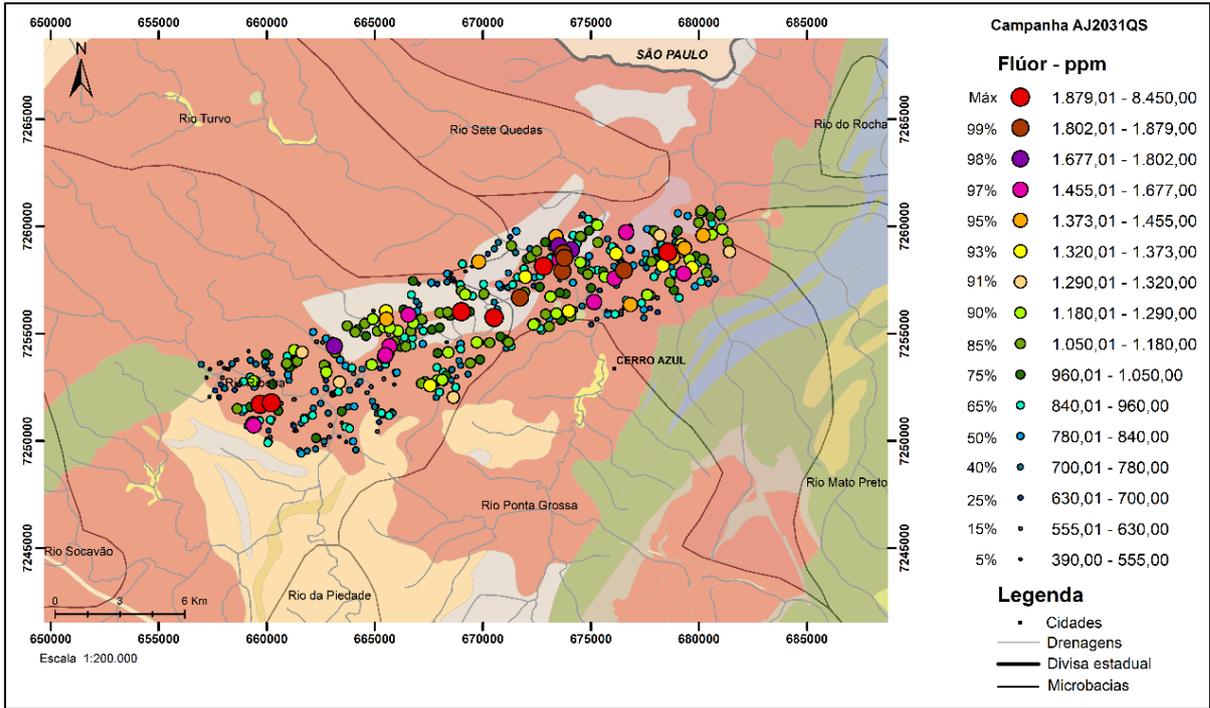
ANEXO XII



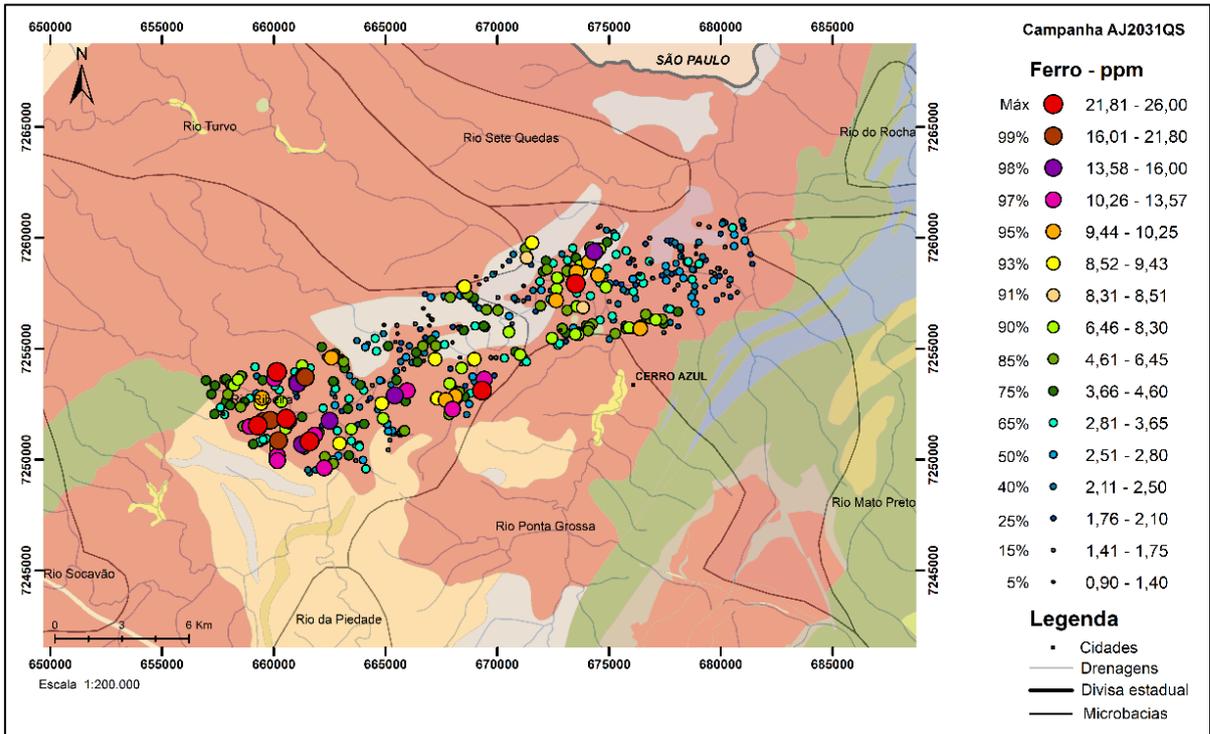
Mapa de distribuição espacial do Arsênio (As), em ppm.



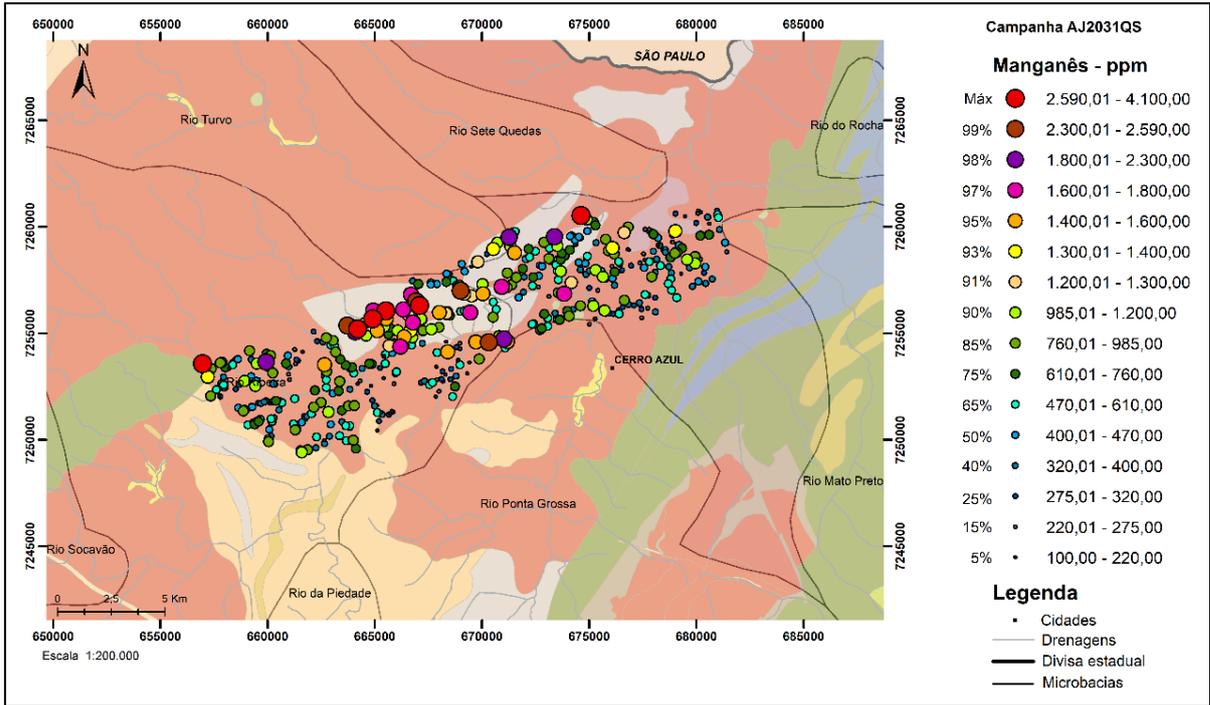
Mapa de distribuição espacial do Cobre (Cu), em ppm.



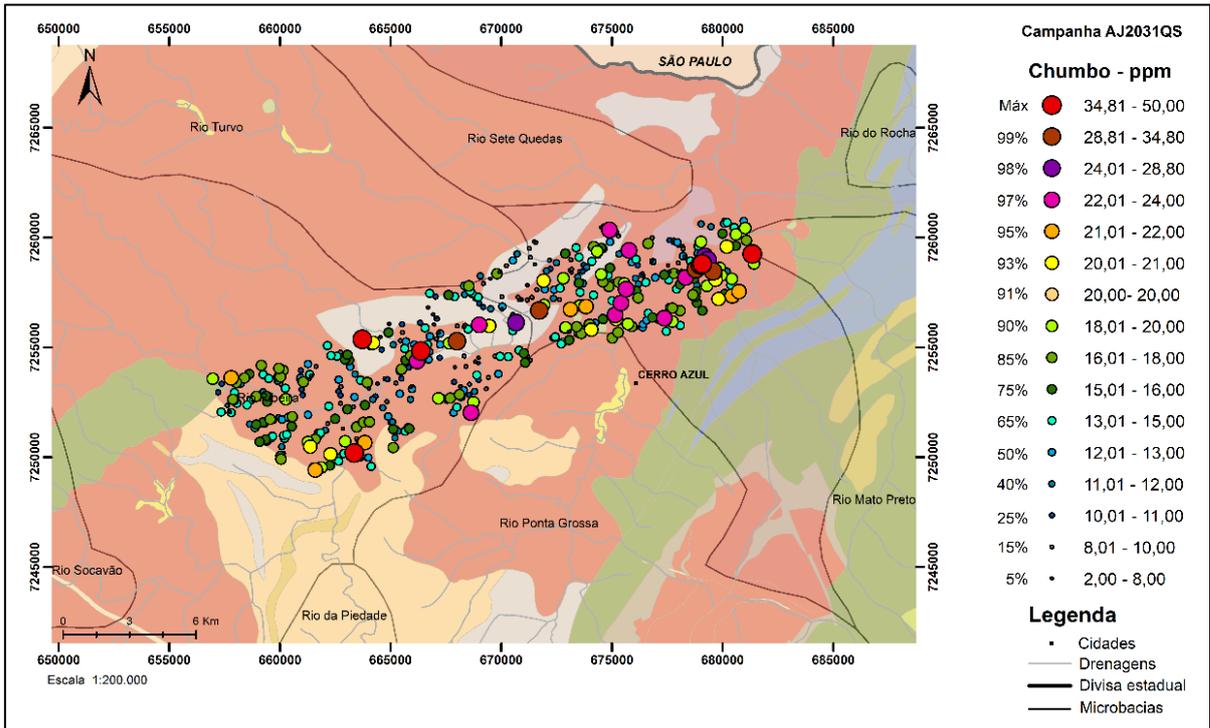
Mapa de distribuição espacial do Flúor (F), em ppm.



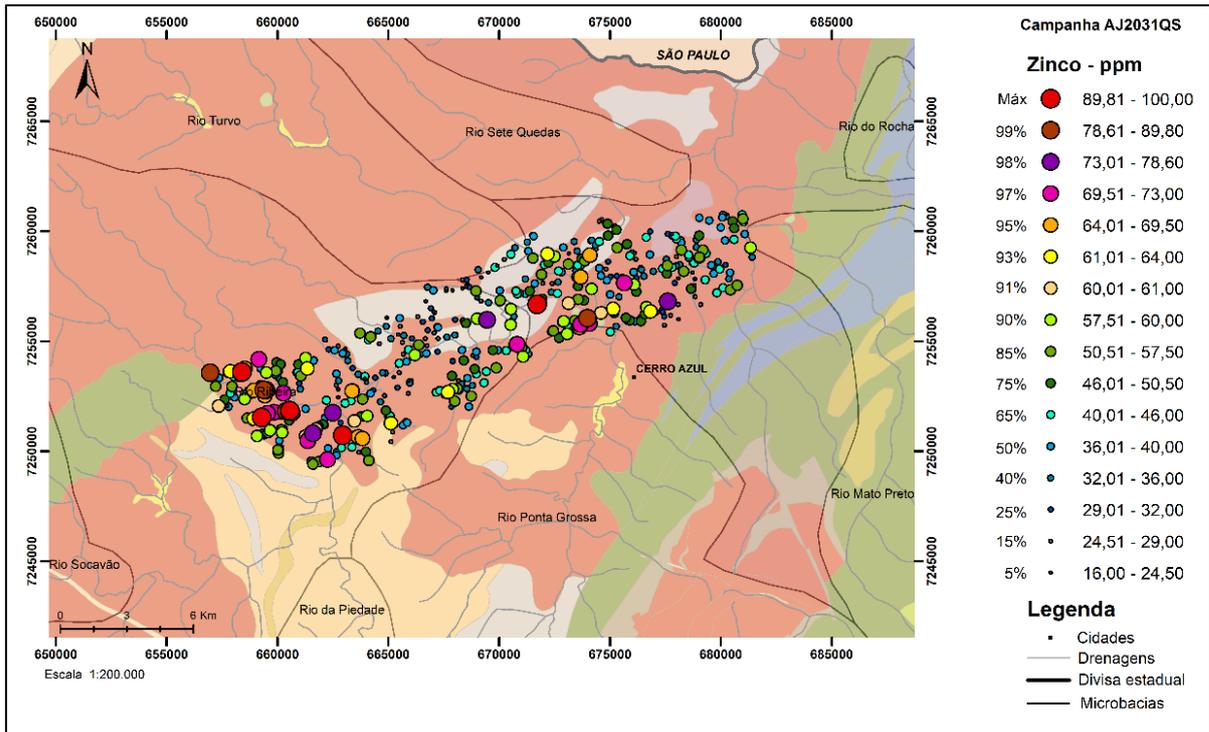
Mapa de distribuição espacial do Ferro (Fe), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Manganês (Mn), em ppm.

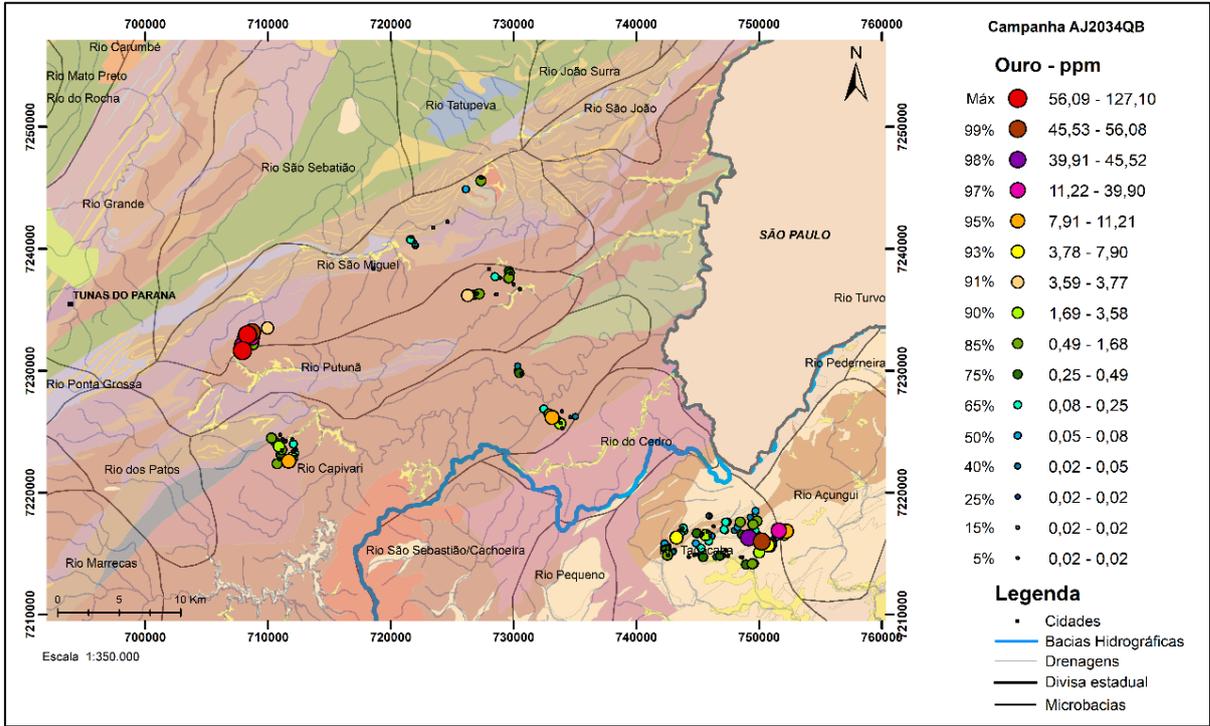


Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

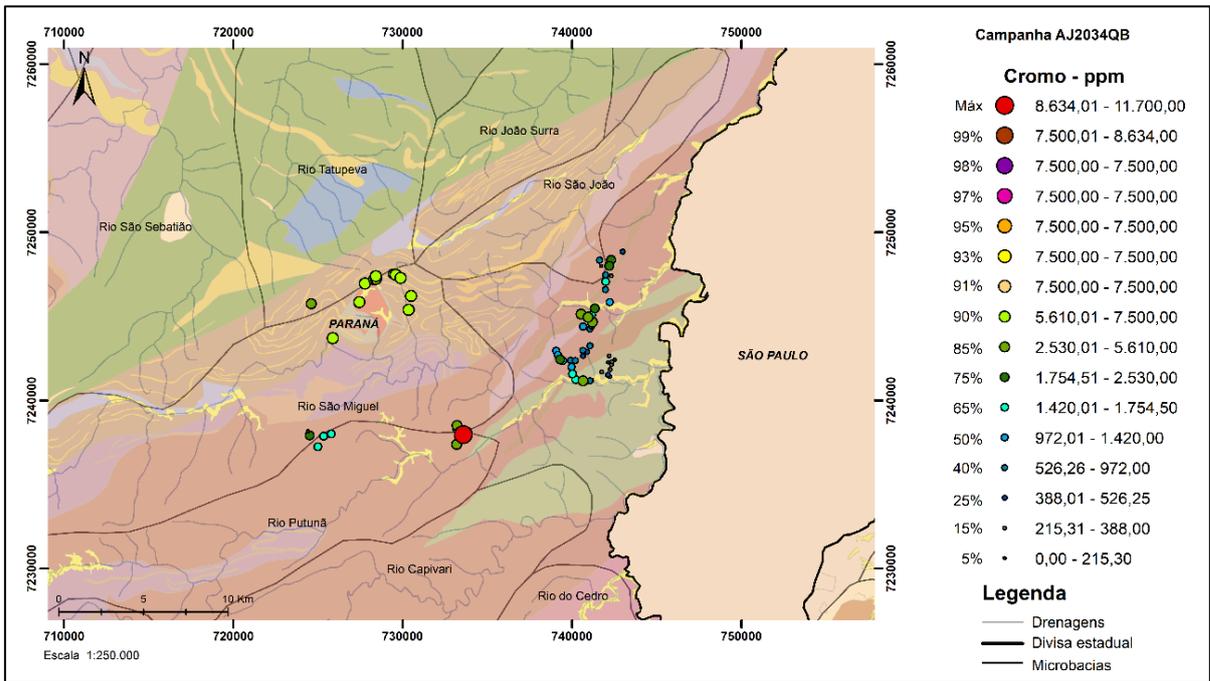


Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.

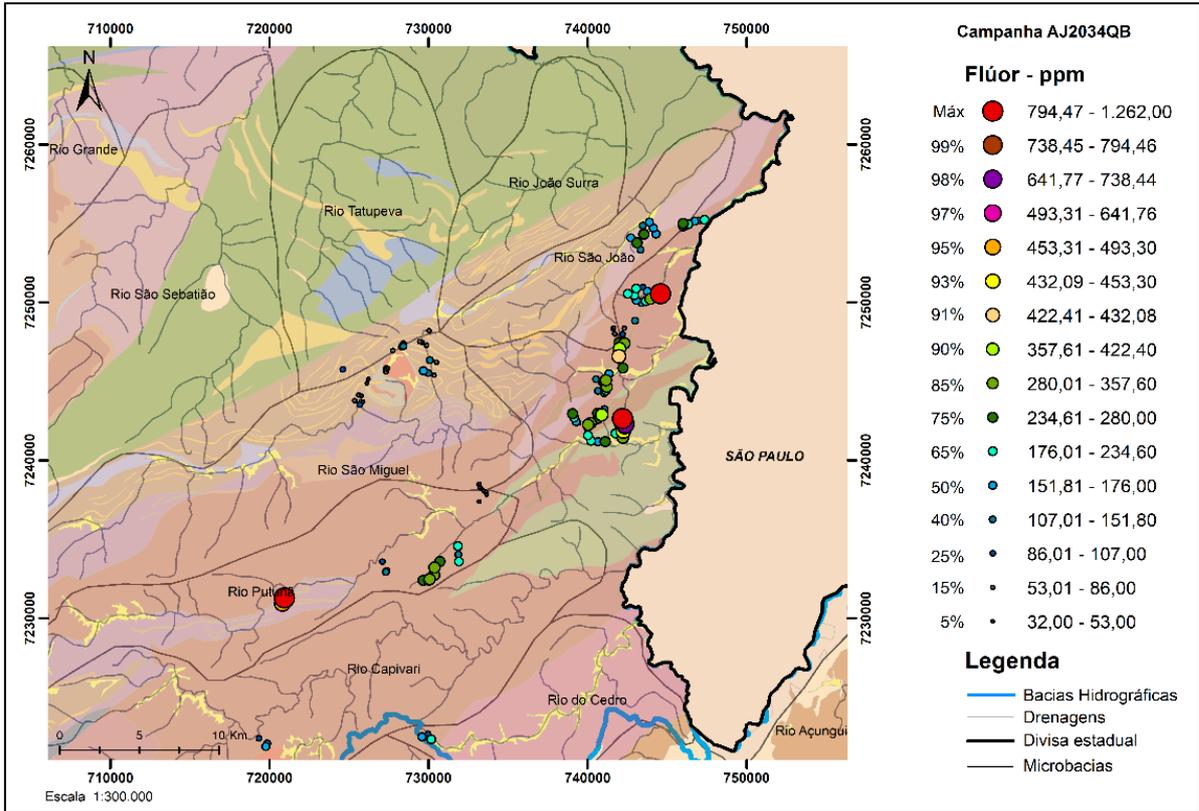
ANEXO XIII



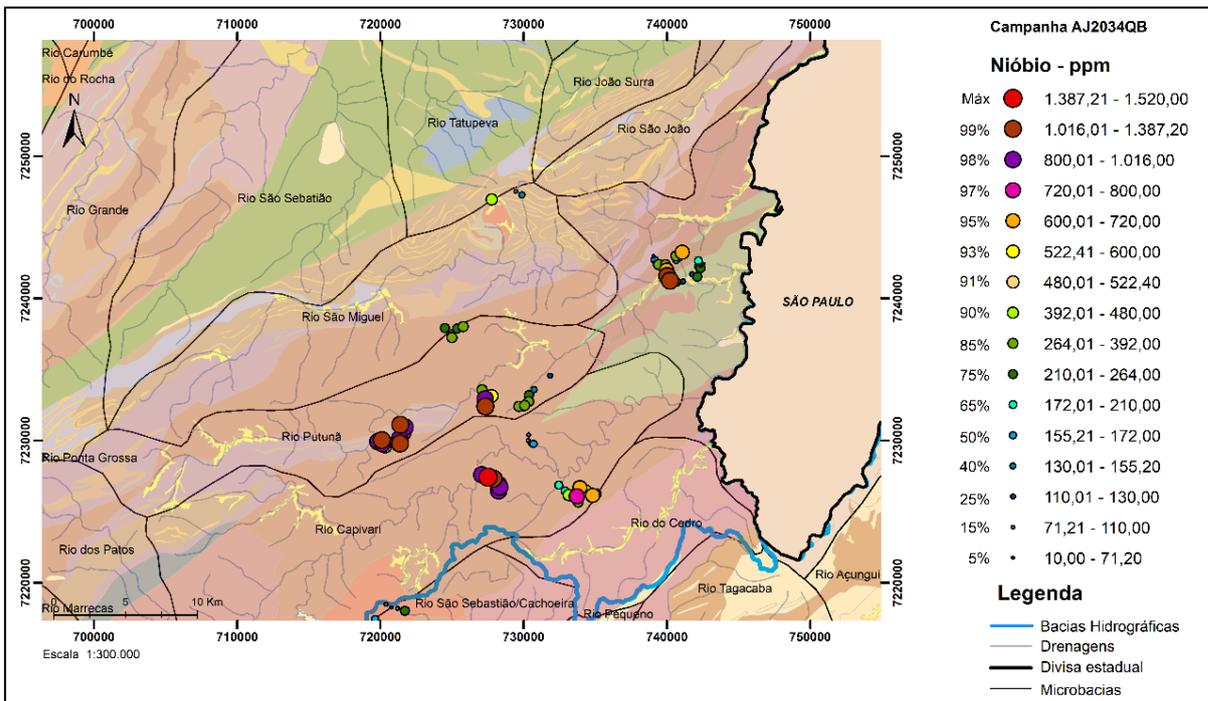
Mapa de distribuição espacial do Ouro (Au), em ppm.



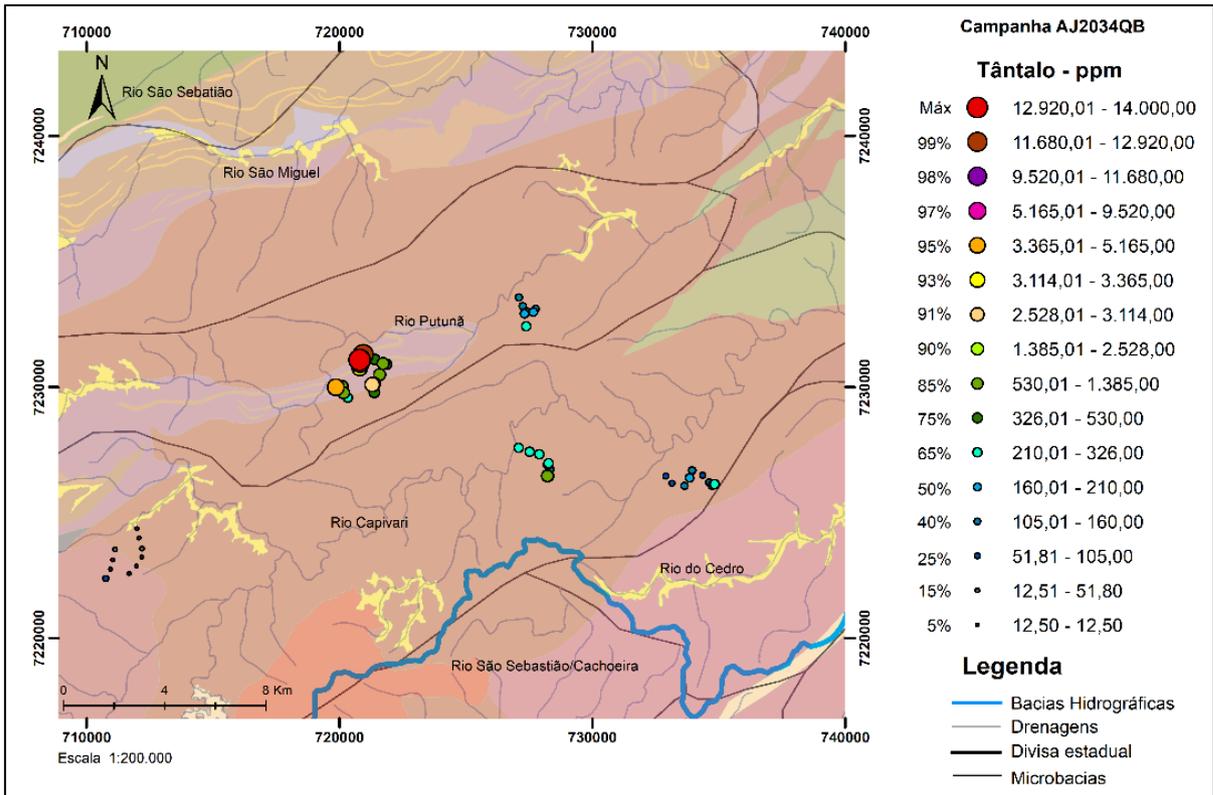
Mapa de distribuição espacial do Cromo (Cr), em ppm.



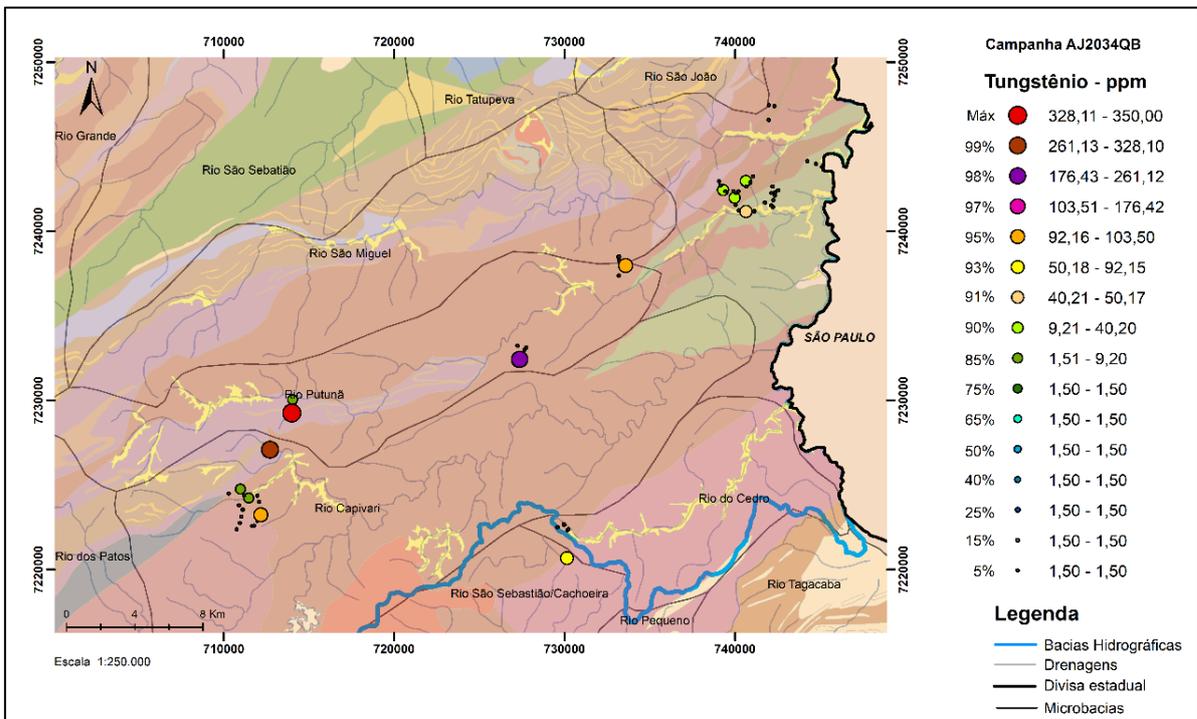
Mapa de distribuição espacial do Flúor (F), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Nióbio (Nb), em ppm.

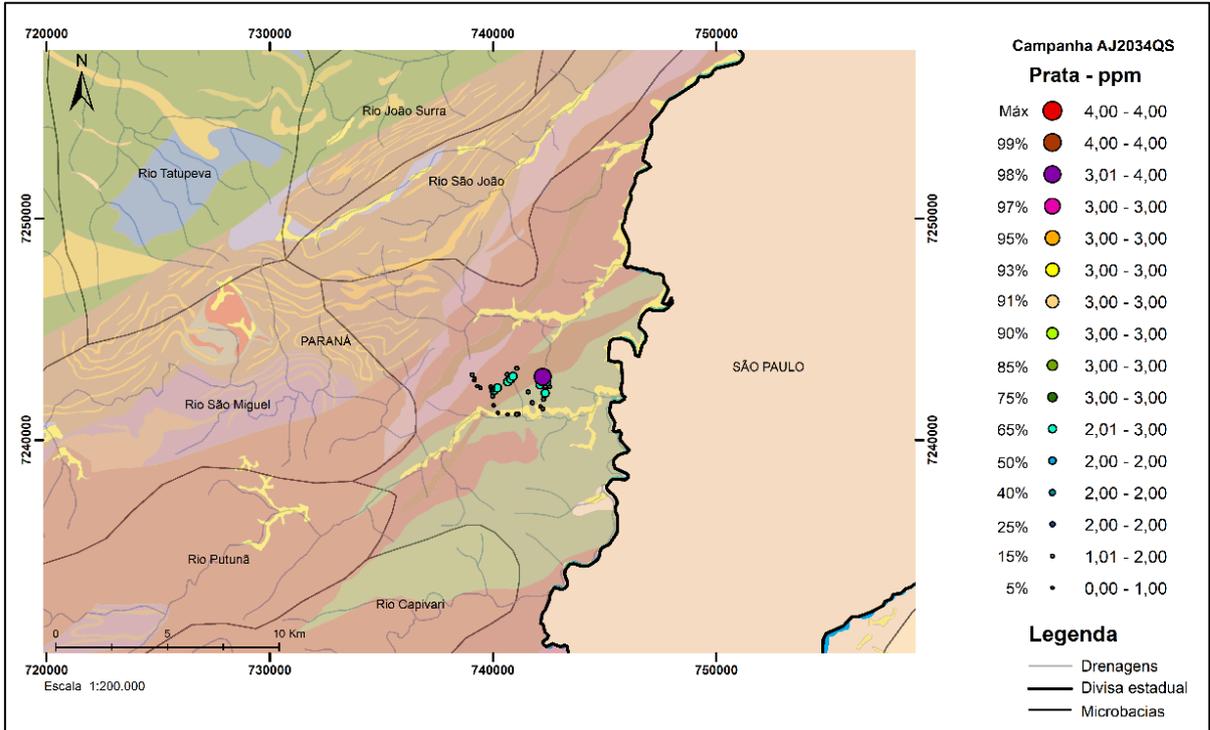


Mapa de distribuição espacial do Tântalo (Ta), em ppm.

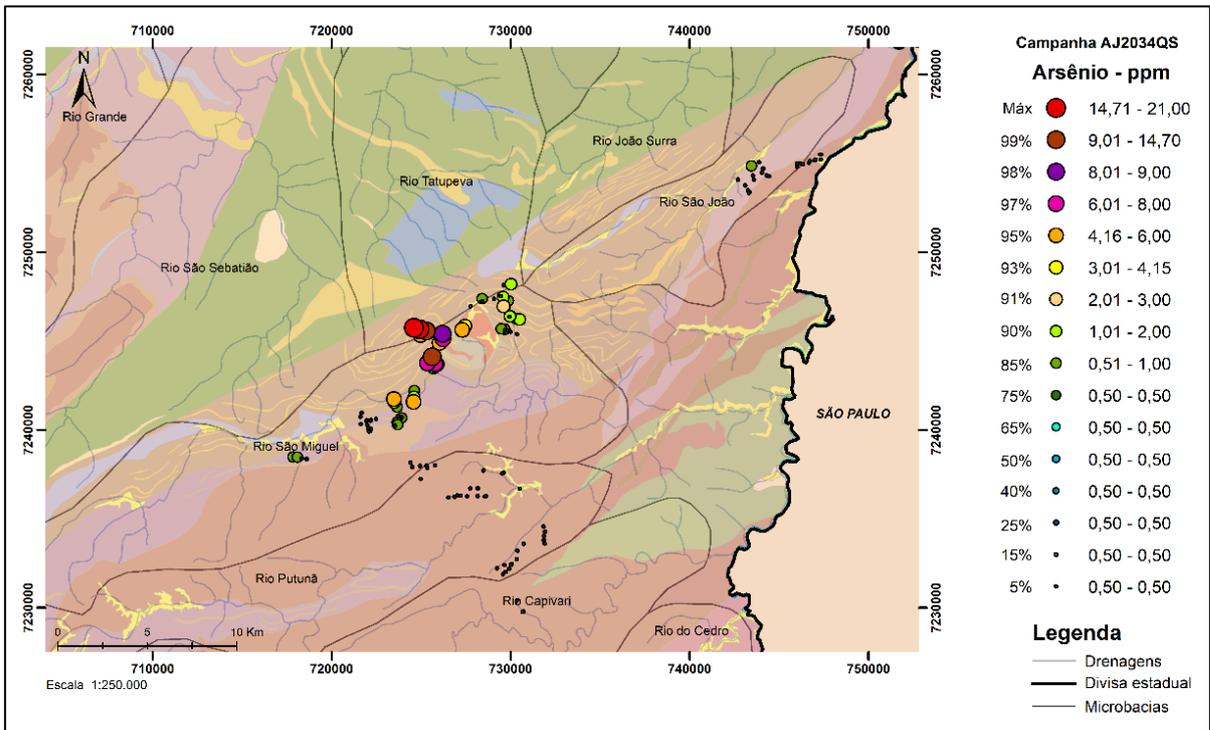


Mapa de distribuição espacial do Tungstênio (W), em ppm.

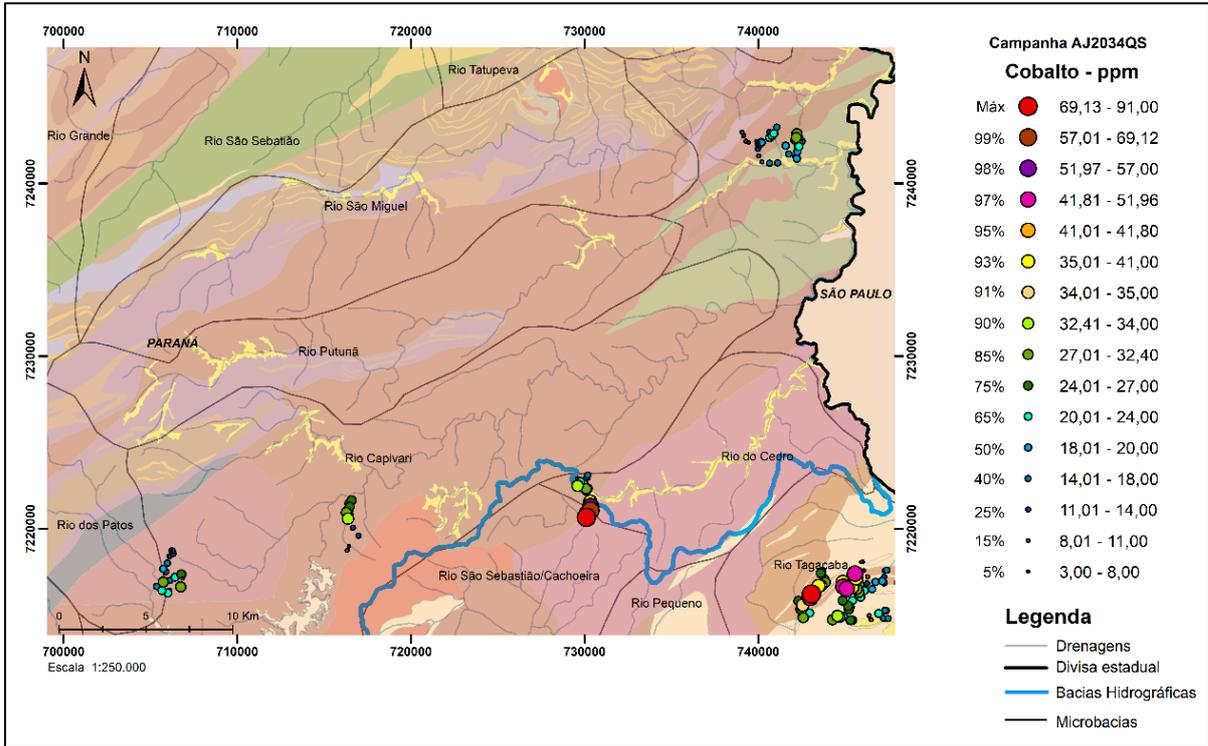
ANEXO XIV



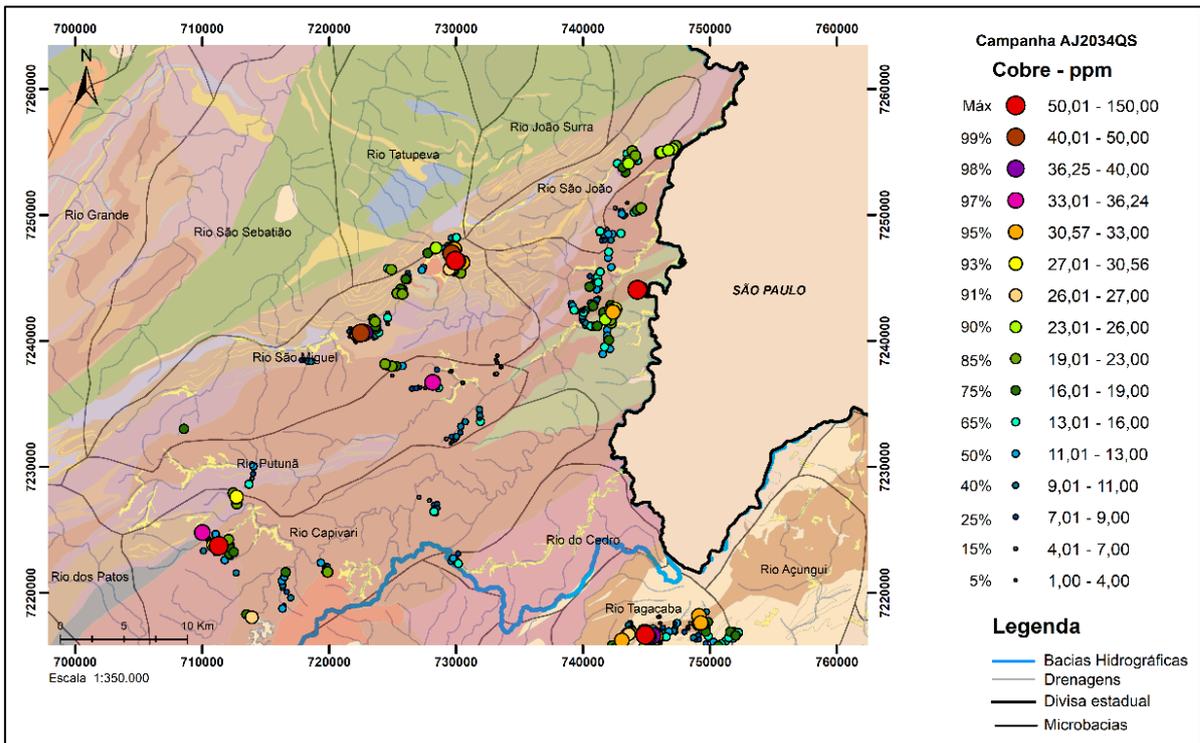
Mapa de distribuição espacial do Prata (Ag), em ppm.



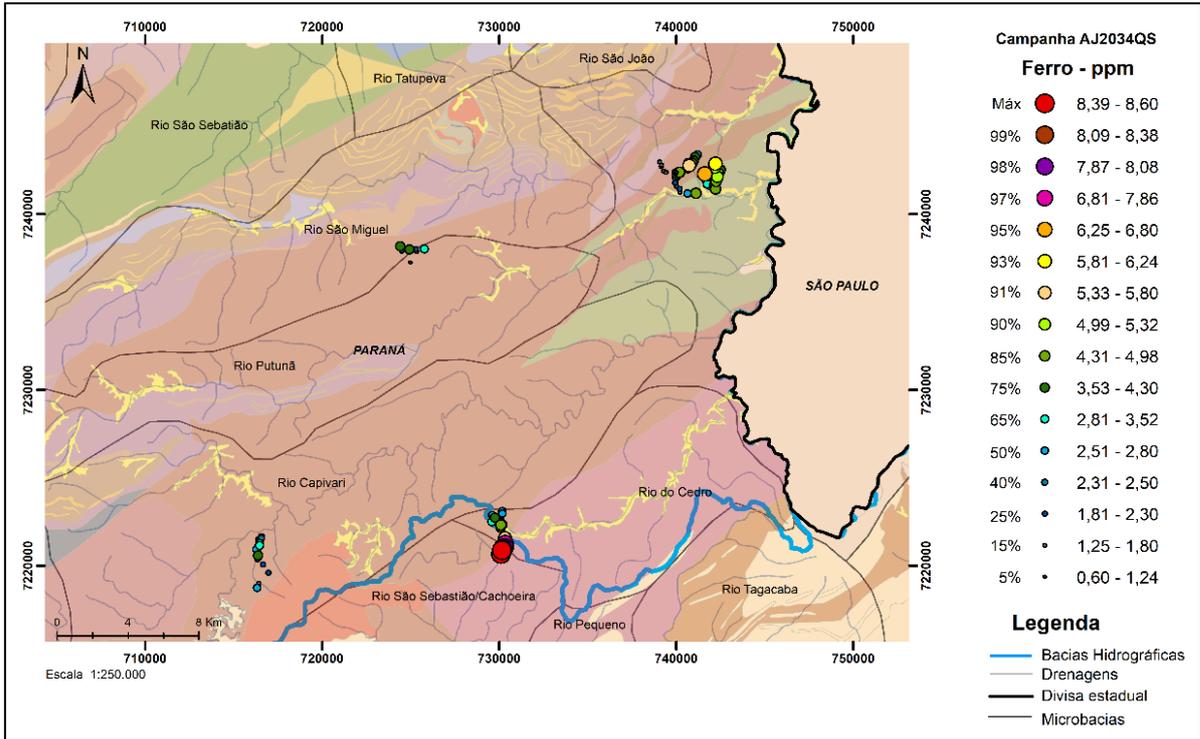
Mapa de distribuição espacial do Arsênio (As), em ppm.



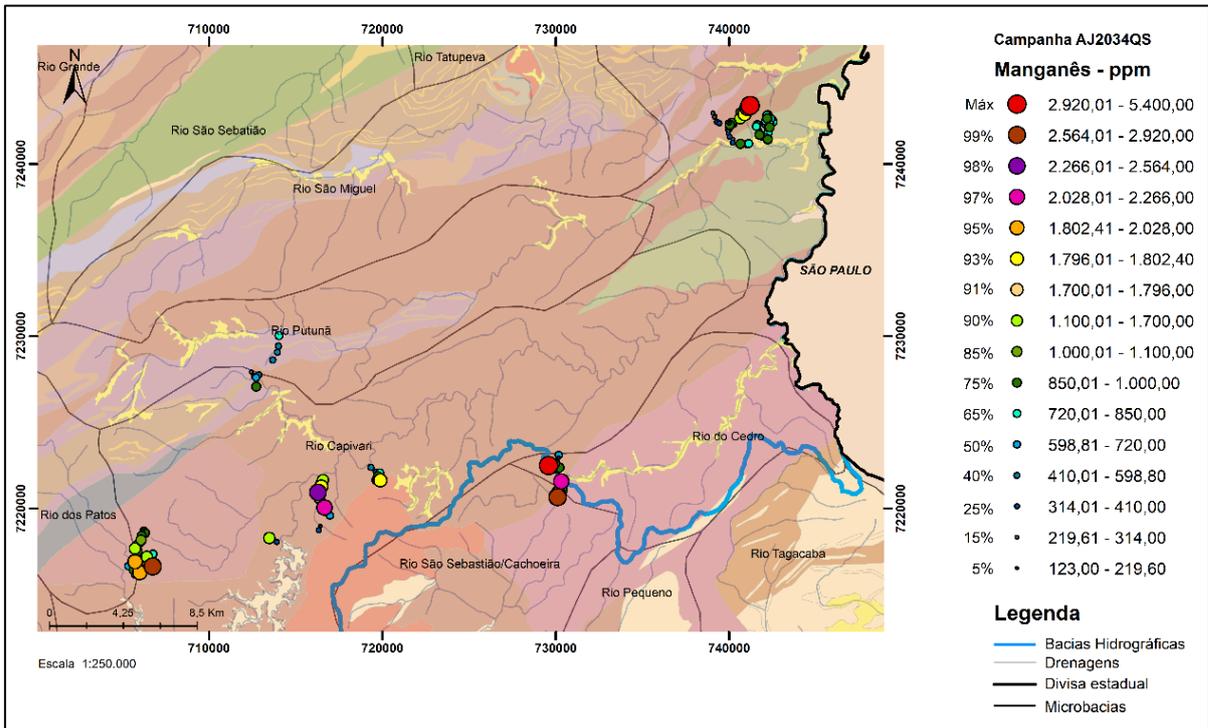
Mapa de distribuição espacial do Cobalto (Co), em ppm.



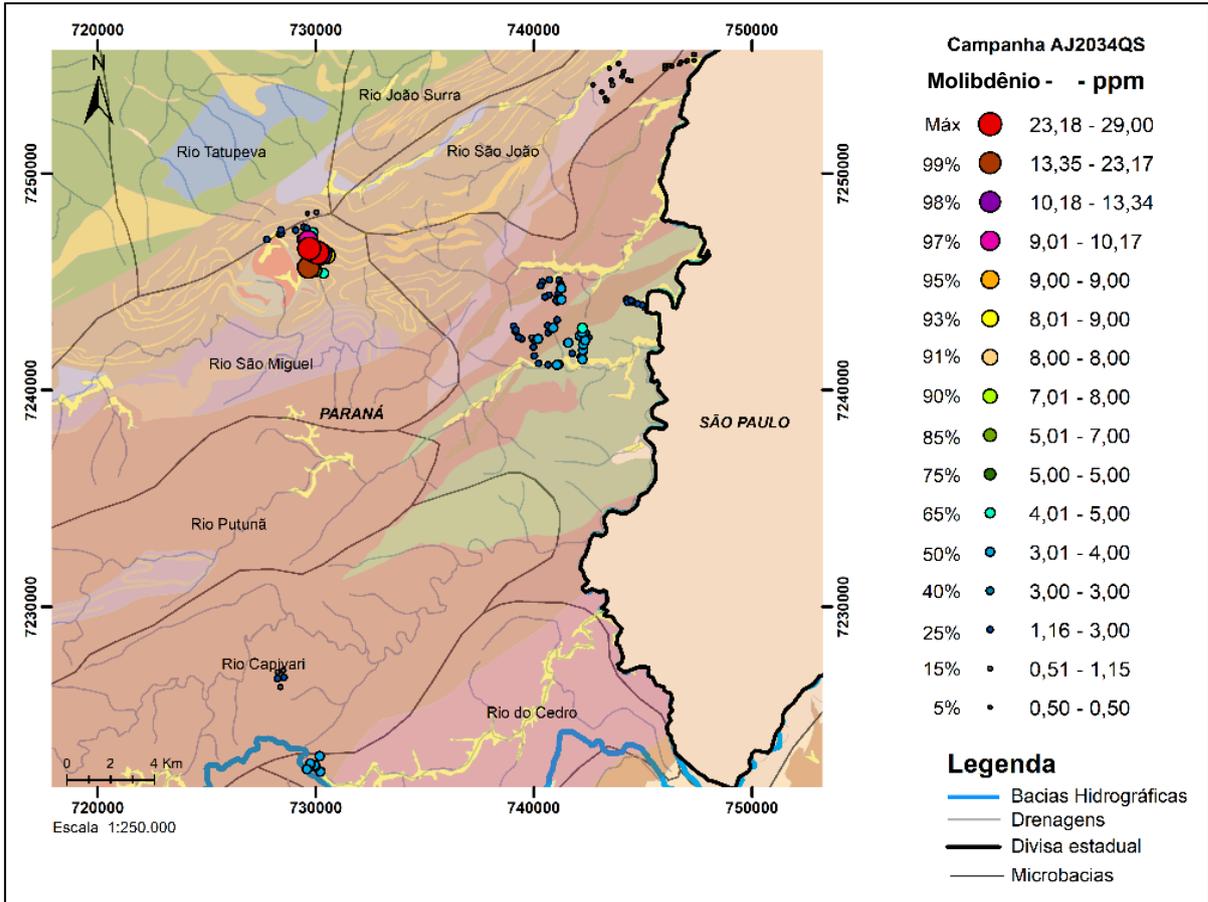
Mapa de distribuição espacial do Cobre (Cu), em ppm.



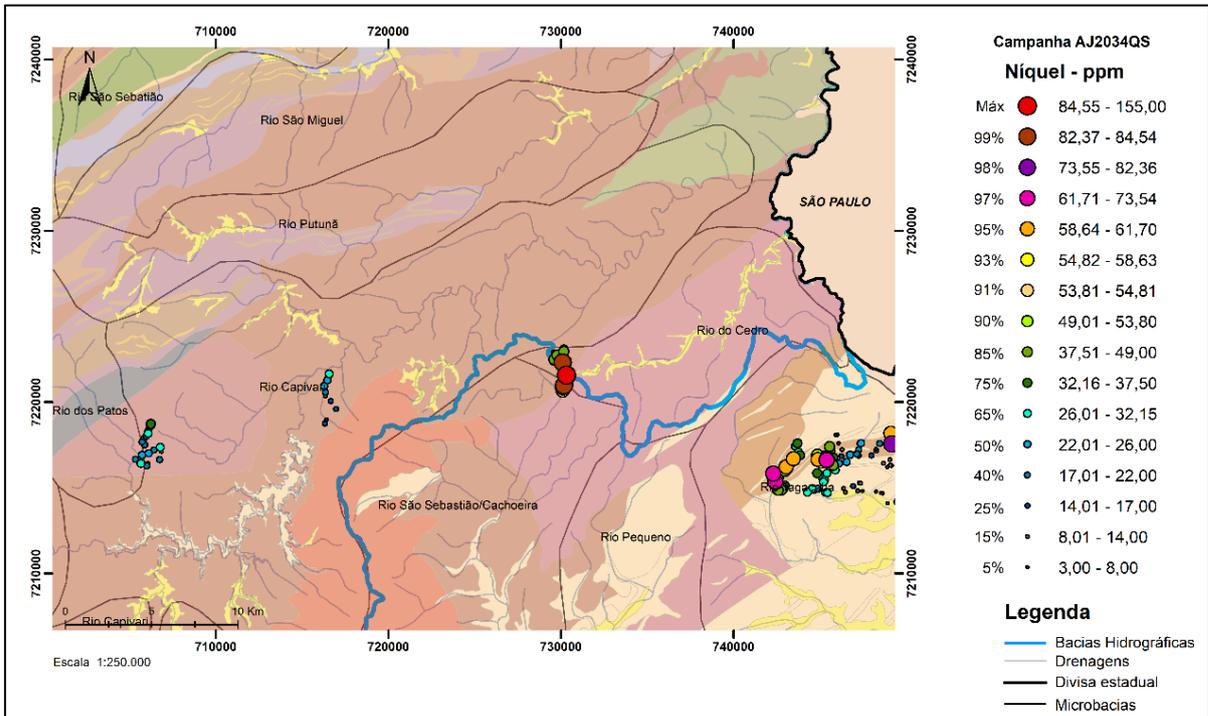
Mapa de distribuição espacial do Ferro (Fe), em ppm.



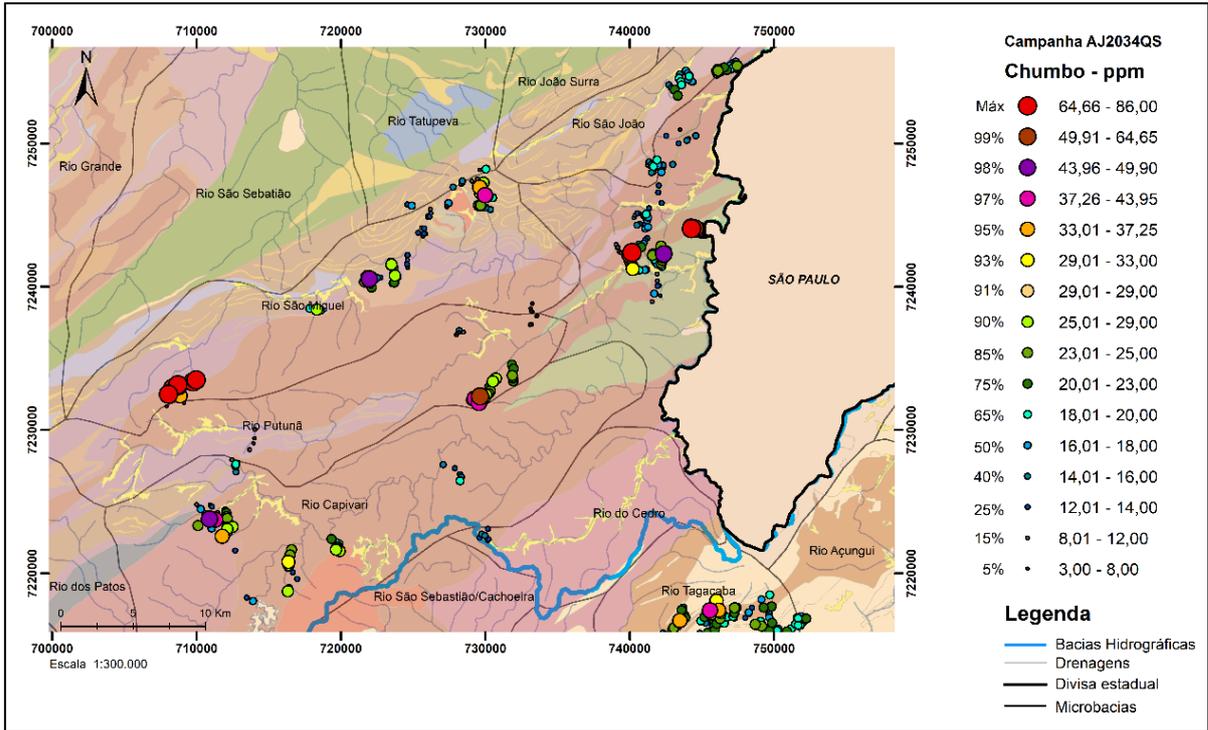
Mapa de distribuição espacial do Manganês (Mn), em ppm.



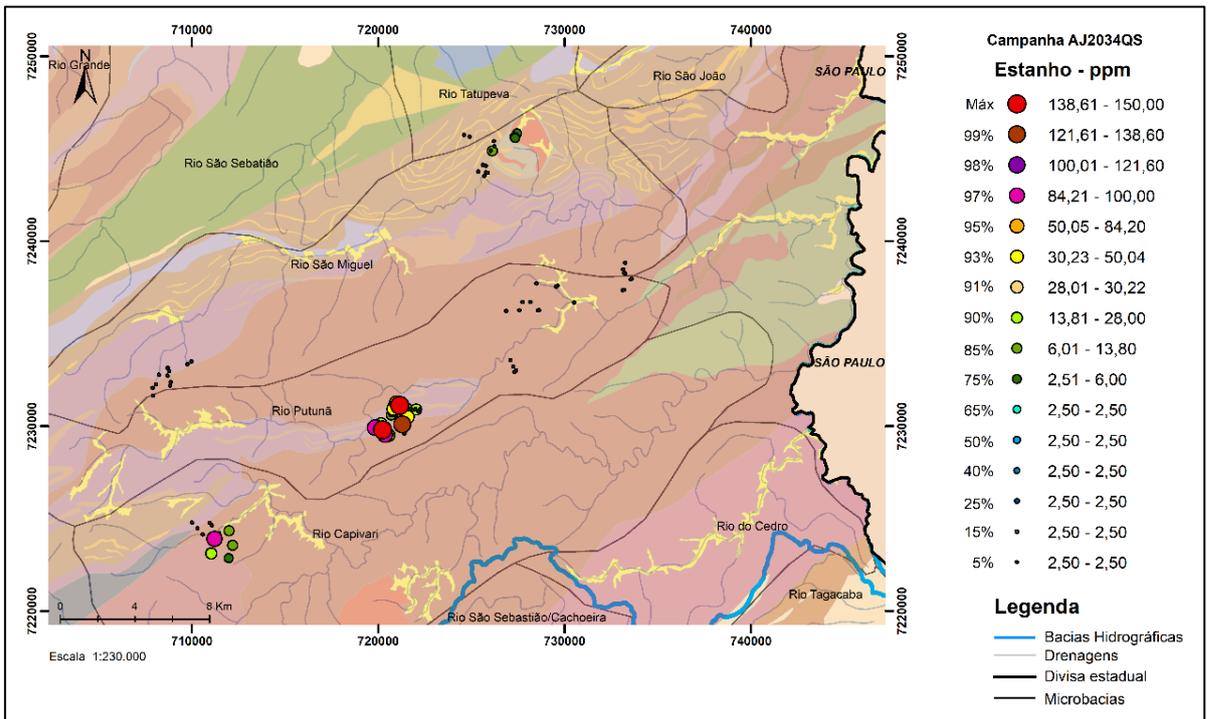
Mapa de distribuição espacial do Molibdênio (Mo), em ppm.



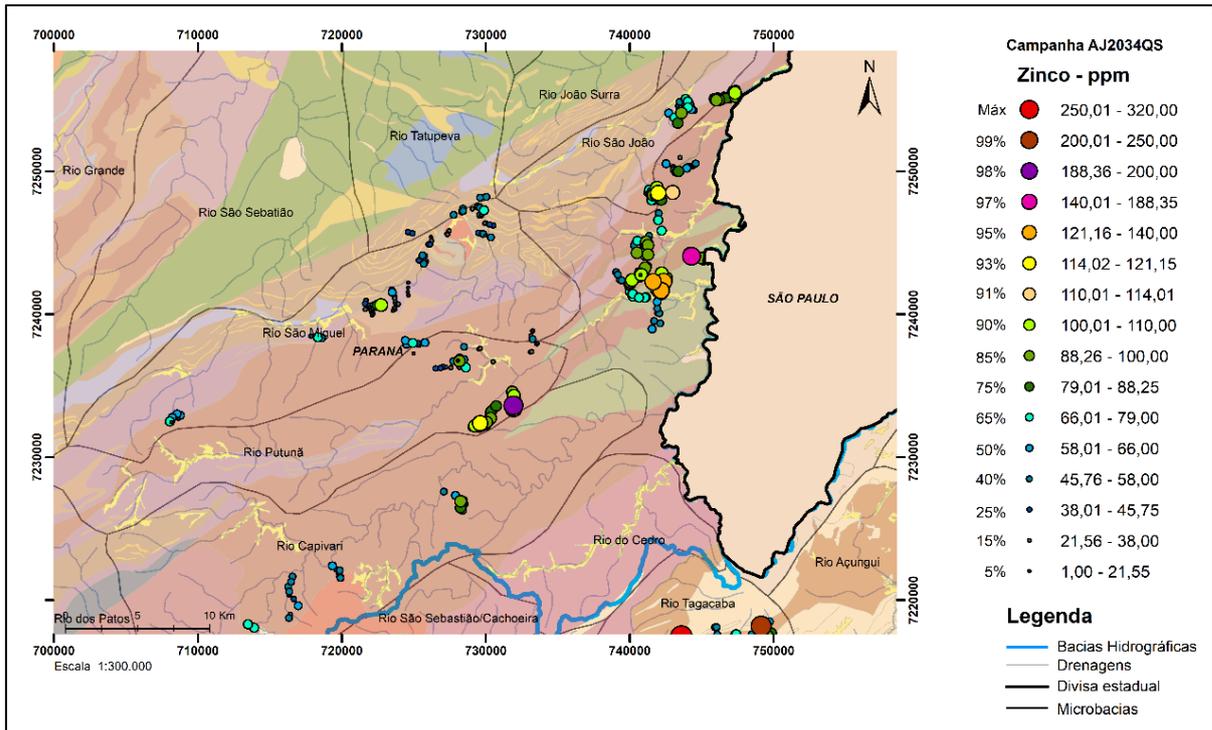
Mapa de distribuição espacial do Níquel (Ni), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

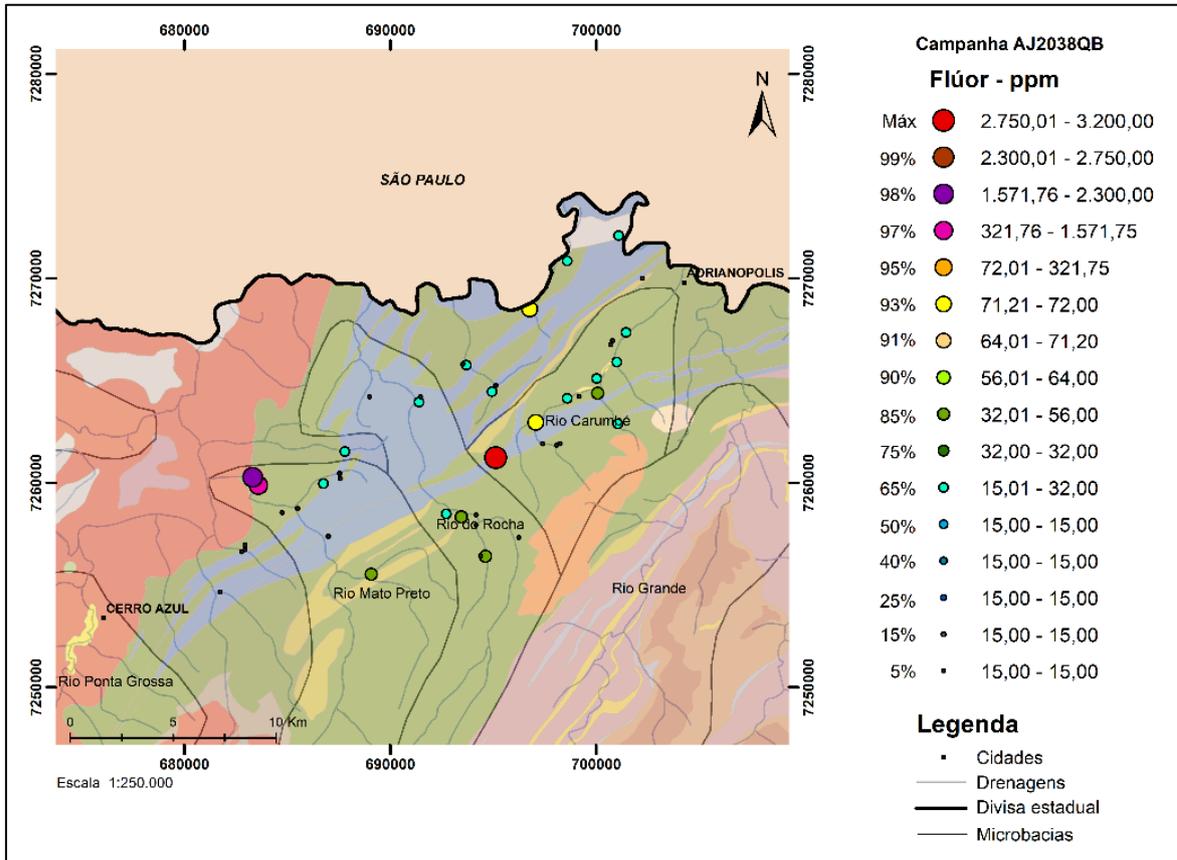


Mapa de distribuição espacial do Estanho (Sn), em ppm.



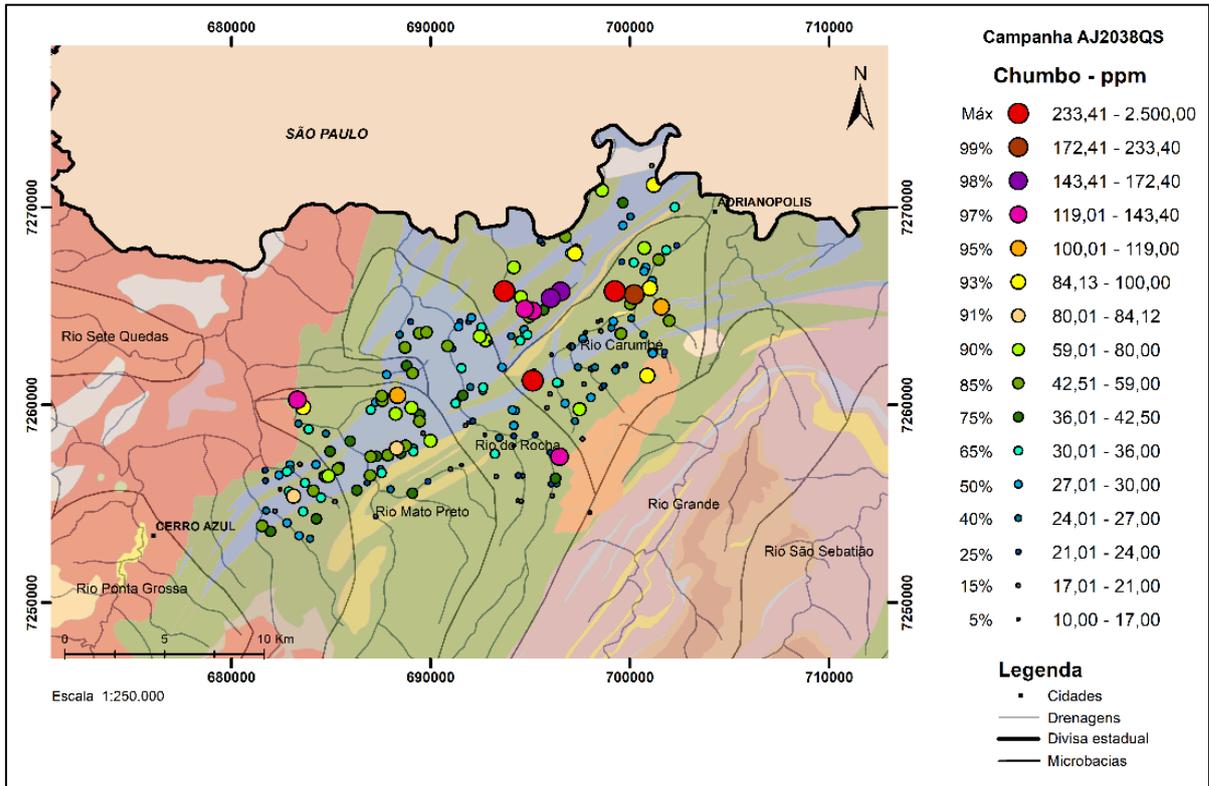
Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.

ANEXO XV



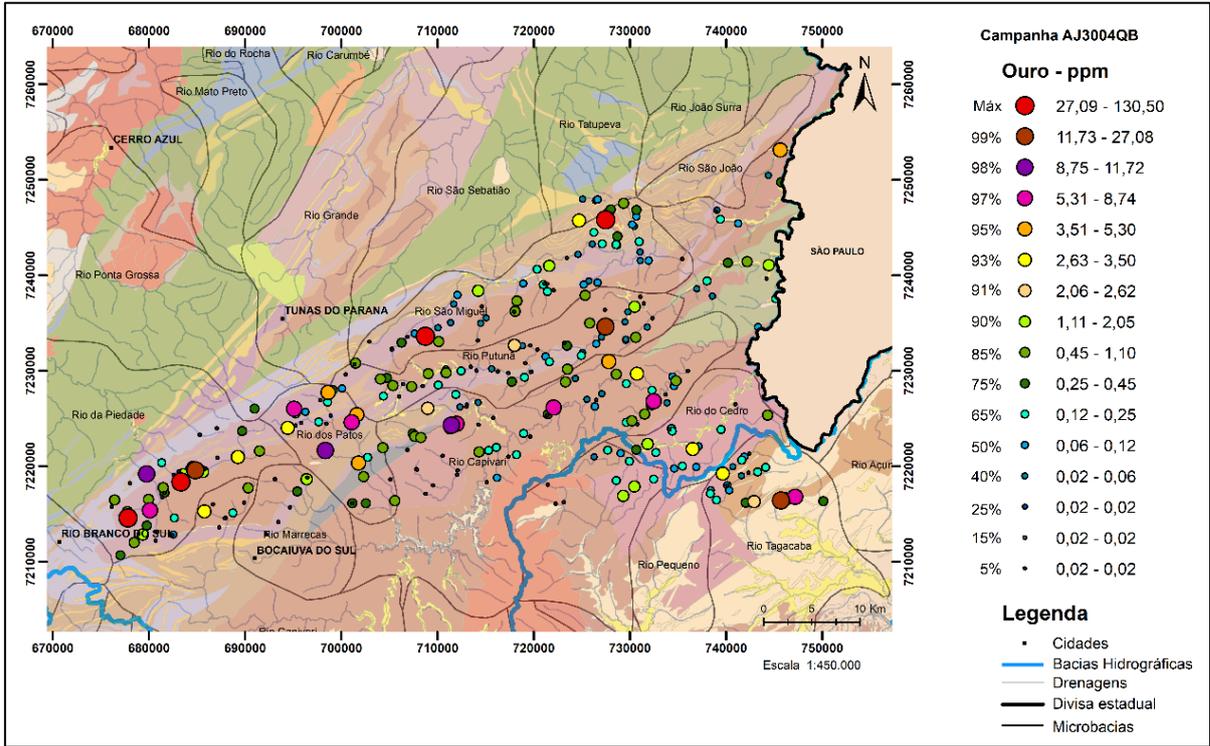
Mapa de distribuição espacial do Flúor (F), em ppm.

ANEXO XVI

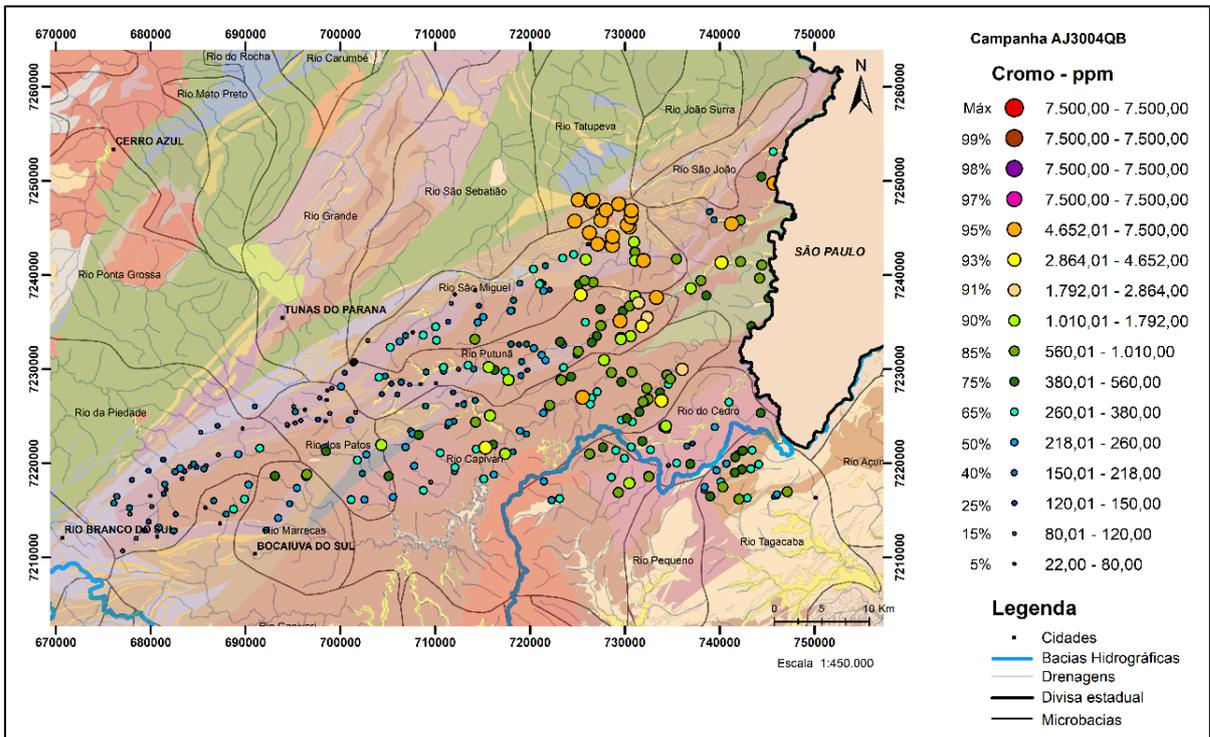


Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.

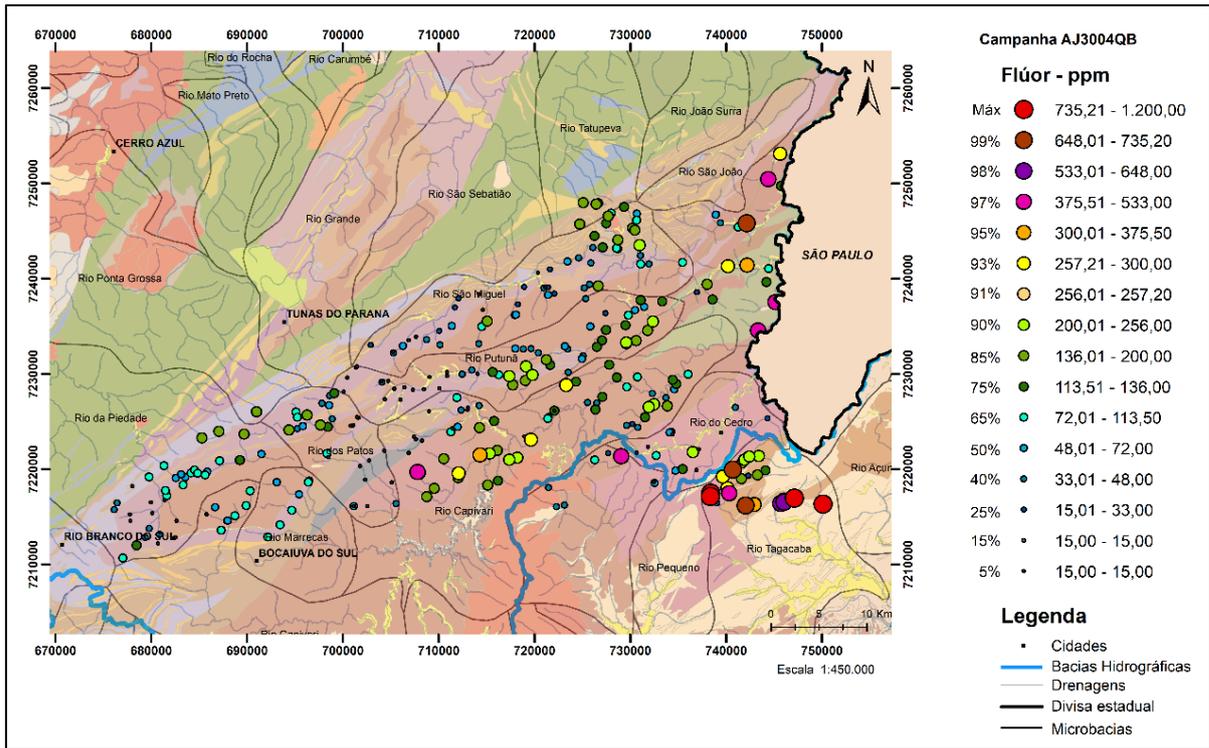
ANEXO XVII



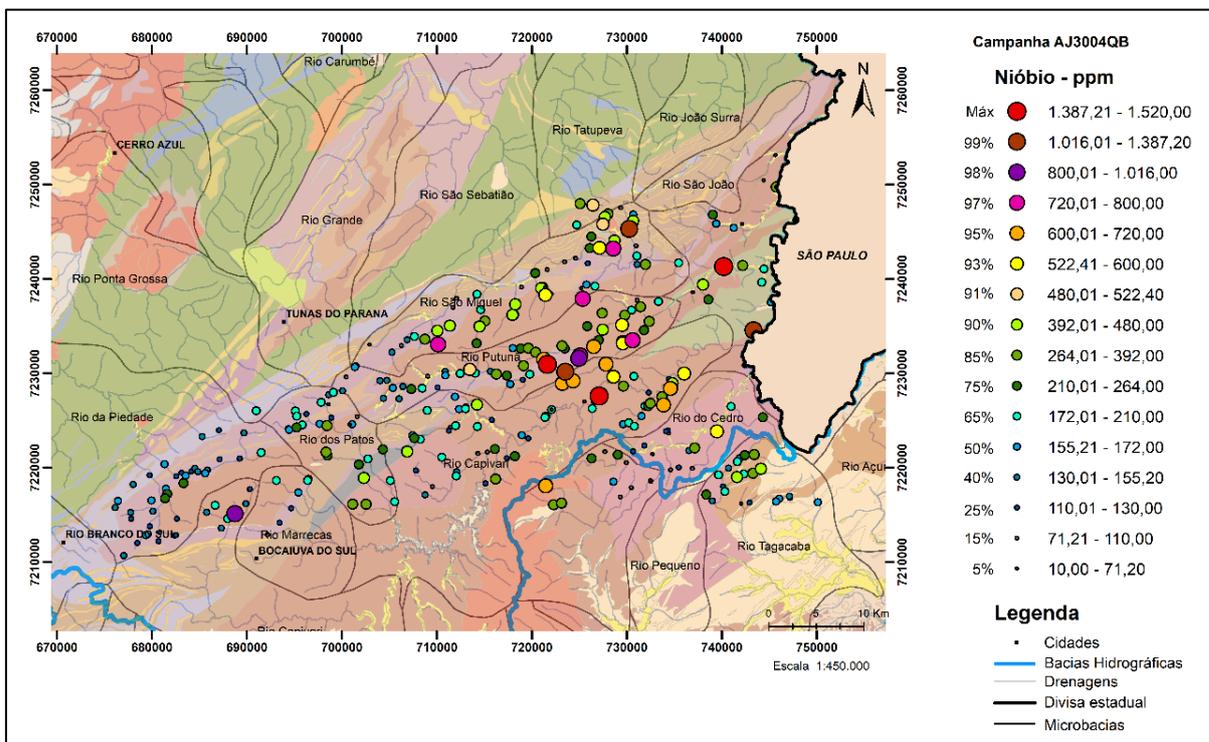
Mapa de distribuição espacial do Ouro (Au), em ppm.



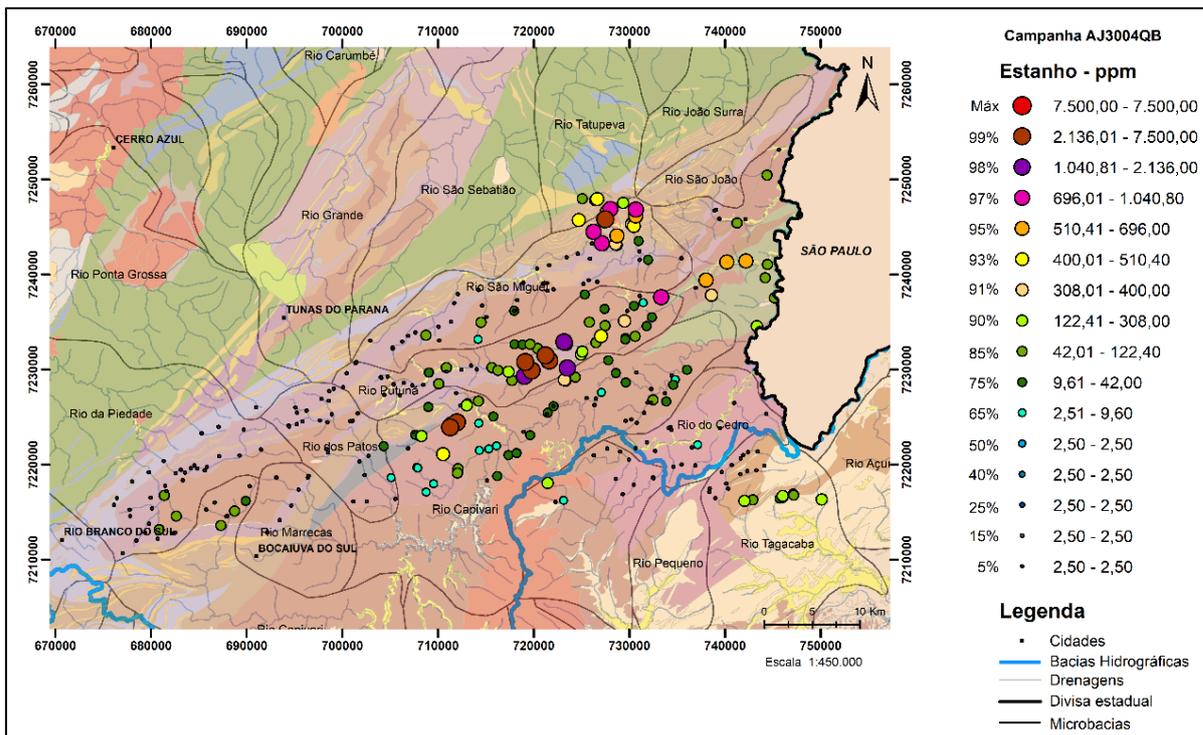
Mapa de distribuição espacial do Cromo (Cr), em ppm.



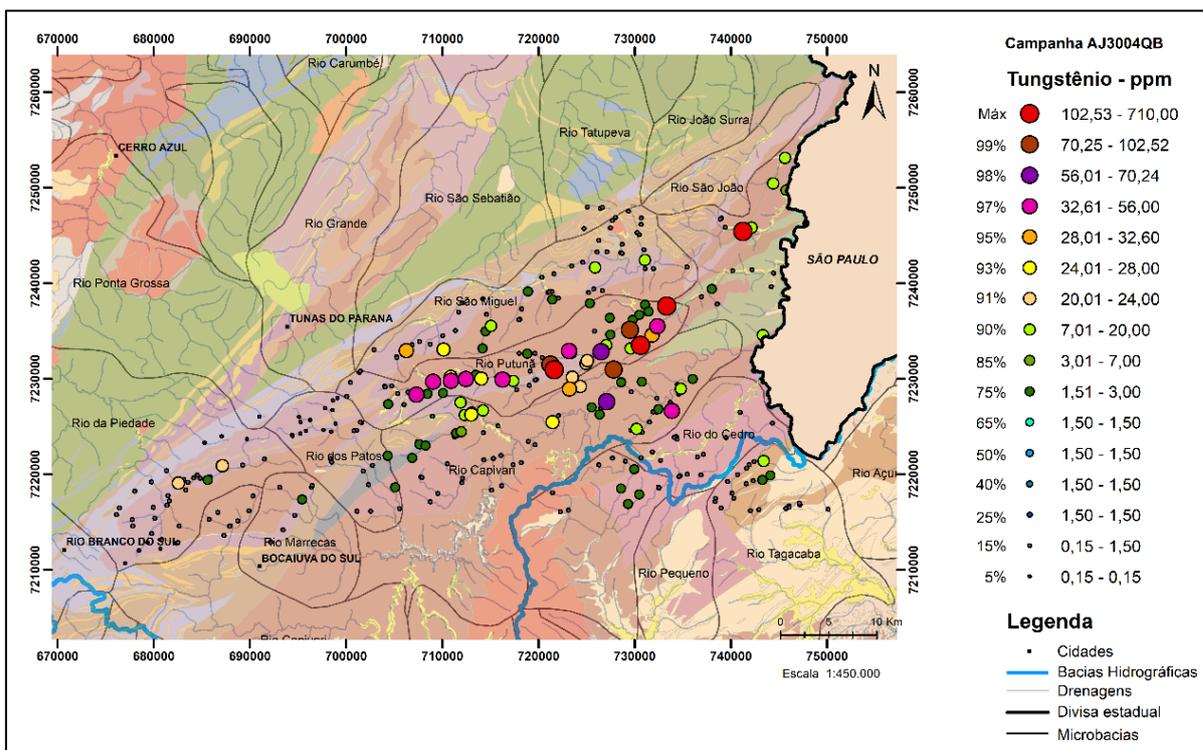
Mapa de distribuição espacial do Flúor (F), em ppm.



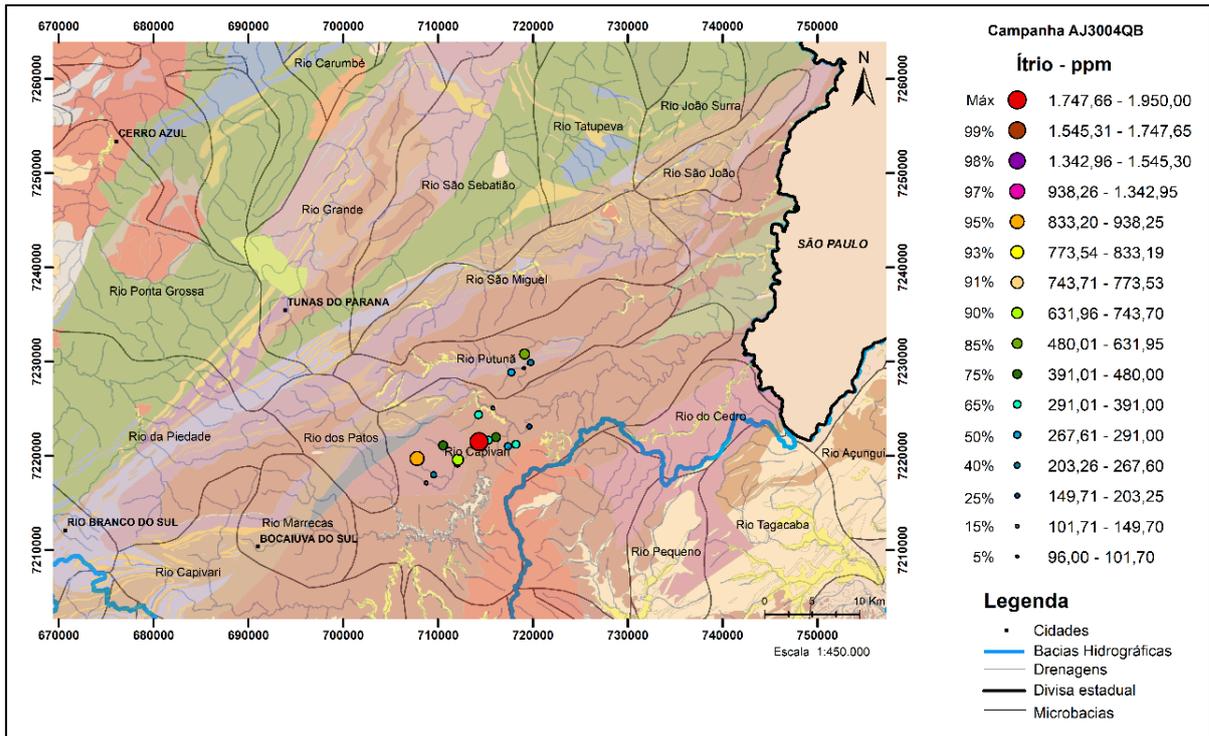
Mapa de distribuição espacial do Nióbio (Nb), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Estanho (Sn), em ppm.

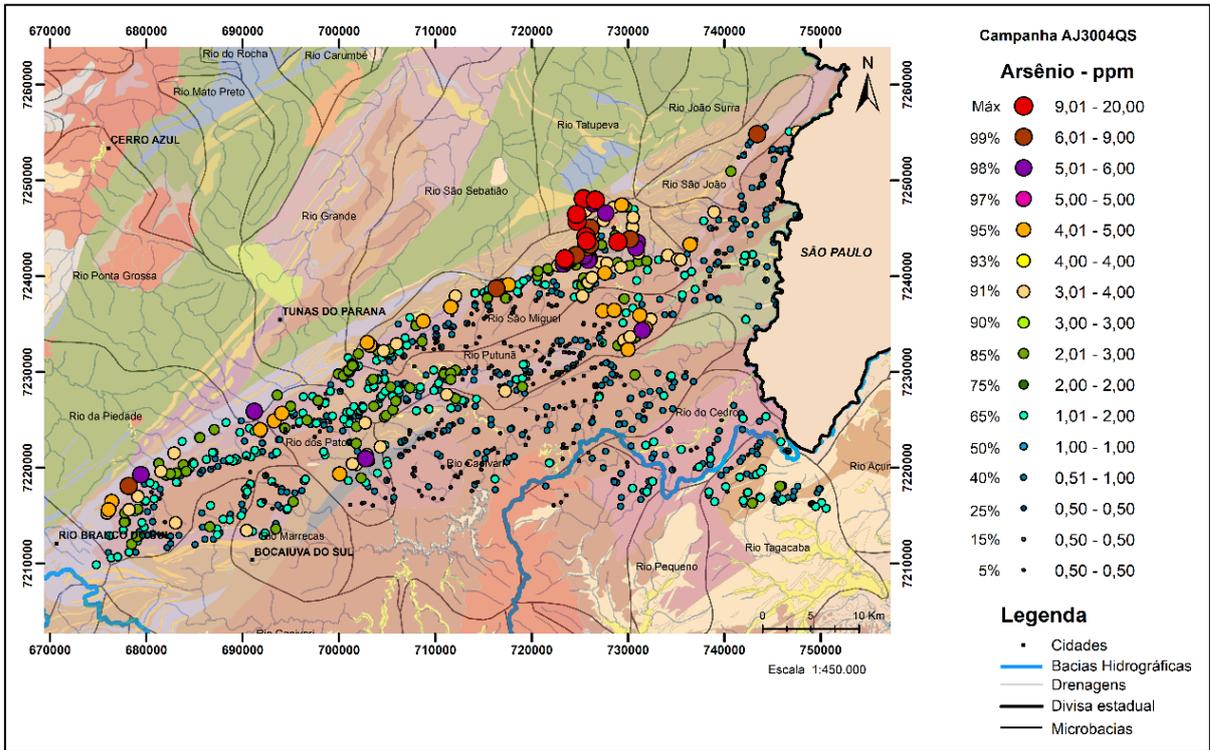


Mapa de distribuição espacial do Tungstênio (W), em ppm.

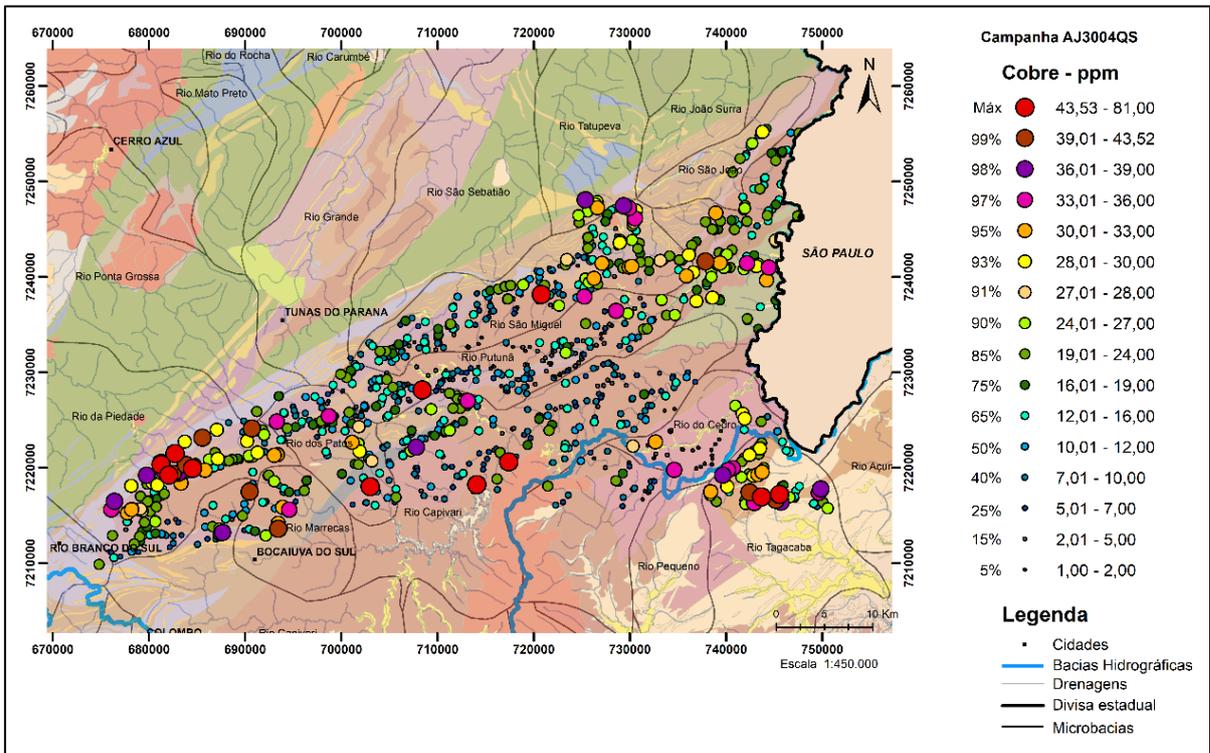


Mapa de distribuição espacial do Ítrio (Y), em ppm.

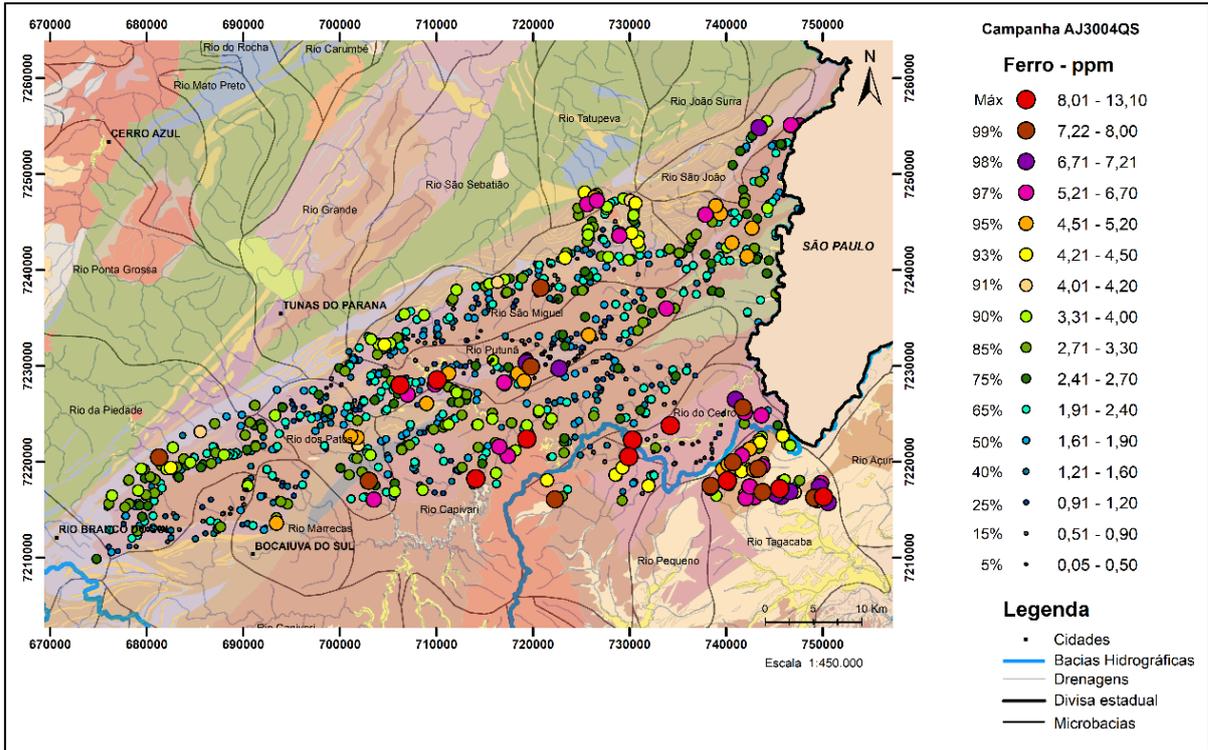
ANEXO XVIII



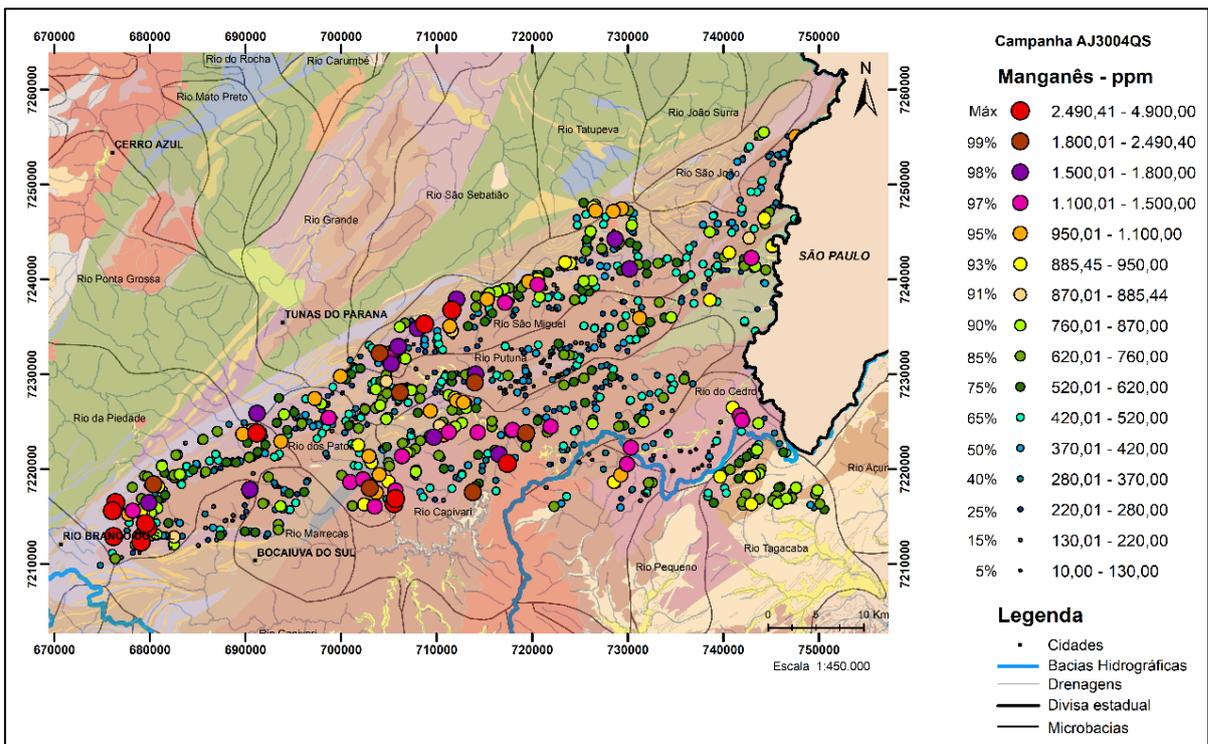
Mapa de distribuição espacial do Arsênio (As), em ppm.



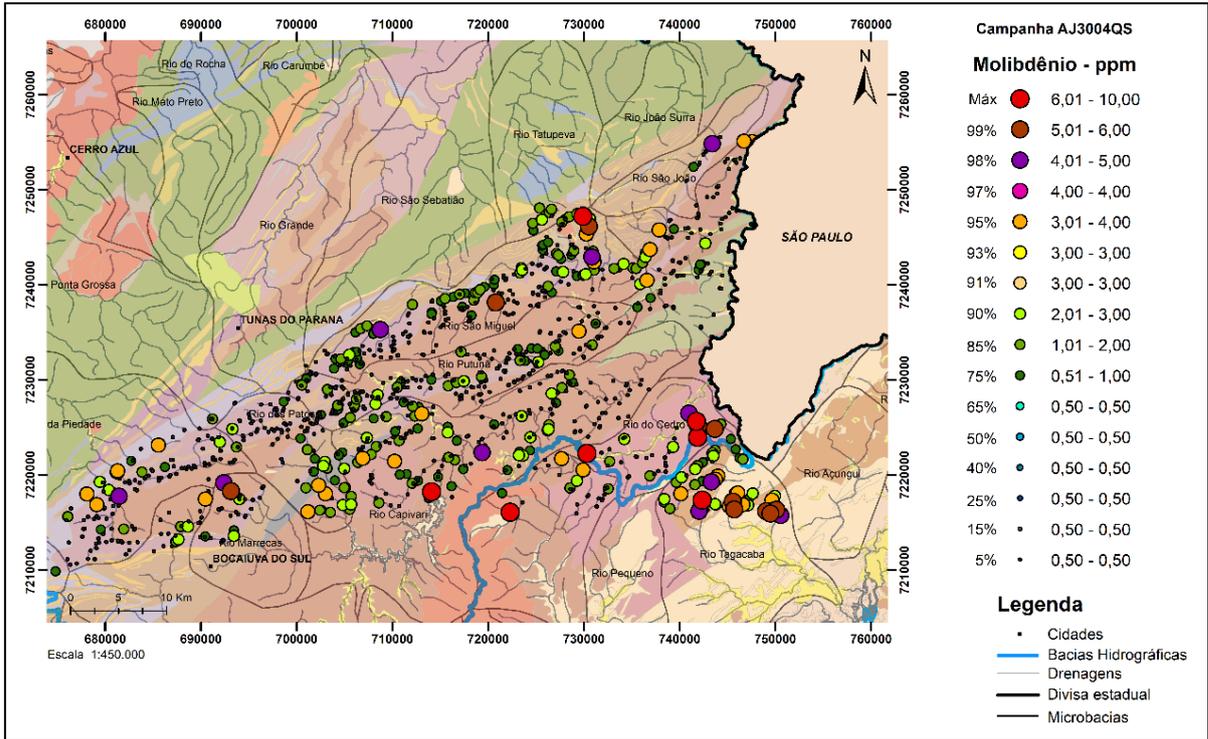
Mapa de distribuição espacial do Cobre (Cu), em ppm.



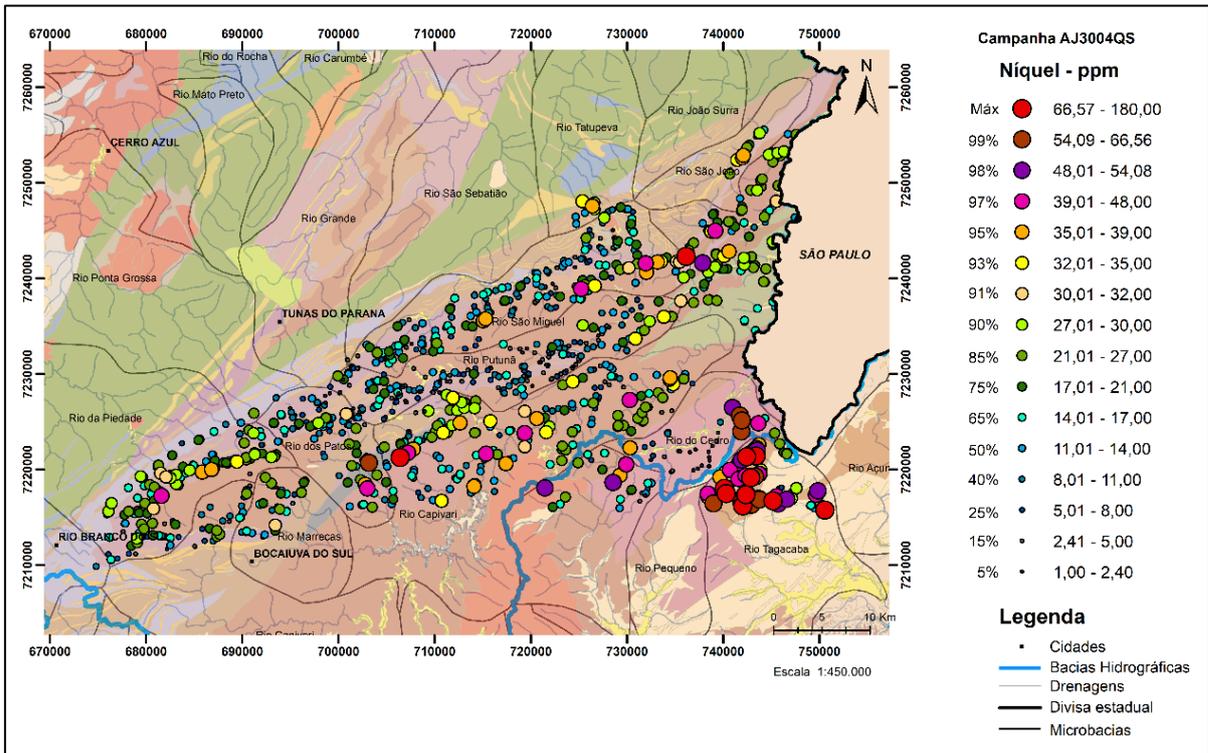
Mapa de distribuição espacial do Ferro (Fe), em ppm.



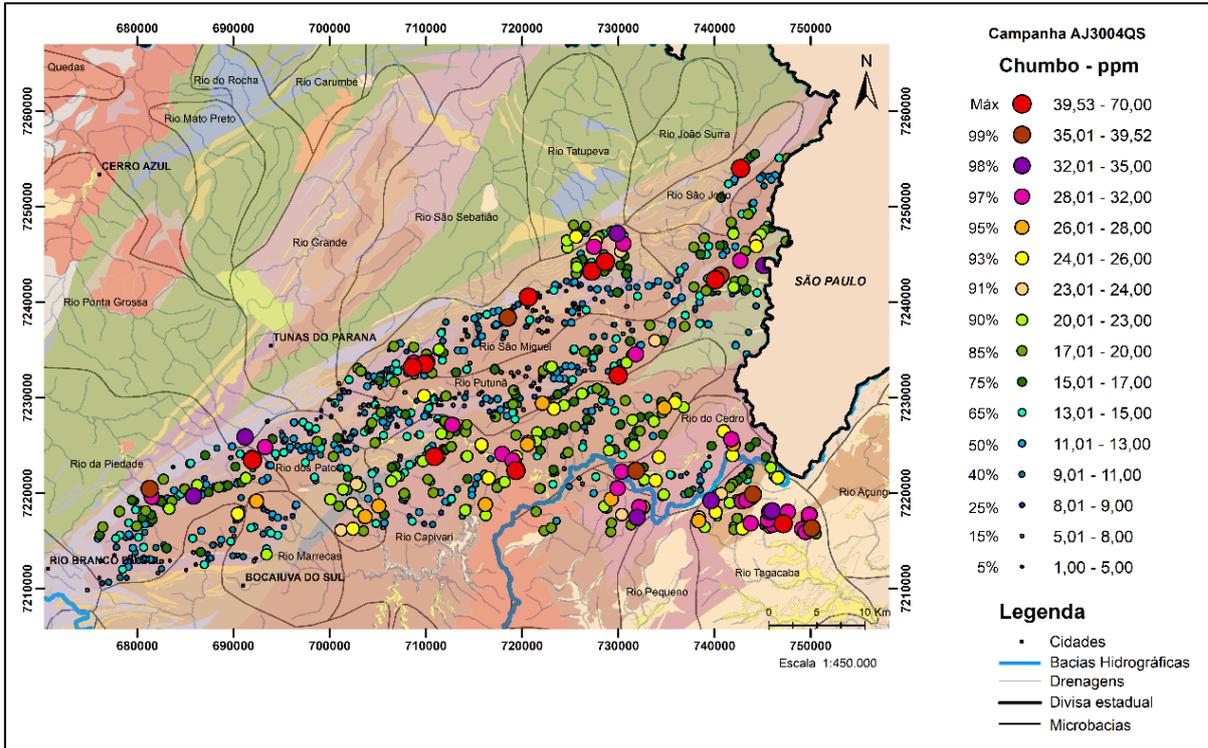
Mapa de distribuição espacial do Manganês (Mn), em ppm.



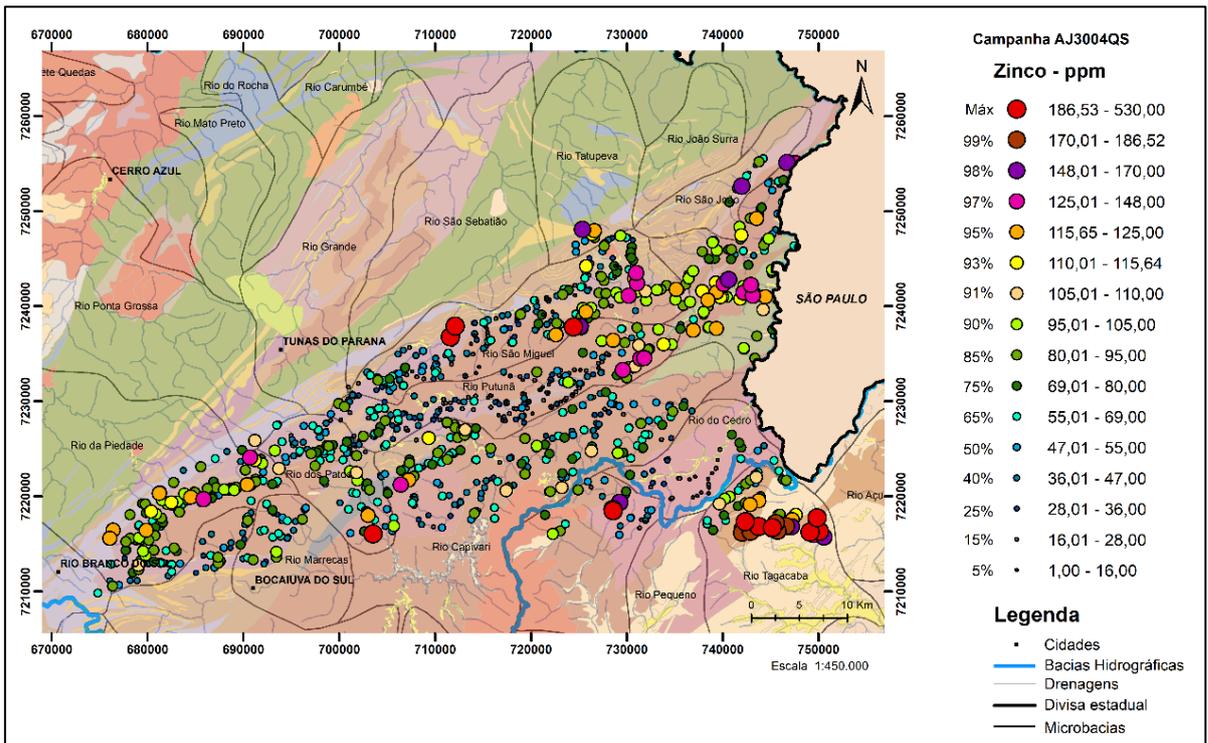
Mapa de distribuição espacial do Molibdênio (Mo), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Níquel (Ni), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Chumbo (Pb), em ppm.



Mapa de distribuição espacial do Zinco (Zn), em ppm.