

1. INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo localiza-se no sudeste do Brasil, inserido no contexto do Orógeno Araçuai e da Província Pegmatítica Oriental do Brasil (POPB), essa é uma das províncias pegmatíticas mais importantes no mundo conhecida pelas suas ocorrências de minerais-gemas.

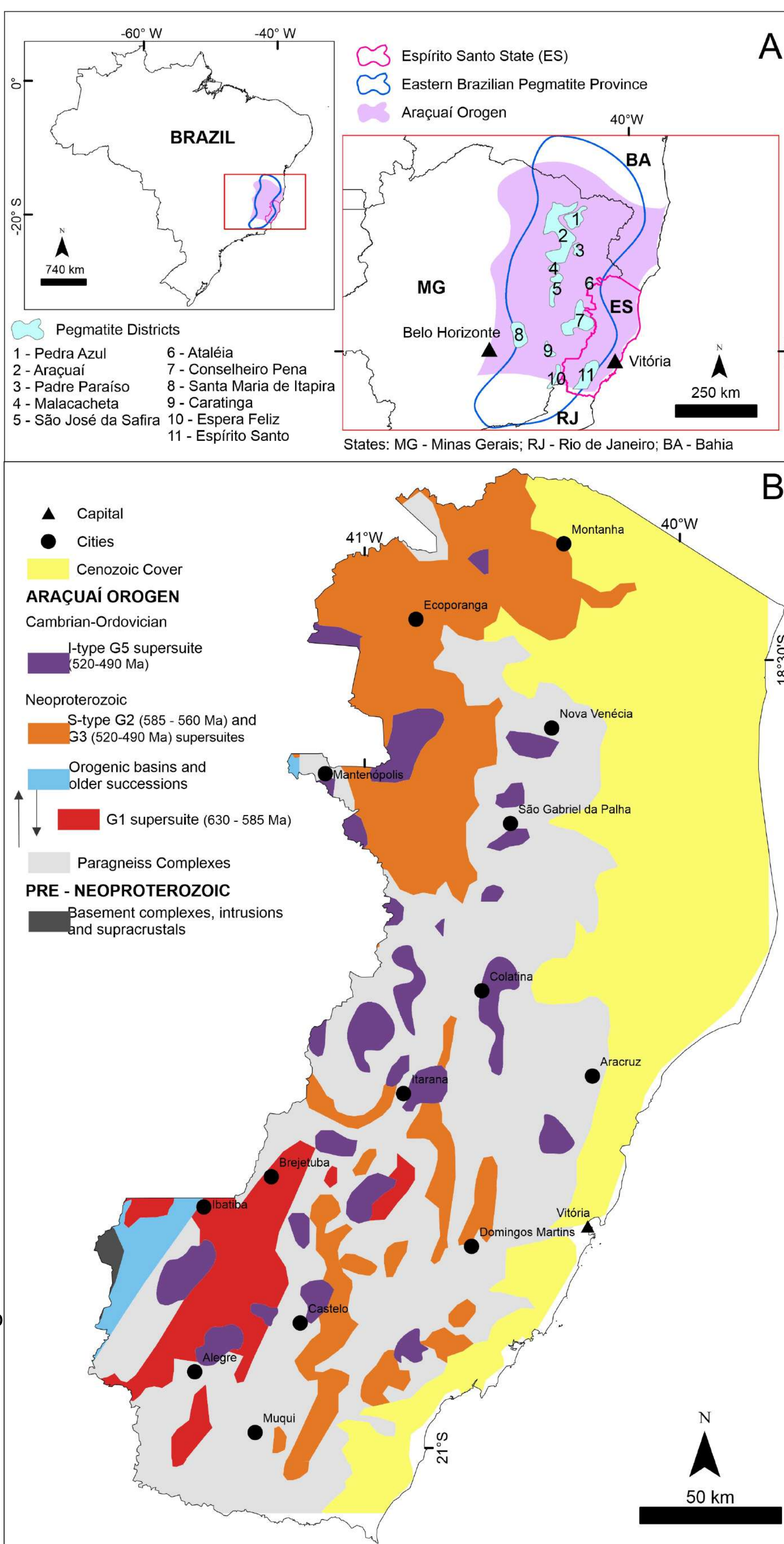
Apesar do Espírito Santo ter o arcabouço geológico marcado por inúmeras intrusões graníticas da mesma linhagem daqueles que hospedam os pegmatitos mineralizados de Minas Gerais, o território capixaba ainda não teve seu reconhecimento como produtor de minerais-gemas, mesmo possuindo diversos relatos de mineralizações de berilo (água-marinha), topázio, ametista e crisoberilo, que estão fartamente documentados no histórico mineral do estado.

Visando isso, buscou-se através do levantamento bibliográfico o registro das ocorrências associadas a pegmatitos e o uso de amostras de sedimento de corrente disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), para a identificação de regiões com favorabilidade de ocorrência de pegmatitos mineralizados com berilo (água-marinha e esmeralda).

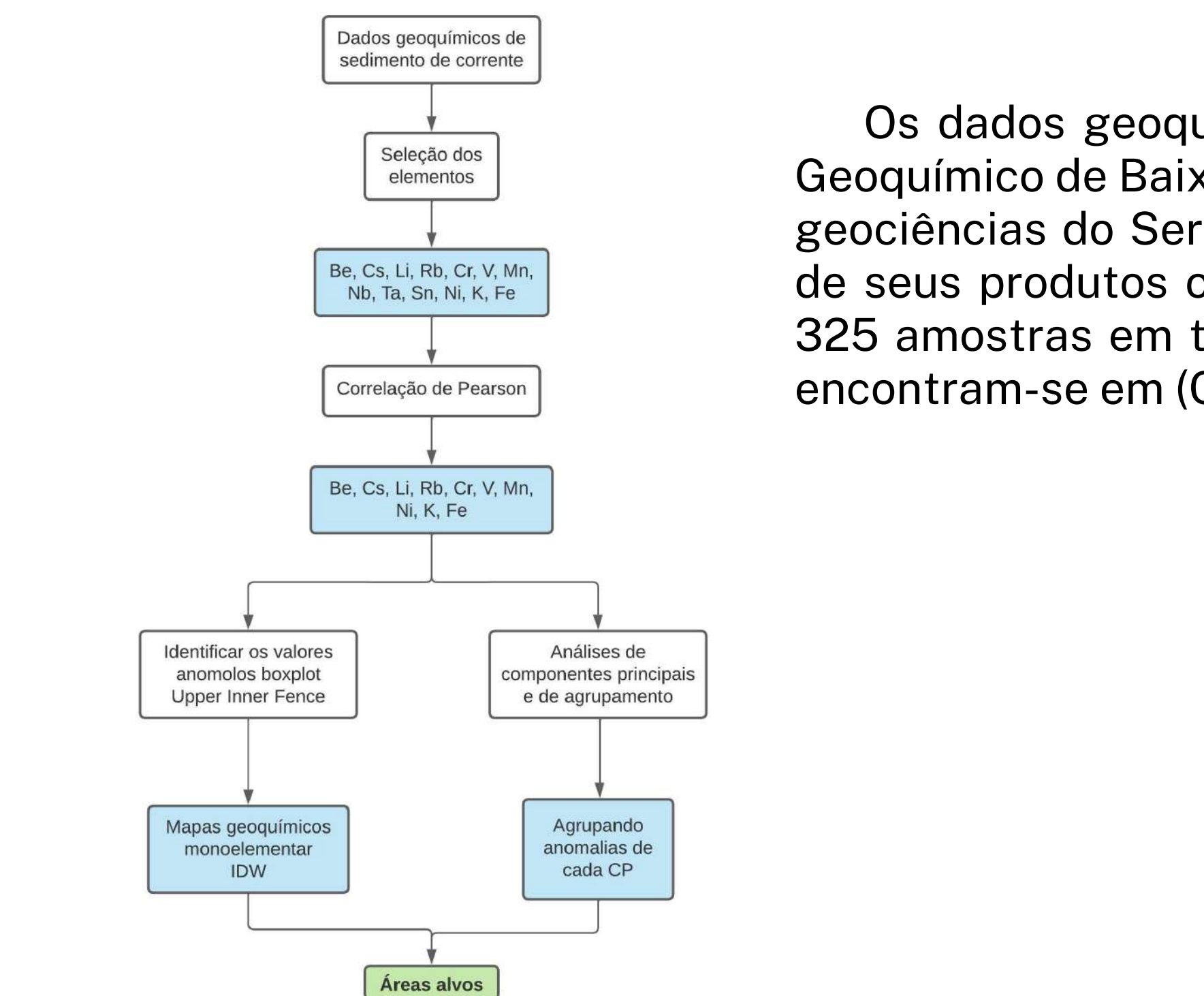
2. CONTEXTO GEOLÓGICO

O estado do Espírito Santo encontra-se no domínio do Orógeno Araçuai, cujo limite está entre a borda leste do Cráton do São Francisco, o Oceano Atlântico e os paralelos 15 a 21°S (Pedrosa-Soares et al. 2007) (Figura 1). A característica mais notável deste segmento crustal é a enorme quantidade de diferentes rochas ígneas plutônicas de idades Neoproterozoicas a Cambro-Ordoviciano, representando uma sucessão de longa duração (630-480 Ma) de eventos de produção de granito.

Figura 1: A) Localização e B) Mapa geológico simplificado do Orógeno Araçuai e região cratônica adjacente (Pedrosa-Soares et al., 2011).



3. METODOLOGIA



Os dados geoquímicos utilizados são frutos do projeto Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade do Brasil, disponibilizados pelo sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil (GEOSBG - CPRM), sendo um de seus produtos o Atlas Geoquímico do Espírito Santo, que consta com 325 amostras em todo o estado. Os procedimentos de coletas e análises encontram-se em (Cunha, 2018).

Figura 2: Fluxograma com a síntese da metodologia empregada para os dados de sedimento de corrente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado do Espírito Santo possui 78 municípios deste 59 apresentam alguma ocorrência de mineral com aplicação gemológica, ou seja, 75% do estado possui algum potencial para a exploração na área. Foram registradas 275 ocorrências de minerais-gema, sendo que, a água-marinha está presente em 62% dos municípios capixabas. A figura 3 apresenta um mapa com o potencial gemológico de acordo com as ocorrências que foram registradas pelos autores.

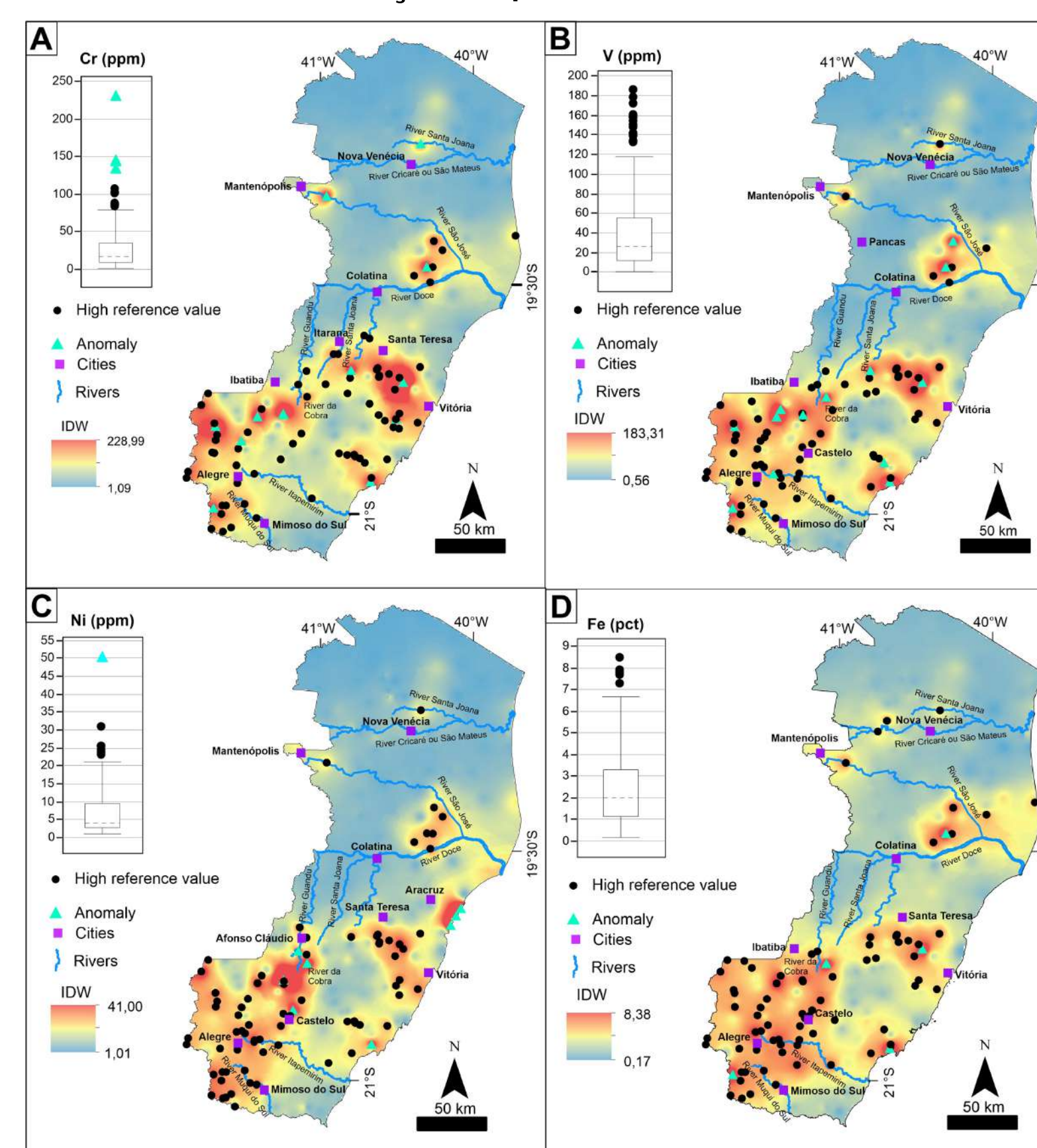
Figura 3: Mapa do potencial gemológico do Espírito Santo com base nas frequências das ocorrências de minerais gemológicos.

Tabela 1 - Sumário estatístico das amostras de sedimentos de corrente.

Variável	Média	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	DIQ	Alto Valor de Referência	Anomalia
Be (ppm)	0,33	0,05	0,10	0,30	0,50	2,00	0,40	0,5 - 1,10	>1,10
Cr (ppm)	26,11	1,00	7,00	16,00	36,00	231,00	29,00	36,00 - 79,50	>79,50
Cs (ppm)	0,59	0,03	0,11	0,34	0,85	3,61	0,74	0,85 - 1,96	>1,96
Fe (%)	2,37	0,17	1,01	1,98	3,34	8,43	2,33	3,34 - 6,84	>6,84
K (%)	0,11	0,01	0,03	0,07	0,17	0,81	0,14	0,17 - 0,38	>0,38
Li (ppm)	4,08	0,50	0,50	2,00	6,00	23,00	5,50	6,0 - 14,25	>14,25
Mn (ppm)	436,56	7,00	152,00	250,00	497,00	6640,00	345,00	497,00 - 1014,50	>1014,50
Ni (ppm)	6,64	1,00	2,20	4,00	9,80	50,50	7,60	9,80 - 21,20	>21,20
Rb (ppm)	13,10	0,10	2,60	7,90	20,30	110,00	17,70	20,30 - 46,85	>46,85
V (ppm)	38,60	0,50	9,00	26,00	56,00	185,00	47,00	56,00 - 126,50	>126,50
Ta (ppm)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12	0,00	0,03 - 0,03	>0,03
Nb (ppm)	1,84	0,10	0,84	1,61	2,41	13,85	1,57	2,41 - 4,77	>4,77
Su (ppm)	1,98	0,40	0,80	1,20	2,00	82,60	1,20	2,00 - 3,80	>3,80

Na tabela 1 são apresentados os parâmetros estatísticos descritivos das amostras de sedimentos de corrente, realizados pelo projeto para os elementos Be, Cs, Li, Rb, Cr, V, Mn, Nb, Ta, Sn e Ni em ppm, e K e Fe em porcentagem.

Com o diagrama de dispersão pode-se avaliar a estimativa de coeficientes de correlação e de valores de covariância entre os conjuntos de dados de elementos unitários para obter impressões sobre, respectivamente, a inter-relação de valores de dados e a variabilidade mútua de valores. Estatisticamente significativo existem correlações positivas entre todos os pares de conjuntos de dados. Os elementos Be, Cs, K, Li, Rb apresentaram correlações que variam de 0,71 a 0,94, e os elementos Cr, Fe, Ni, V apresentaram correlações que variam de 0,71 a 0,93.



Através da metodologia do boxplot Upper Inner Fence foi possível determinar intervalos de concentrações naturais e valores anômalos. Posteriormente foram plotados em mapas para a visualização dessa dispersão, com base nisso, o conhecimento da distribuição geográfica e a delimitação de regiões onde haja abundância ou escassez, pode ser utilizada como indicador ou rastreador de ocorrências minerais, com o intuito de identificar áreas associadas a pegmatitos.

Figura 4: Mapas geoquímicos, interpolados via IDW para os elementos Be, Cs, Li, K, Rb, Mn, Cr, V, Ni e Fe.

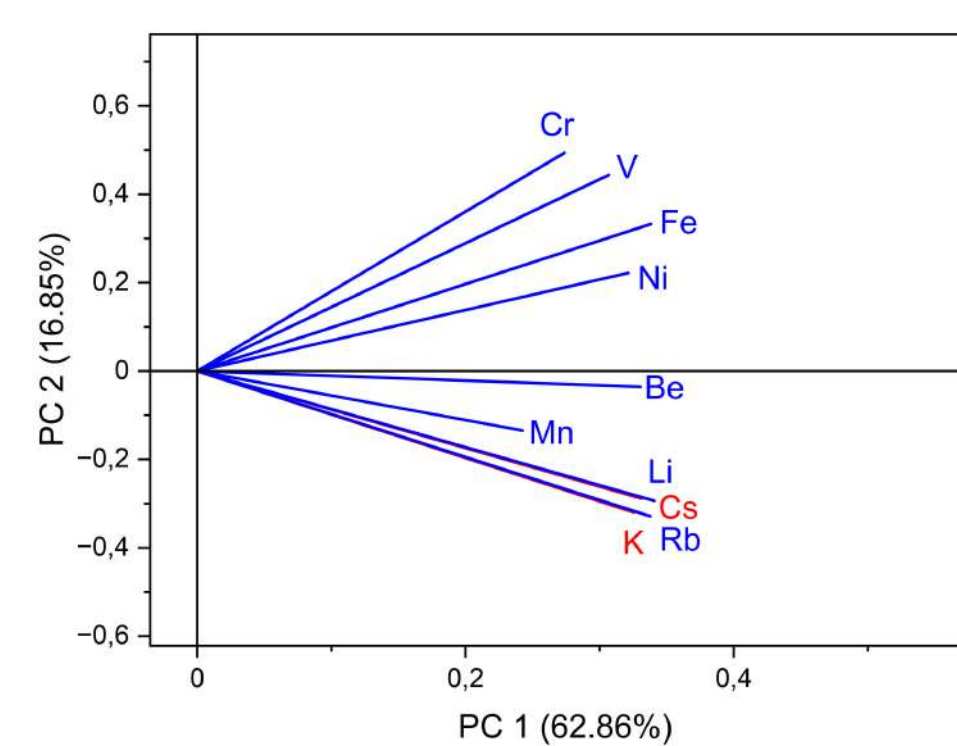


Figura 5: Resultado das relações de PC1 e PC2.

As áreas de pegmatitos são baseadas na correlação de anomalias referentes aos elementos do PC1. Para as áreas de alvos em esmeralda usou-se a correlação entre os componentes PC1 e PC2.

As áreas para pegmatitos estão relacionadas com rochas das supersuítas G5, G3, G2 e G1 e também com o Complexo Paragnáissico. E as áreas para esmeraldas estão correlacionadas a regiões em que as supersuítas G2 e G3 estão intrudidas no Complexo Paragnáissico.

É surpreendentemente notar que fora as áreas identificadas, que já apresentam registros de pegmatitos, tal metodologia identificou novas áreas que não possuem registros de pegmatitos e que de acordo com as anomalias possuem certa favorabilidade para tais ocorrências. Sendo um indicativo de áreas para o desenvolvimento de pesquisas de detalhe que poderiam levar a descobertas de novas ocorrências minerais.

Figura 6: Áreas alvos para prospecção de pegmatitos e de favorabilidade de esmeralda com base em anomalias de sedimentos de corrente.

5. CONCLUSÃO

Por meio da prospecção geoquímica de sedimentos de correntes, conseguimos identificar áreas com favorabilidade para pegmatitos e esmeralda, boa parte dessas áreas para pegmatitos já são conhecidas, porém foram identificadas novas áreas que poderão ser alvos prospectivos de detalhe no futuro, levando a descoberta de novas ocorrências. Com relação as áreas para esmeraldas, levando-se em conta que a geologia do Espírito Santo possui rochas máficas, buscou-se a sobreposição das anomalias de PC1 E PC2 e esses dados foram ratificados com base na única ocorrência conhecida de esmeralda no Espírito Santo (próximo a Nova Venécia), provocando curiosidades sobre as demais áreas para comprovação dessa favorabilidade.

É importante ressaltar que a escala regional dos dados de geoquímica de sedimento de corrente, não permitem uma avaliação precisa das anomalias geoquímicas, nem a localização de depósitos ou ocorrências minerais. Porém, os mapas geoquímicos apresentados tem a capacidade de apontar grandes manchas anômalas, onde a associação de elementos pode indicar áreas com potencial mineral.

Em síntese o Estado do Espírito Santo com suas inúmeras intrusões graníticas, demonstra a existência de um potencial para estudos detalhados que poderão levar a descoberta de novos corpos mineralizados, especialmente nas áreas de anomalias combinadas.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelas seguintes agências brasileiras de pesquisa: CAPES, CNPq (projeto 303218/2018-5), FAPEMIG (projetos APQ-01448-15, PPM-00588-18), PROPP/UFOP 22/2019 (23109.004080/2019-88) e PROPP/UFOP 13/2020 (23109.000928/2020-33). O primeiro autor agradece ao Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, a Universidade Federal de Ouro Preto e a CAPES pela bolsa de pós-graduação.

REFERÊNCIAS

Cunha, F.G., 2018. Atlas geoquímico do estado do Espírito Santo. CPRM.
Pedrosa-Soares, A.C., Nogueira, C.M., Alkmim, F.F., Silva, L.C., Babinski, M., Cordani, U., Castañeda, C., 2007. Orógeno Araçuai: Síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. Geonomos, 15.
Pedrosa-Soares, A.C., Campos, C.P. de, Nogueira, C., Silva, L.C., Nogueira, T., Roncato, J., Medeiros, S., Castañeda, C., Queiroga, G., Dantas, E., Dussin, I., Alkmim, F., 2011. Late Neoproterozoic-Cambrian granitic magmatism in the Araçuai orogen (Brazil), the Eastern Brazilian Pegmatite Province and related mineral resources. Geological Society, London, Special Publications 350, 25-51.