



**1º CONGRESSO
LATINO-AMERICANO
DE DRENAGEM
ÁCIDA DE MINA**

24 e 25 de novembro de 2021
Belo Horizonte • MG • Brasil

1ST LATIN AMERICAN ACID MINE DRAINAGE CONGRESS
NOVEMBER 24-25, 2021 • BELO HORIZONTE • MG • BRAZIL

1^{ER} CONGRESO LATINOAMERICANO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINA
24-25 DE NOVIEMBRE DE 2021 • BELO HORIZONTE • MG • BRAZIL

PROMOÇÃO



Fatores Geoquímicos Condicionantes Atuando na Mesorregião Sul do Estado de Santa Catarina: Influência da Bacia Carbonífera

***Geochemical Conditioning Factors Acting in the
South Mesoregion of Santa Catarina State,
Brazil: Influence of the Carboniferous Basin***

Melissa Franzen, Serviço Geológico do Brasil

José Luis Ando, Consultor

Eduardo Paim Viglio, Serviço Geológico do Brasil

Belo Horizonte, 08 de Novembro de 2021



INTRODUÇÃO

Este trabalho visa apresentar parte dos resultados do Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade executado pelo Serviço Geológico do Brasil na Mesorregião Sul Catarinense, onde se situa a Região Carbonífera de Santa Catarina (RCSC)

Utiliza a técnica estatística multivariada de Análise de Componentes Principais aplicada aos sedimentos de corrente, para sintetizar as informações obtidas pelos diversos elementos analisados e unidades amostrais, espacializando essas informações num sistema de informações geográficas



LOCALIZAÇÃO

- Mesorregião Sul de Santa Catarina
- 2 Regiões Hidrográficas: Sul e Extremo-Sul
- 5 Bacias Hidrográficas:

Tubarão (4.734 km²)

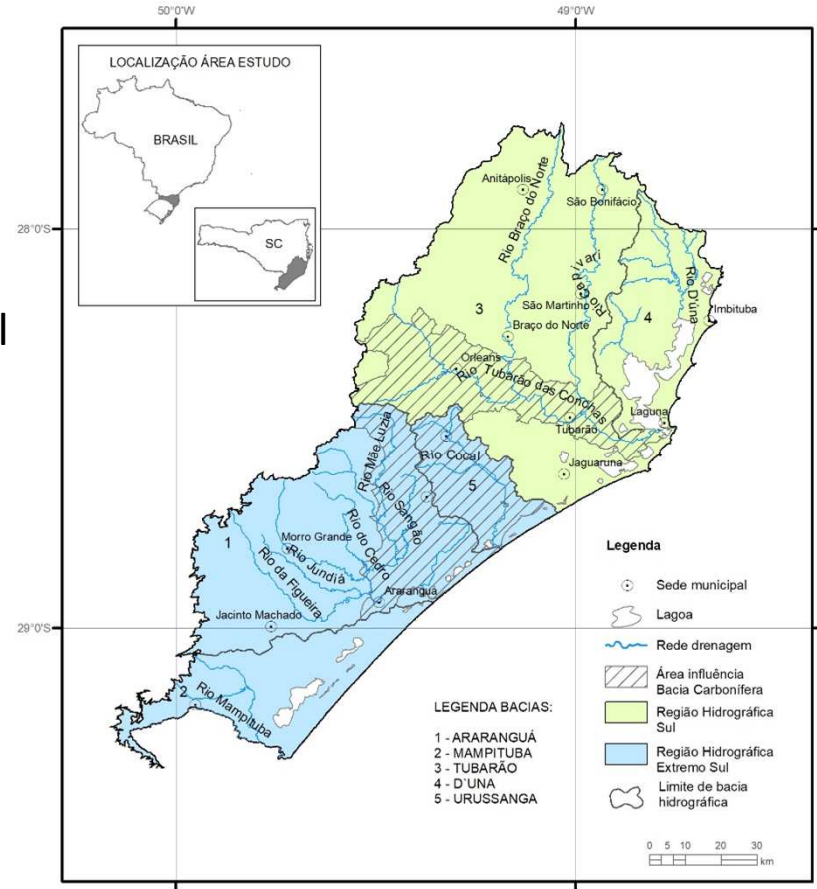
Duna (1.211 km²)

Araranguá (2.956 km²)

Mampituba (1.250 km²)

Urussanga (676 km²)

- Área total ~ 10.827 km²
- Área de influência carvão ~ 2.745 km²





ÁREA DE ESTUDO

Compartimentação Tectônica

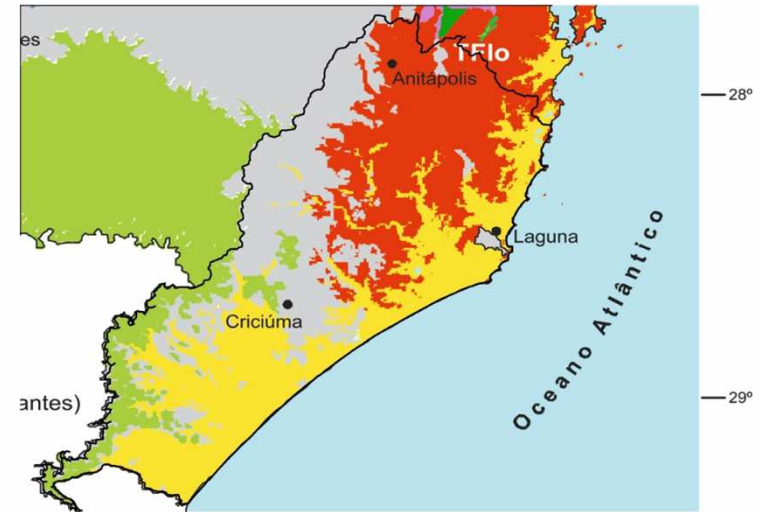
Batólito de Florianópolis

*Complexo Granítico-Gnáissico
Granitóites*

Bacia do Paraná

*Sedimentares
Vulcânicas*

Coberturas Cenozoicas



LEGENDA

- Batólito Florianópolis
- Sedimentação Gondwânica da Bacia do Paraná
- Magmatismo Serra Geral (Bacia do Paraná)
- Coberturas sedimentares do Cenozoico



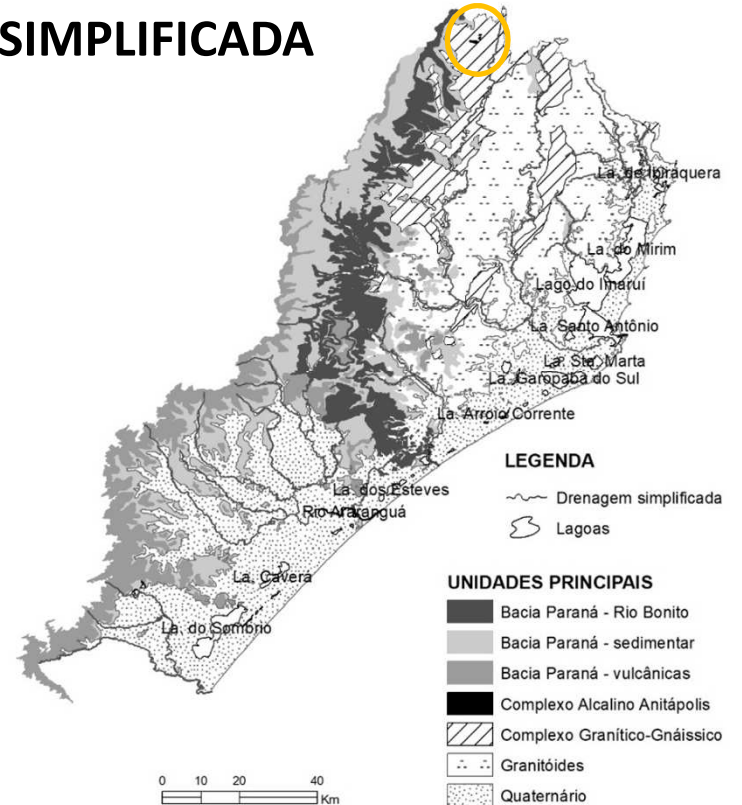
Neoproterozóico

- Embasamento Complexo Granítico-Gnáissico. Constituem granitoides foliados, pertencentes à Suíte Intrusiva Paulo Lopes (626± 8 Ma U-Pb)
- Intrusivos e em parte contemporâneos, granitóides das suítes Pedras Grandes e Cambirela.

Fanerozoico (Paleo ao Mesozoico) Permiano ao Cretaceo

- Bacia do Paraná: rochas sedimentares, carvão (Fm. Rio Bonito) e vulcânicas básicas (Fm. Serra Geral) (~ 300 – 130 Ma)
- Complexo Alcalino de Anitápolis, 6km², básico-ultrabásico (~ 129 Ma)

GEOLOGIA SIMPLIFICADA





Mineralizações hidrotermais filoneanas de fluorita no Norte, encaixadas entre granitoides da Suíte Pedras Grandes e a unidade basal da Bacia do Paraná

Contatos por discordância erosiva entre vulcânicas básicas da Fm. Serra Geral e as unidades mais antigas da Bacia do Paraná, na porção Central

Em alguns locais do Norte (Orleans, São Ludgero) e em Urussanga, os magmatitos jazem diretamente sobre as rochas graníticas do embasamento cristalino, onde se verifica o contato por falha entre estas unidades

E na Planície Costeira, sedimentação cenozoica desenvolvida durante o Quaternário. Abrange depósitos sedimentares continentais, transicionais e marinhos, além de depósitos de encosta e aluviões ao longo dos cursos de água atuais



MATERIAIS E MÉTODOS

- 74 amostras de sedimentos de fundo
- Representativas de sub-bacias hidrográficas inferiores a 150 km²
- Densidade média de 1 amostra a cada 146 km²
- Secas a 55°C, peneiradas na fração < 80 mesh (0,177 mm)
- Extração com água-régia (HNO₃/HCl concentrados – 3:1)
- Análises por ICP-OES ou ICP-MS, 53 elementos (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr), pela SGS GEOSOL



Processamento dos dados (1/2)

Geoestatística (interpolação para representação em mapas), estatística bivariada para correlações e multivariada representada pela Análise de Componentes Principais (ACP)

Software Geosoft Target 9.8.1, matriz de dados originais com 74 unidades amostrais e 47 variáveis (elementos químicos)

Preparação para ACP levou à normalização dos dados, mantiveram-se os valores extremos em função da baixa densidade amostral

A seleção de variáveis foi realizada por meio da análise de correlação, onde dados pouco correlacionados foram retirados por não aportarem informação, assim foram excluídos Au, B, Ge, Re, Se, Ta e Te



Processamento dos dados (2/2)

O preceito básico da ACP é transpor as variáveis para eixos arbitrários sempre ortogonais, ou seja, não correlacionados entre si

O método calcula uma matriz de correlação usando todas as variáveis de interesse e amostras de um banco de dados, resultando um novo conjunto de variáveis artificiais chamadas autovalores (*eigenvalues*), cujo valor indica a contribuição de cada variável para a variação total no conjunto

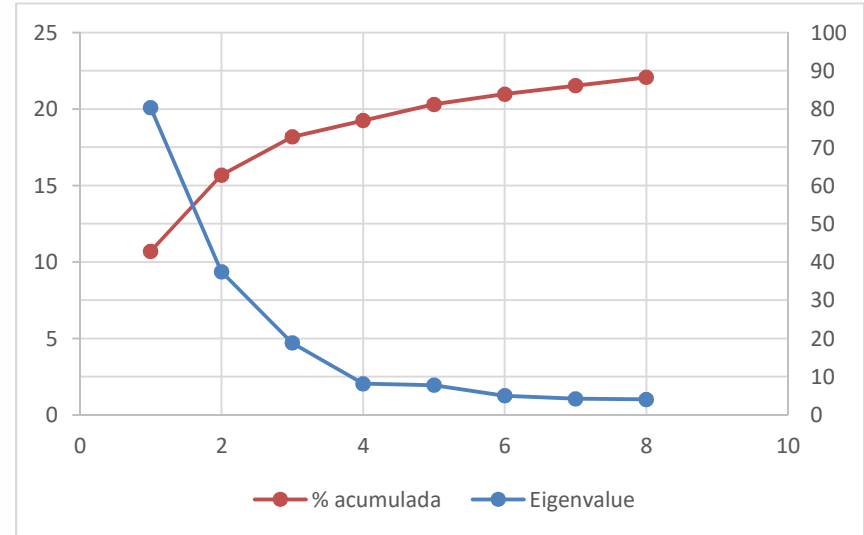
As cargas (*loadings*) expressam a influência de cada variável dentro dos fatores, e as pontuações (*scores*) expressam a influência de um autovetor em uma amostra específica, permitindo o mapeamento espacial do fator em amostras individuais



RESULTADOS

Autovalores da Análise de Componentes Principais

CP	AUTOVALOR	% ACUMULADA
1	20.097	42.8
2	9.363	62.7
3	4.704	72.7
4	2.04	77
5	1.947	81.2
6	1.26	83.9
7	1.058	86.1
8	1.018	88.3



- As três primeiras componentes explicam 72.7% da variância total.



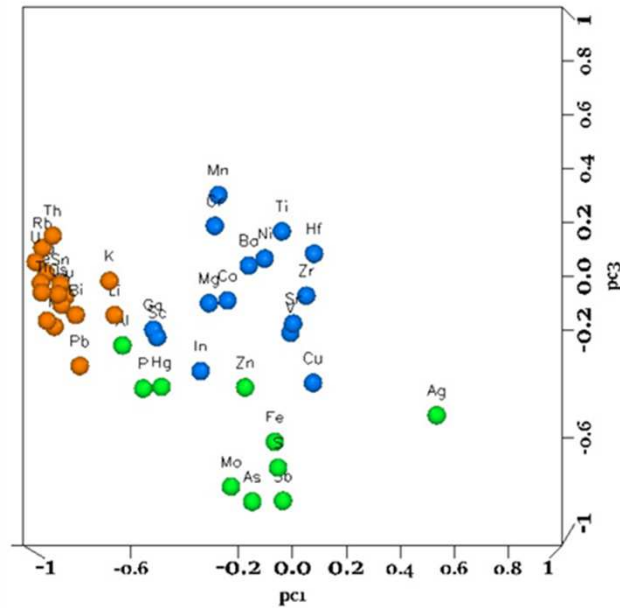
Proporção das variáveis explicadas pelas componentes e pontuações das componentes principais (CP)

CP1	LOADINGS	SCORES	CP2	LOADINGS	SCORES	CP3	LOADINGS	SCORES
U	0.912	-0.955	V	0.899	0.948	Fe	0.823	-0.615
CE	0.876	-0.936	Cu	0.858	0.834	Al	0.814	-0.257
TL	0.869	-0.932	Ga	0.854	0.739	Sb	0.732	-0.834
RB	0.866	-0.93	Sc	0.853	0.741	As	0.724	-0.837
YB	0.853	-0.86	Ti	0.824	0.892	Mo	0.693	-0.781
LA	0.84	-0.917	Co	0.797	0.859	P	0.647	-0.417
Y	0.839	-0.858	Mg	0.707	0.782	Ag	0.639	-0.516
BE	0.834	-0.913	Zr	0.625	0.789	S	0.577	-0.711
LU	0.833	-0.845	Ni	0.602	0.769	Zn	0.525	-0.413
TH	0.796	-0.892	Sr	0.58	0.761	Hg	0.412	-0.411
TB	0.784	-0.885	Hf	0.571	0.751			
CS	0.758	-0.871	Mn	0.536	0.678			
SN	0.744	-0.863	In	0.49	0.611			
BI	0.649	-0.806	Ba	0.471	0.667			
PB	0.626	-0.791	Cr	0.359	0.524			
K	0.463	-0.681						
LI	0.438	-0.662						

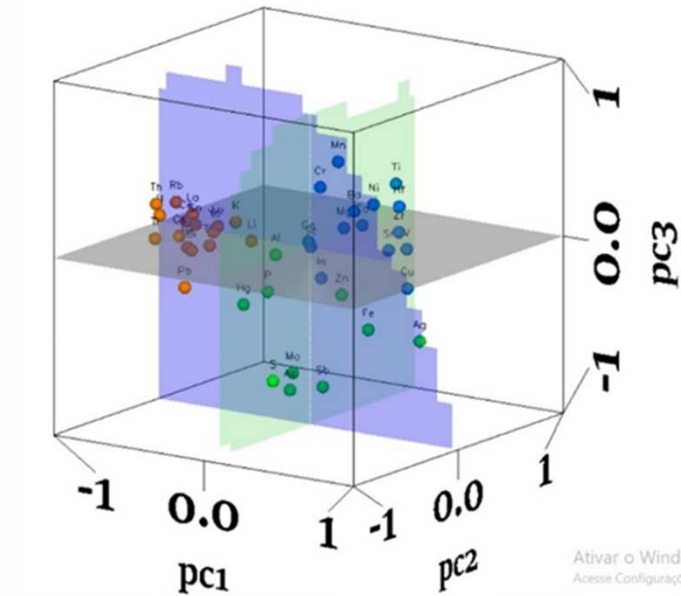
Onde: *loadings* (cargas) e *scores* (pontuações).



Variáveis representadas pelos escores das três componentes principais



[Em 2D]



[Em 3D]

Ativar o Windc
Acesse Configuração



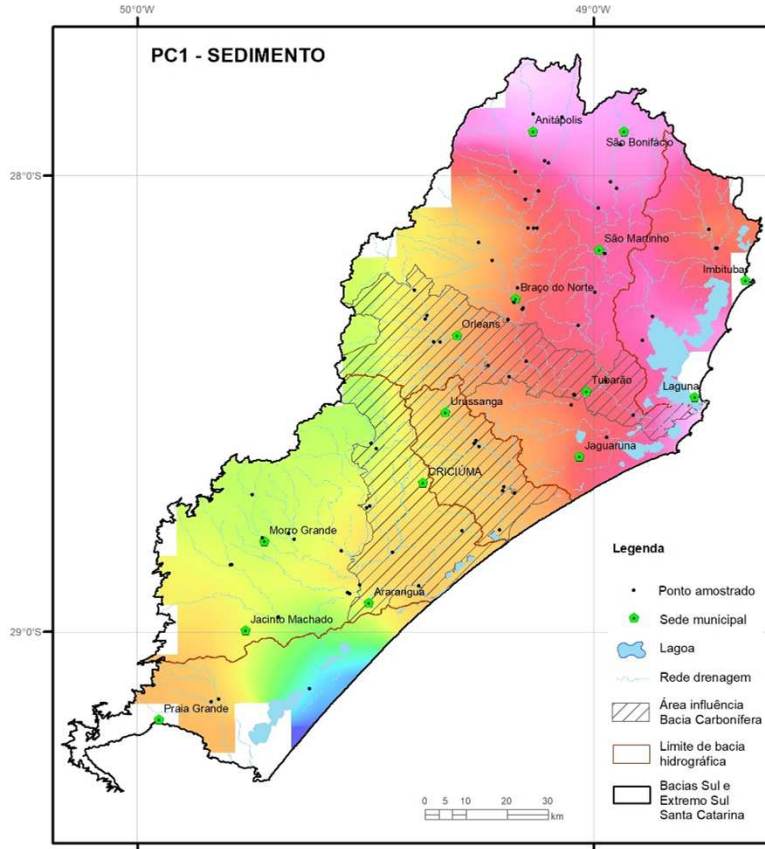
O que representam as componentes principais (CP)?

- A CP1 representa 20,1% da variância e maior representação dos autovetores de U, Ce, Tl, Rb, Yb, La, Y, Be, Lu, Th, Tb, Cs, Sn, Bi, Pb, K e Li, altos e negativos
- A CP2 representa 9.3% da variância e autovetores altos e positivos com V, Cu, Ga, Sc, Ti, Co, Mg, Zr, Ni, Sr, Hf, Mn, In, Ba e Cr
- A CP3 representa 4.7% da variância e coeficientes de correlação altos e negativos com Fe, Al, Sb, As, Mo, P, Ag, S, Zn e Hg
- Optou-se por omitir as demais componentes em virtude da sua baixa significância

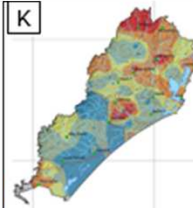


PC1

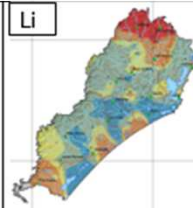
- Elementos naturalmente enriquecidos no Norte (B. TUBARÃO) e no Litoral Norte (B. DUNA).
- Teores possivelmente antrópicos de Bi e Pb no Norte e Leste.



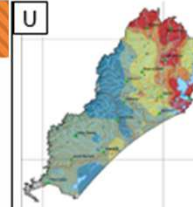
K



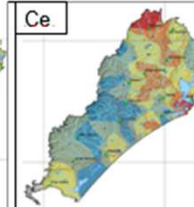
Li



U



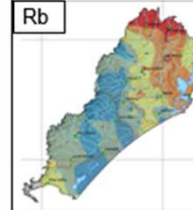
Ce



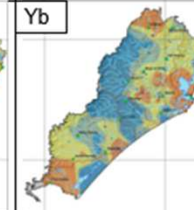
Tl



Rb



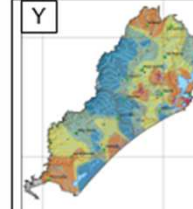
Yb



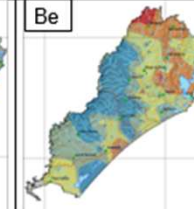
La



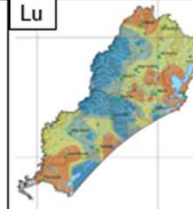
Y



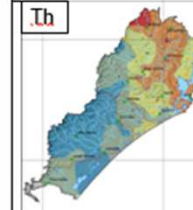
Be



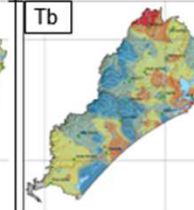
Lu



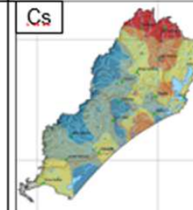
Th



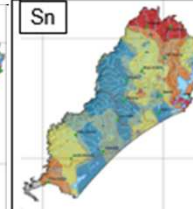
Tb



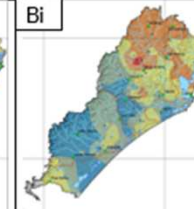
Cs



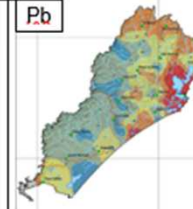
Sn

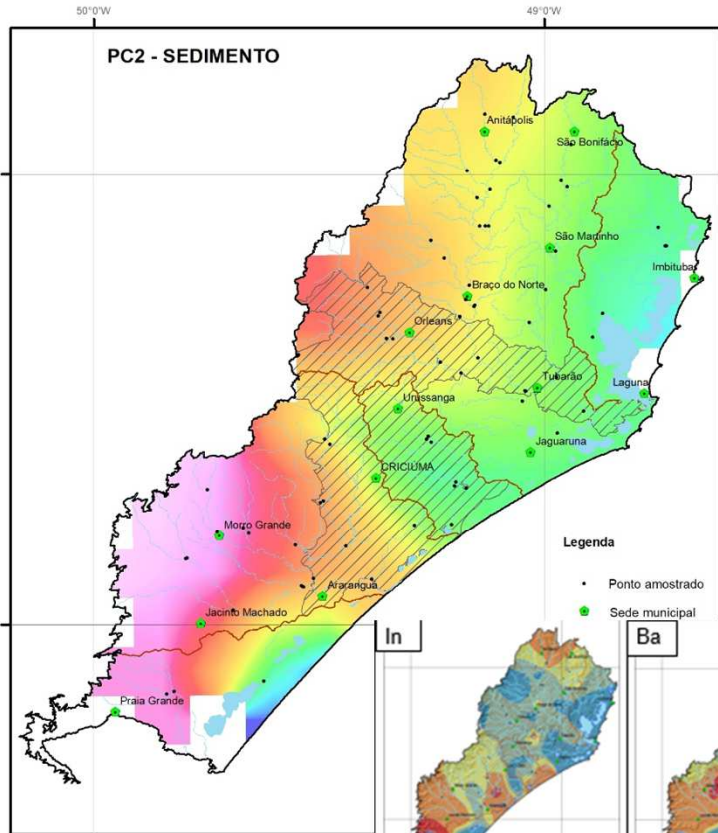


Bi

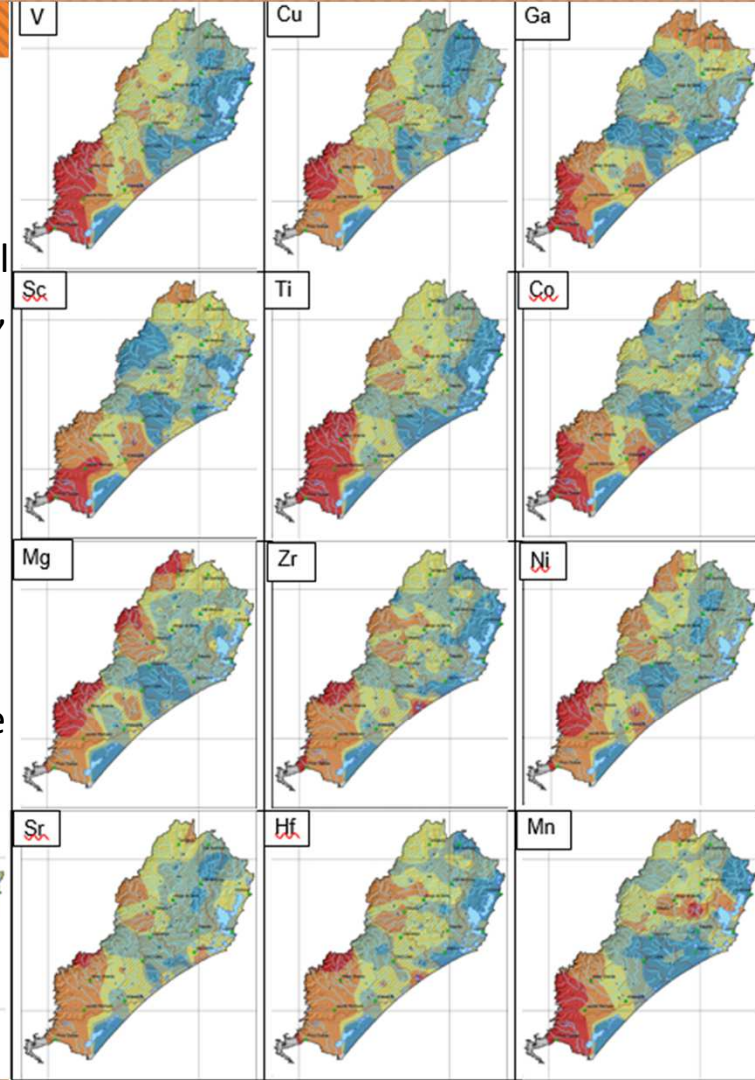


Pb





- Naturalmente enriquecidos no Sul (B. ARARANGUÁ) e, secundariamente, no maciço alcalino de Anitápolis (B. TUBARÃO).
- Teores antrópicos de Ni, In e Ba à jusante das áreas mineradas no Leste e Sul.

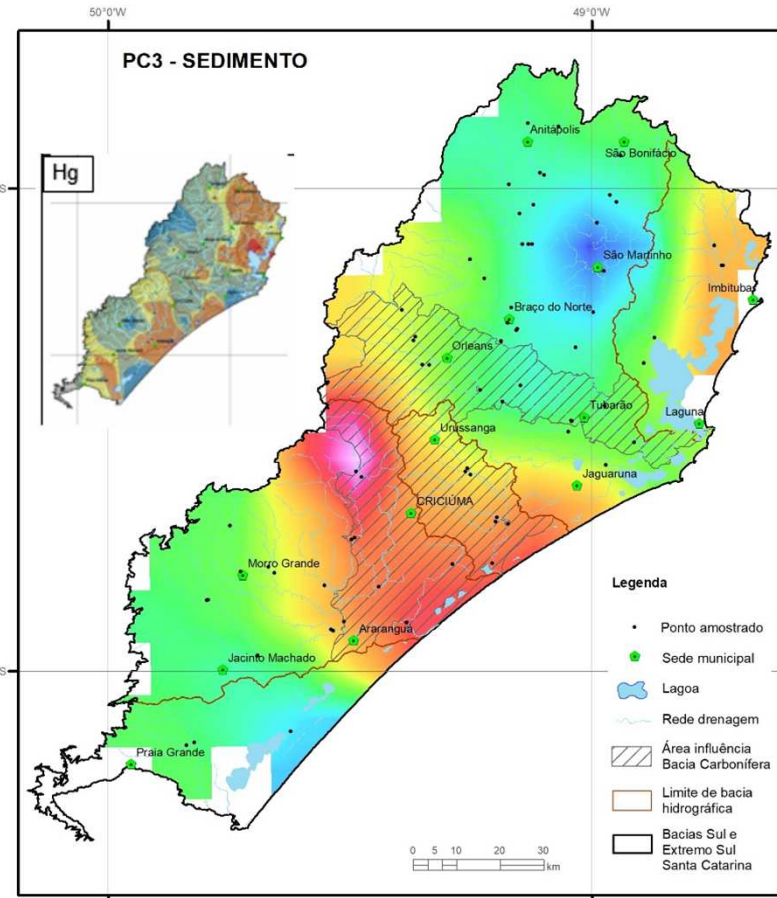




PC3

Impacto do carvão no Leste (URUSSANGA e partes das B. ARARANGUÁ e TUBARÃO) de duas formas:

- depleta naturais à montante (Al, P, Zn)
- concentra antrópicos à jusante (Fe, Sb, As, Mo, Ag, S)





CONCLUSÕES

- ✓ Duas componentes essencialmente litófilas (PC1 e PC2), representando os teores naturalmente elevados relativos às rochas ácidas e básicas, respectivamente, presentes nas regiões Norte e Sul da área de estudo
- ✓ Elementos mais nocivos, menos móveis e potencialmente tóxicos são concentrados na porção Central-Leste, afetada pelo carvão, conforme evidenciado pela PC3
- ✓ Há impacto da Drenagem Ácida de Mina nos sedimentos de fundo, desde jusante das áreas mineradas até a foz dos rios principais
- ✓ Os rios principais deságuam em lagoas da Planície Costeira (que não foram amostradas), ou próximo delas, onde há extensas planícies ocupadas por plantações de arroz irrigado
- ✓ Estes locais podem estar concentrando os diversos elementos que foram lixiviados, por isso, se recomenda que sejam alvo de estudos próximos.



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM



Melissa Franzen

Pesquisadora em Geociências

Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Superintendência de Porto Alegre
e-mail: melissa.franzen@cprm.gov.br
Telefone: (51) 3406-7363
www.cprm.gov.br

OBRIGADA!