

# MERCÚRIO - OCORRÊNCIAS NATURAIS NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

PLAWIAK, R.A.B. <sup>(a)</sup>; LICHT, O.A.B. <sup>(b)</sup>; VASCONCELLOS E.M.G. <sup>(c)</sup>; FIGUEIREDO B.R. <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Universidade de Campinas - UNICAMP; <sup>(b)</sup>Minerais do Paraná S.A. - MINEROPAR; <sup>(c)</sup> Universidade Federal do Paraná -

## Hipótese

As anomalias regionais de Hg obtidas com geoquímica de superfície no Estado do Paraná têm sua origem em (a) mobilização por fluidos termais, do metal contido em unidades sedimentares da Bacia do Paraná, através de falhas profundas e sua deposição em superfície e (b) associação com os processos mineralizadores a Pb-Zn-Ba do vale do rio Ribeira.

## Objetivos

Compilar as informações disponíveis sobre a presença do mercúrio no Estado do Paraná (fig. 1), levantando hipóteses genéticas para as anomalias geoquímicas de superfície em escala regional (sedimentos ativos de drenagem - SAD e horizonte B dos solos) e de detalhe (municípios de Salto do Itararé - solos e Palmeira - SAD, figs. 2 e 3).

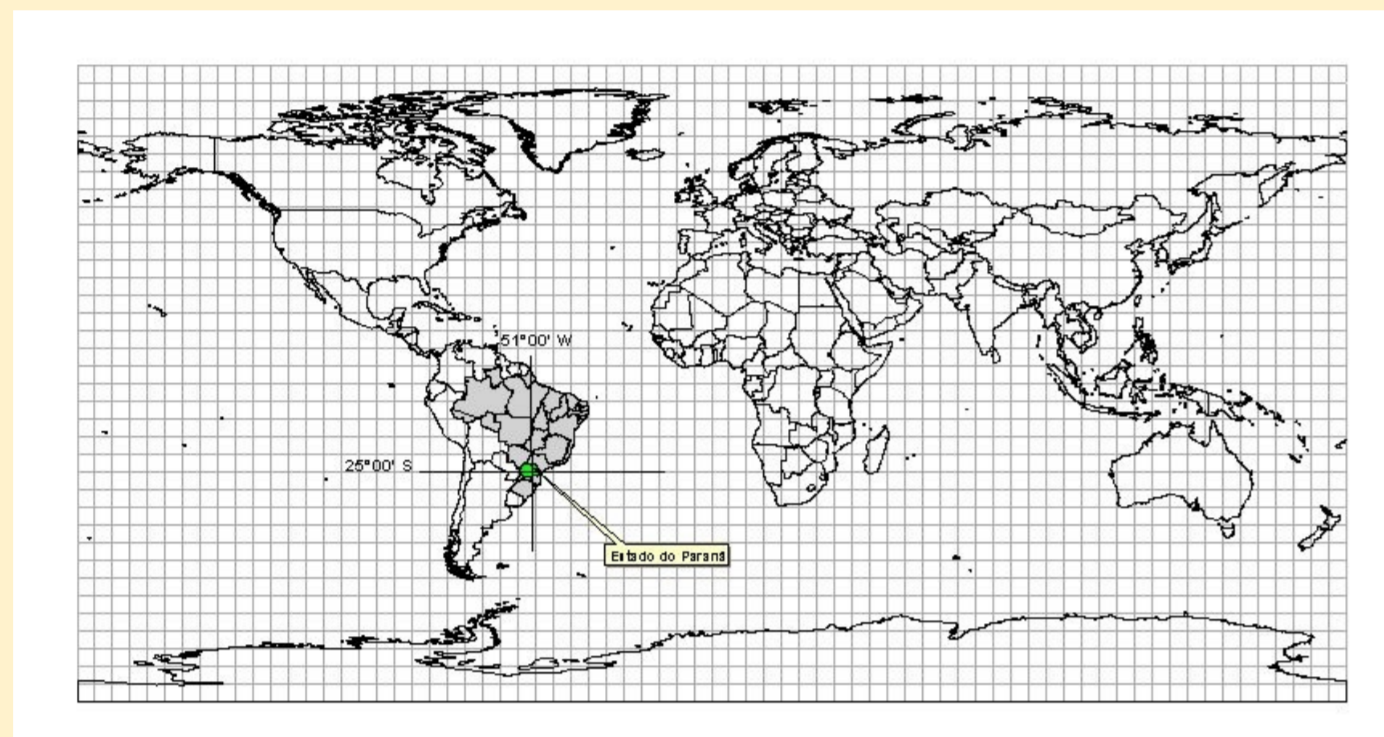


Figura 01 - Localização do Estado do Paraná no Brasil e no mundo

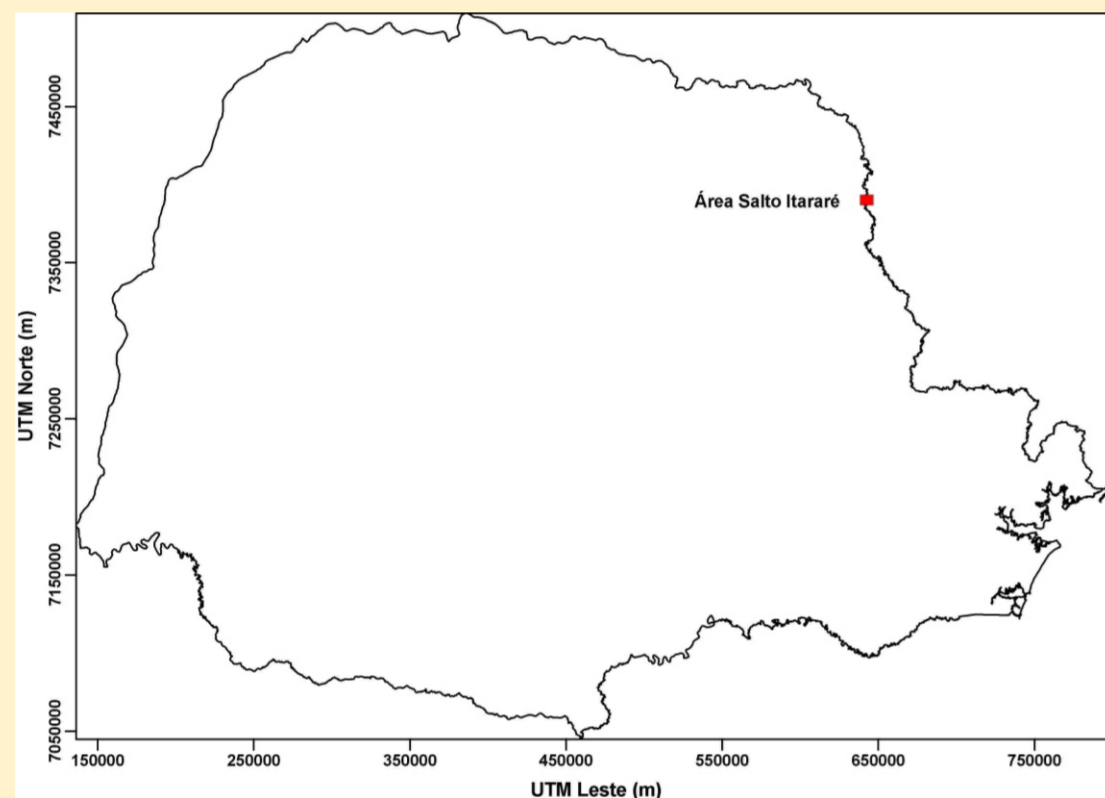


Figura 02 - Localização da área Salto Itararé no Estado do Paraná

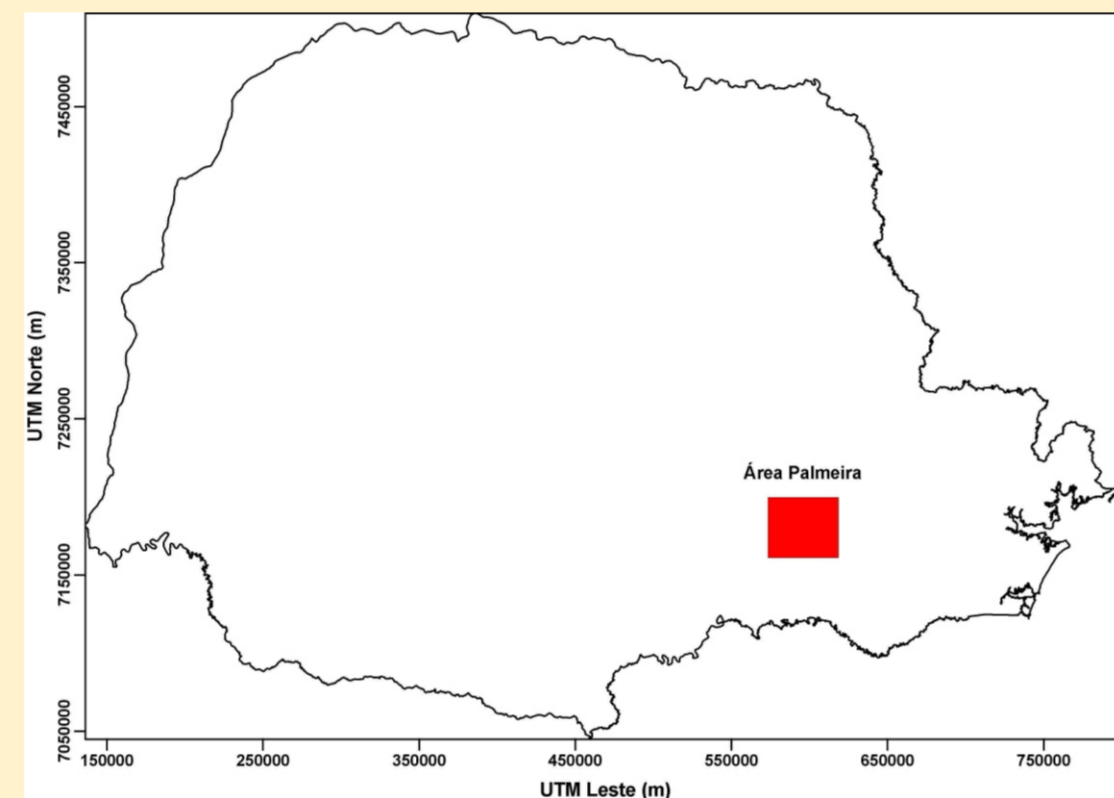


Figura 03 - Localização da área Palmeira no Estado do Paraná

## Verificação de referências históricas

Desde meados do século XIX, há relatos da ocorrência de mercúrio em certas localidades do território paranaense.

Na região de Palmeira existiu uma mina de mercúrio, descoberta em 1842, no rio Castelhana, afluente da margem direita do rio Iguçu. Nessa mina, o Barão de Tibagy obteve "meia libra de azougue". (Ferreira, 1885, fig. 04). O mesmo relato foi encontrado sobre as investigações minuciosas realizadas nas cabeceiras do rio Ivaí, onde foi constatada a ocorrência de grãos de cinábrio (HgS) em arenitos do Grupo Itararé (Oliveira, 1927).

O Decreto Imperial nº 6246 de 12 de julho de 1876 (fig. 05) concedeu autorização, para que Manoel de Assis Drummond e Bernardo Pinto de Oliveira, explorassem minas de "azougue" na então chamada "Villa da Palmeira".

Já na região de Salto do Itararé foi concedido a um particular, um manifesto de mina para mercúrio (nº 3127 / 1935), documento que não foi localizado no arquivo morto do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM.

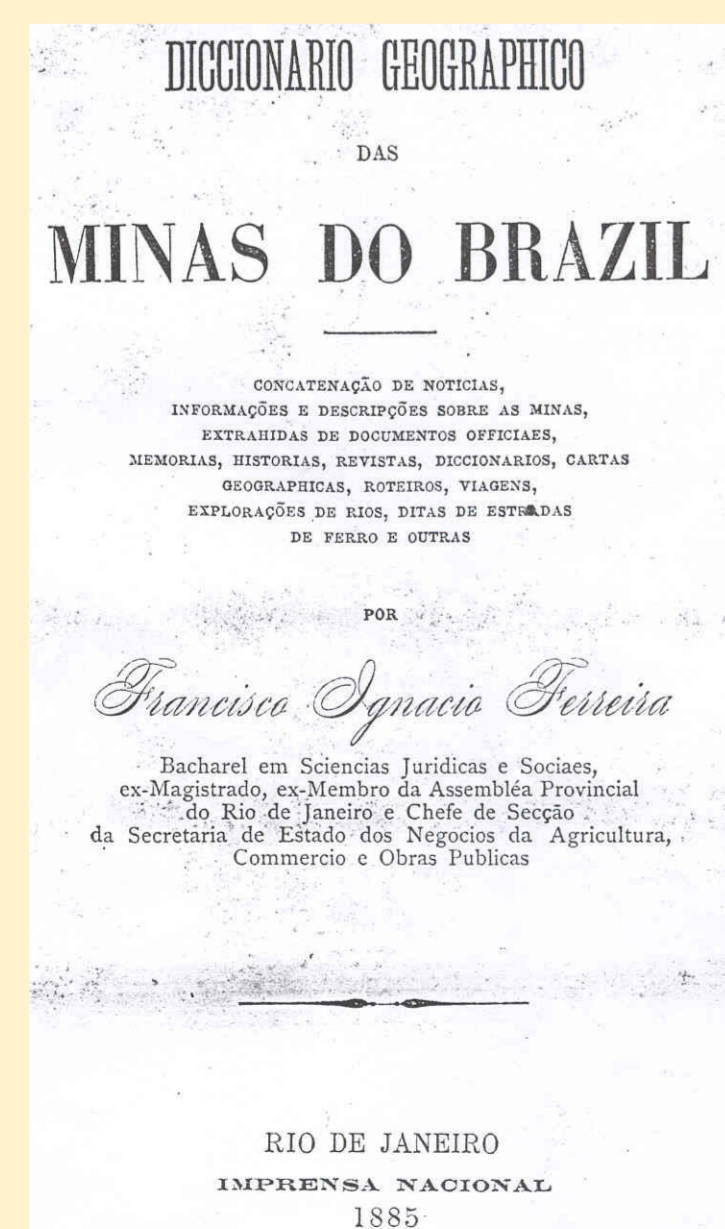


Figura 04 - Capa do "Dicionário Geográfico das Minas do Brasil" (Ferreira, 1885)

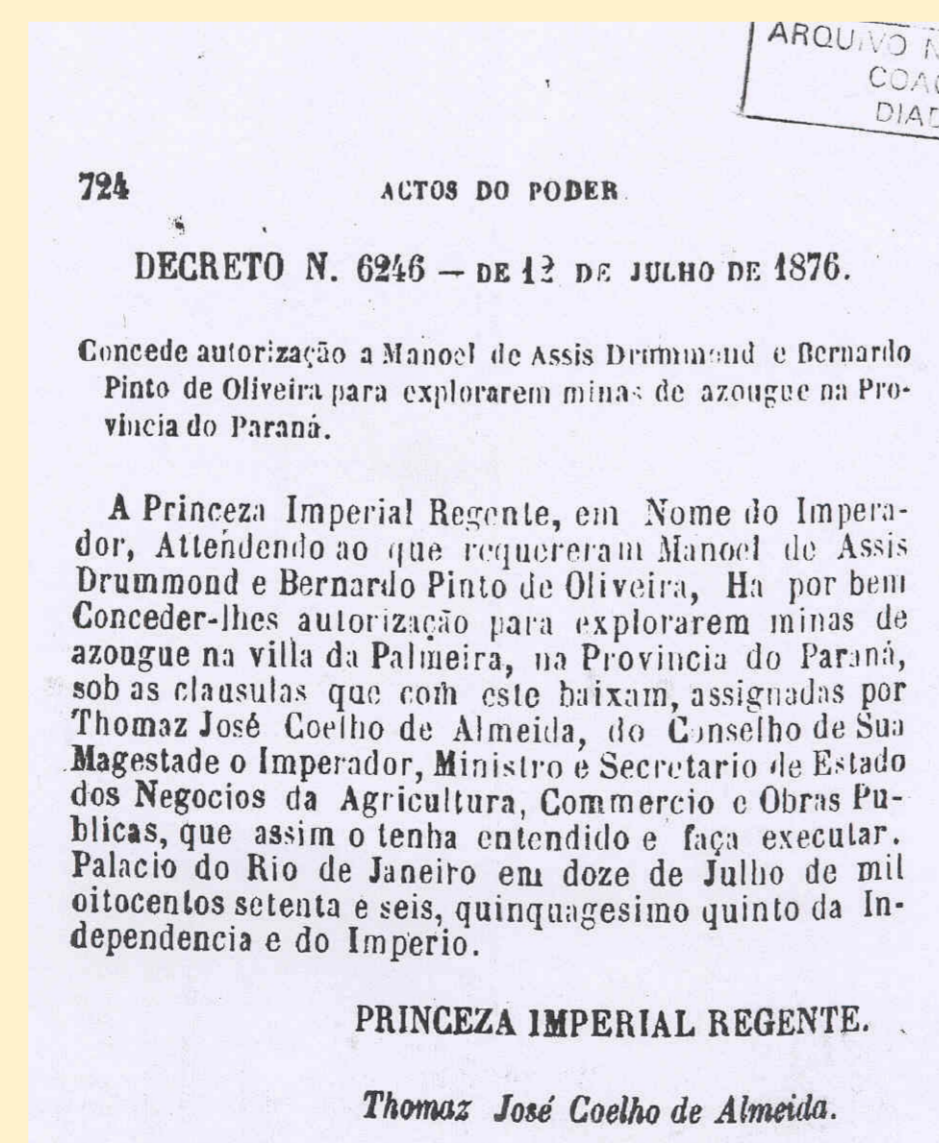


Figura 05 - Extrato do decreto nº 6246 - de 12 de julho de 1876, para exploração de mercúrio na "Villa da Palmeira" (Arquivo Nacional)

## Materiais e Métodos

Para confirmação destas referências históricas sobre a ocorrência do metal no Paraná, foram utilizados alguns levantamentos geoquímicos de detalhe, realizados anteriormente pela equipe da MINEROPAR, em épocas distintas.

Em 1984, na margem esquerda do rio Paranapanema, município de Salto do Itararé, foram coletadas 75 amostras de horizonte B dos solos em malha regular, com linha base orientada N75E, linhas transversais espaçadas de 110 m, e amostras ao longo destas, espaçadas em média de 45 m (MINEROPAR, inédito). As amostras foram analisadas em laboratório comercial, na fração < 80 # (< 0,177 mm), por espectrofotometria de absorção atômica sem chama.

Em 2003, no município de Palmeira, a oeste de Curitiba, foram coletadas 17 amostras de SAD em afluentes da cabeceira dos rios Tibagi e Iguçu (MINEROPAR e IEC - Instituto Evandro Chagas, inédito). As áreas das bacias hidrográficas variaram de 10 a 60 km<sup>2</sup>. As amostras foram analisadas nas frações < 150 # (0,104 mm) e < 230 # (0,062 mm), pelo Laboratório de Toxicologia, Seção de Meio Ambiente - SAMAM, do IEC por espectrofotometria de absorção atômica sem chama.

Com o objetivo de tentar explicar a expressão geoquímica do metal em superfície, correlacionando à geologia, e à sua possível associação com grandes estruturas tectônicas, foram utilizados o mapa geológico simplificado do Estado do Paraná (fig. 06) (MINEROPAR, 1986), o mapa dos principais lineamentos estruturais do estado (fig. 07) (simplificado de Zalán *et al.*, 1987) e um perfil (NW-SE) esquemático da Bacia do Paraná (fig. 08) (Bizzi *et al.*, 2001).

Com o objetivo de explicar a distribuição geoquímica do mercúrio no estado, foram utilizados mapas geoquímicos regionais elaborados a partir dos resultados obtidos com geoquímica de densidade ultra baixa (Global Geochemical Reference Network - GGRN), tanto em amostras do Levantamento Geoquímico Multielementar de Baixa Densidade (SAD) (Licht, 2001), quanto em amostras do Levantamento Geoquímico Multielementar de Solos - Horizonte B (Licht & Plawiak, 2004). No primeiro levantamento foram coletadas 690 amostras de SAD, representativas das bacias hidrográficas do Estado do Paraná, compondo 39 sub-células GGRN (fig. 09). No segundo foram coletadas 307 amostras de horizonte B dos solos compondo 43 sub-células GGRN, cobrindo todo o território paranaense (fig. 10).

Os dados regionais referentes ao Hg, foram obtidos pela técnica analítica de espectrometria de fluorescência atômica de vapor frio (CV-AFS), no laboratório do *Institute of Geophysical and Geochemical Exploration* - IGGE, Langfang, Hebei, China.

As figuras em perspectiva estão apoiadas no Modelo Numérico do Terreno (MNT), com o intuito de facilitar a visualização do relevo paranaense, e estão projetadas com azimute de 345°, inclinação de 45° e fonte luminosa com ângulo horizontal de 135° e vertical de 45°. O MNT foi elaborado no *software* Surfer 8 (Golden Inc., 2002; Licht, inédito) a partir de 900.000 pontos cotados, obtidos da digitalização das cartas 1:250.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi utilizada a malha de coordenadas planas UTM, com *datum* horizontal SAD 69 e MC 51.

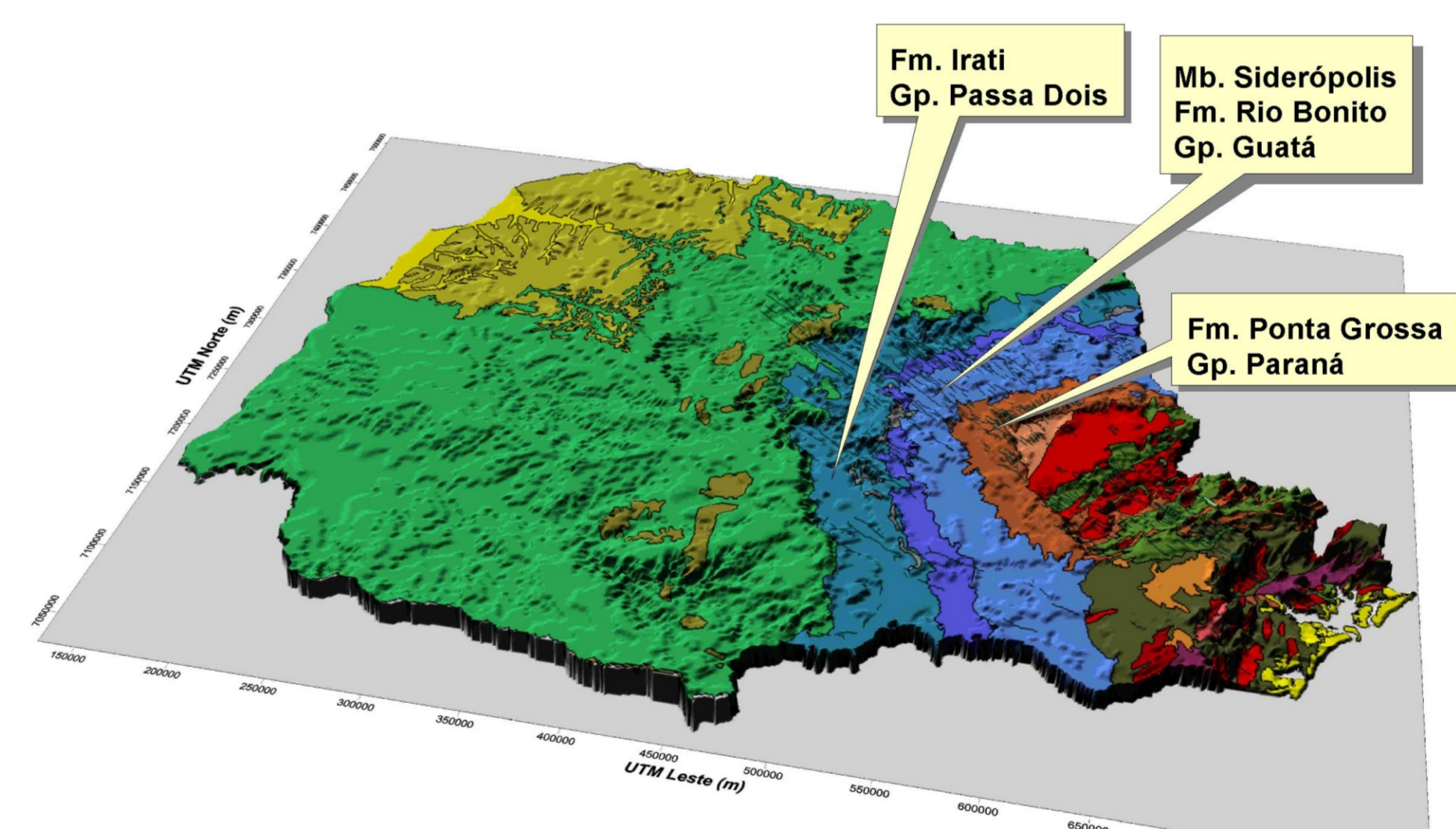


Figura 06 - Mapa geológico simplificado do Estado do Paraná (MINEROPAR, 1986)

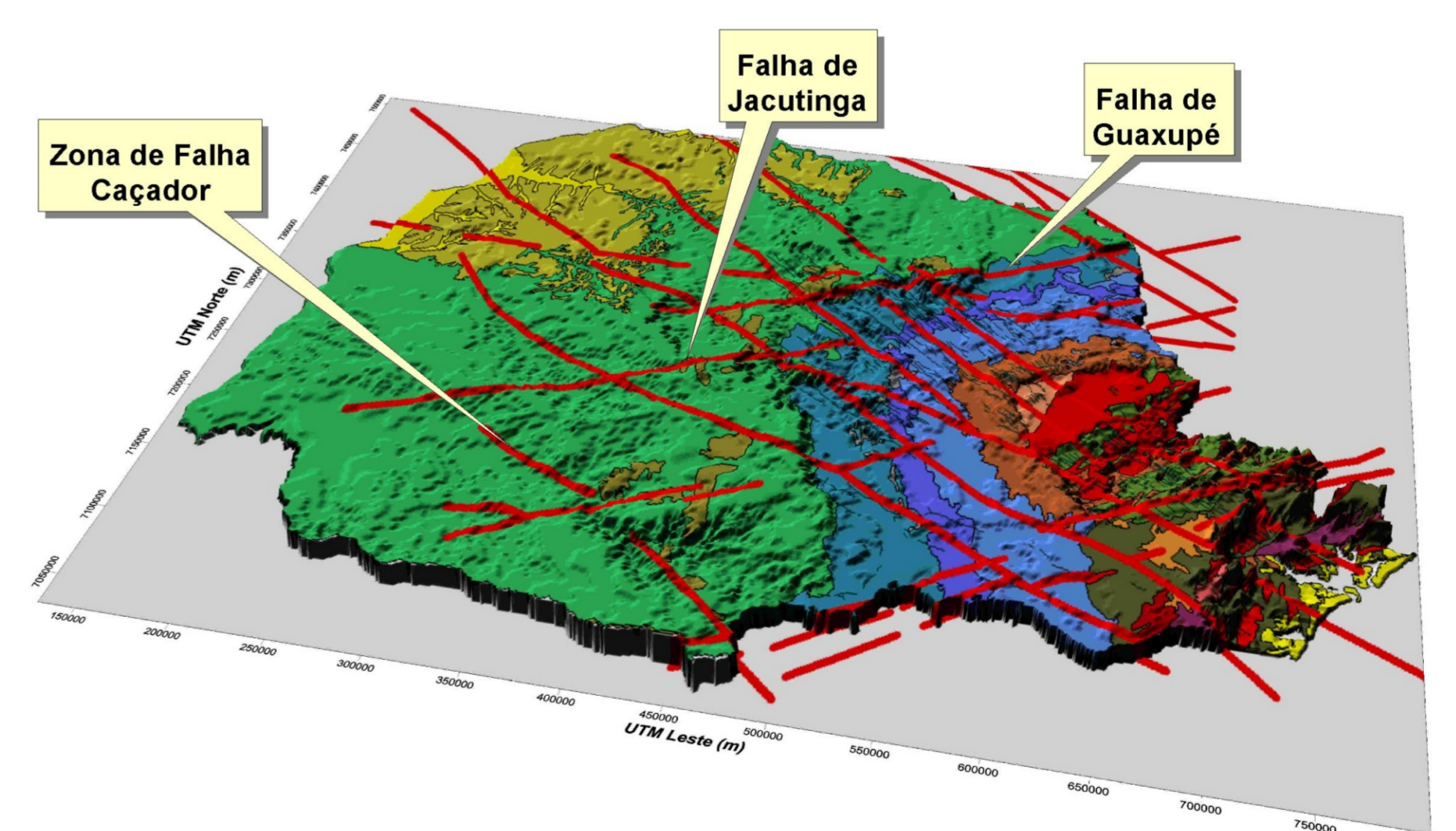


Figura 07 - Principais lineamentos estruturais do Estado do Paraná (Zalán *et al.*, 1987)

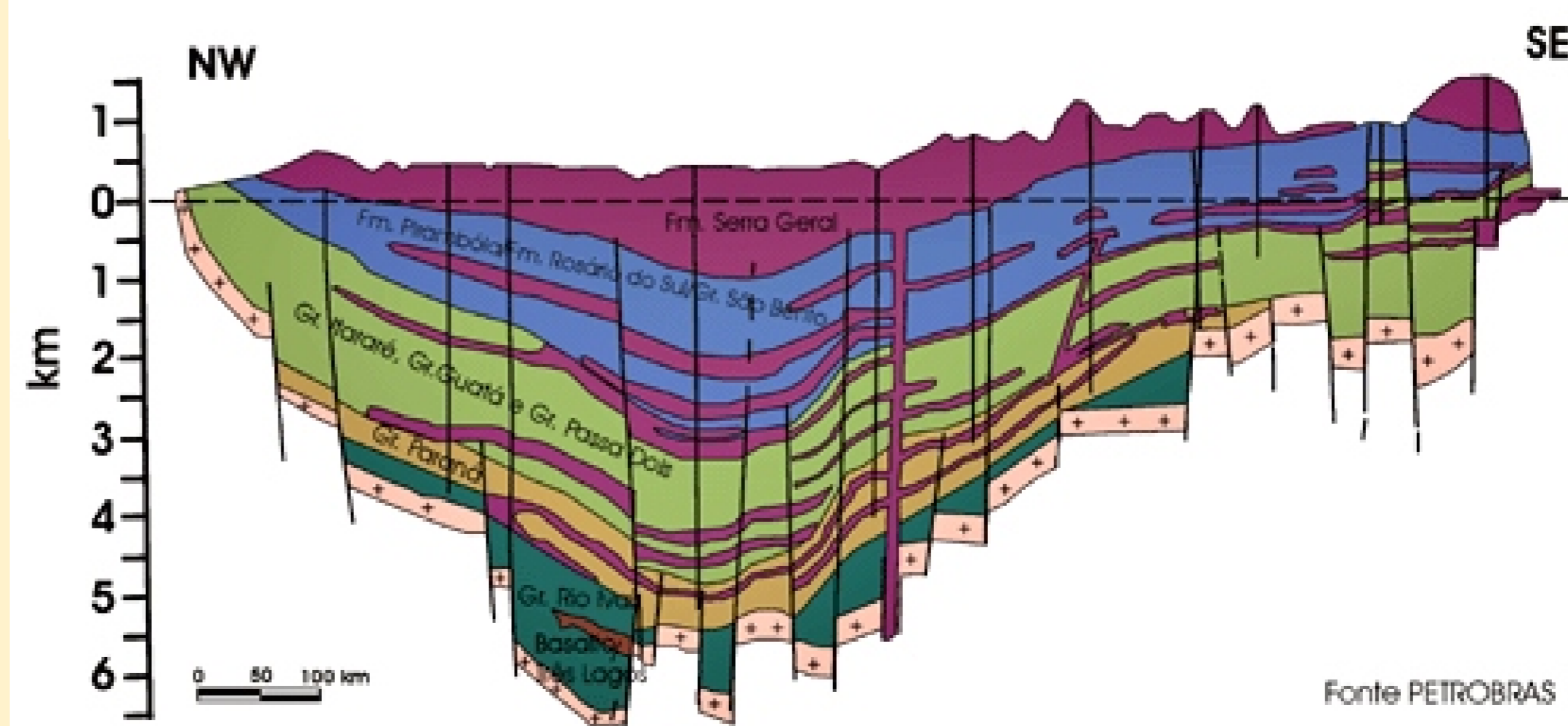


Figura 08 - Perfil esquemático da Bacia do Paraná (Bizzi *et al.*, 2001)

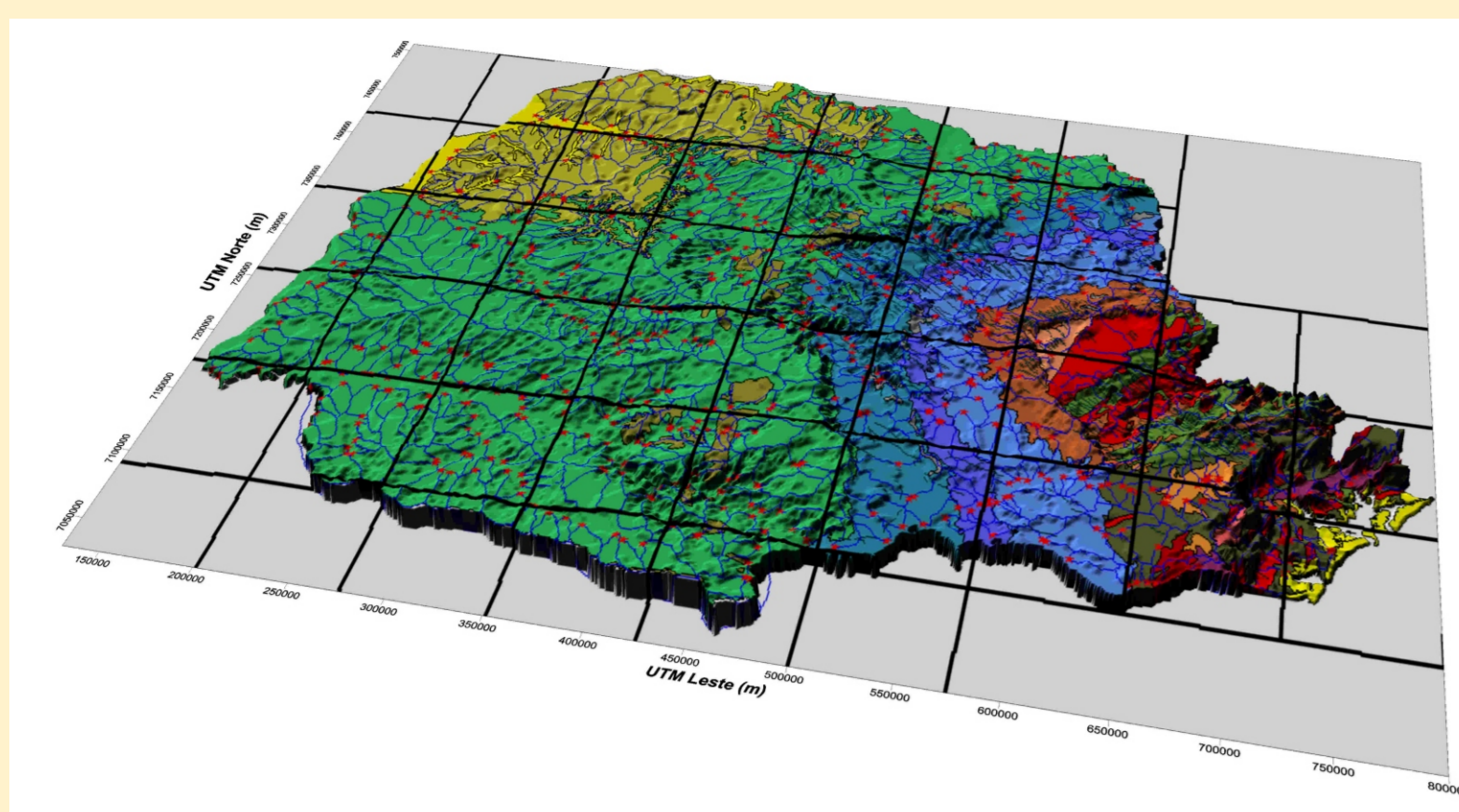


Figura 09 - Malha das sub-células GGRN e locais das estações de coletas das 690 amostras de SAD e suas respectivas bacias hidrográficas

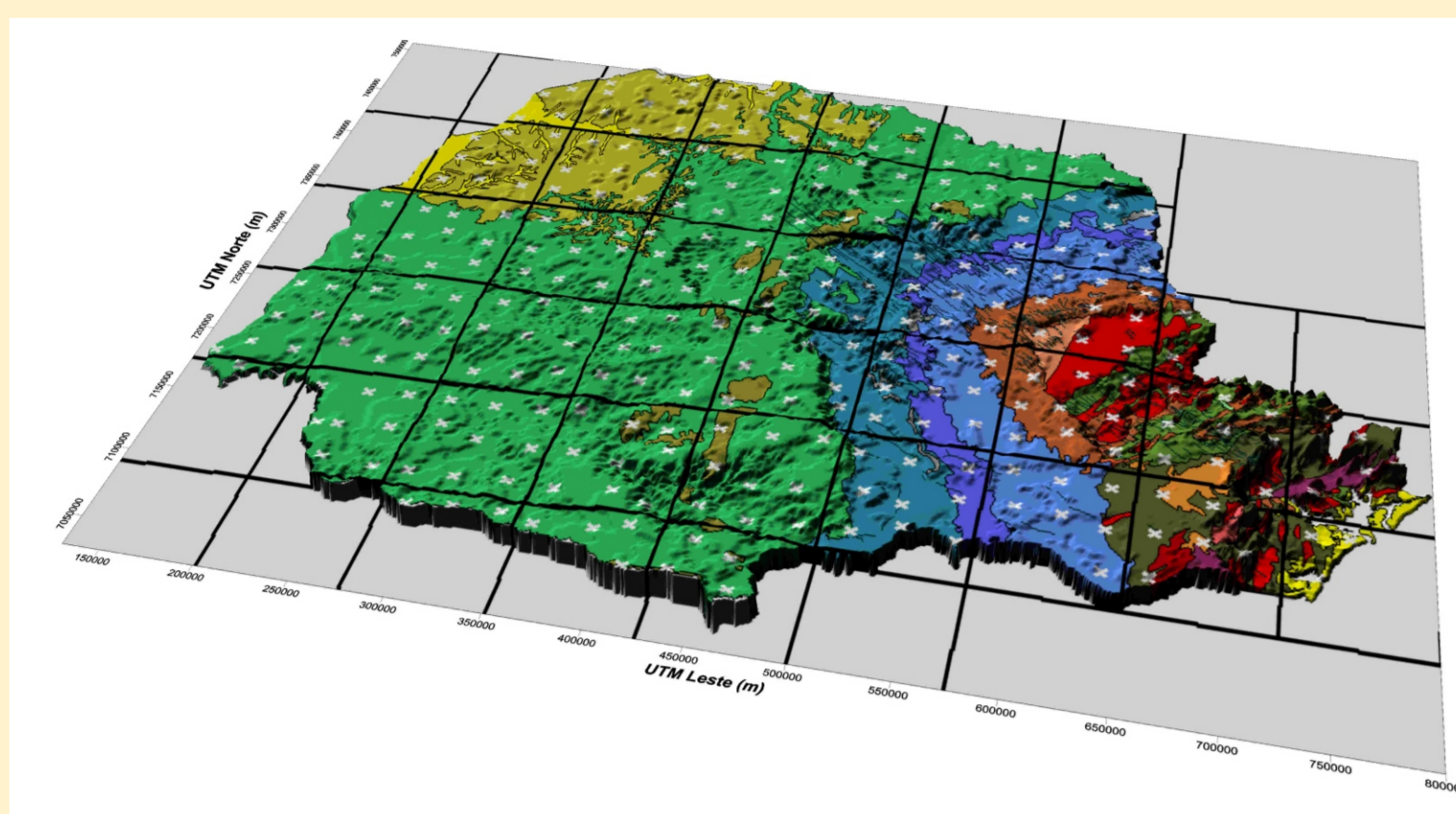


Figura 10 - Malha das sub-células GGRN e locais das estações de coletas das 307 amostras de horizonte B dos solos

## Resultados Obtidos

Os mapas geoquímicos (de detalhe e regionais) apresentam nítidas anomalias de Hg.

Nas amostras de Palmeira (N = 17), em ambas as frações, ocorrem teores elevados do elemento nos afluentes das cabeceiras do rio Tibagi. O teor médio na fração < 150 # é de 0,03 ppm Hg (cerca de 30 ppb), com os maiores valores entre 0,041 e 0,062 ppm Hg (fig. 11). Já na fração < 230 #, o teor médio chega a 0,027 ppm Hg (cerca de 27 ppb), alcançando os maiores valores entre 0,029 e 0,067 ppm Hg (fig. 12).

Na malha de amostragem de Salto do Itararé (N = 75), o teor médio nas amostras válidas (N = 10, maiores que o limite de detecção) é de 0,056 ppm Hg (cerca de 56 ppb), com o maior teor chegando a 0,08 ppm Hg (cerca de 80 ppb) na porção centro-oeste da malha amostral (fig. 13). As amostras consideradas não válidas (N = 65) apresentam teores menores que 0,05 ppm Hg.

O teor médio nas GGRN-SAD é de 33,34 ppb Hg, mas como é possível observar no mapa geoquímico (fig. 14), os maiores teores (na faixa de 49,47 a 53,08 ppb Hg) se concentram na porção sudoeste do estado, praticamente encaixados no vale do rio Iguauçu, no sentido N53W, coincidente com a zona de falha Caçador.

Nas GGRN-solos o teor médio é de 60,90 ppb Hg. Neste mapa (fig. 15), a grande estrutura regional alinhada com a zona de falha Caçador, visível no mapa das GGRN-SAD, não é mais observável, devido à elevação geral dos teores (na faixa de 80,91 a 167,50 ppb Hg). Essa elevação de teores é devida aos processos mineralizadores (Pb-Zn-Ba) que ocorrem no vale do rio Ribeira pois, tanto as mineralizações (Pb-Zn) quanto a ganga (Ba), apresentam teores muito elevados que ultrapassam 14 ppm Hg (com. pes. Elias C. Daitx, 2004).

Em ambos os mapas geoquímicos regionais, valores intermediários do metal (entre 42,73 e 49,47 ppb Hg nas GGRN-SAD e entre 69,04 e 80,91 ppb Hg nas GGRN-solos) ocorrem alinhados no sentido N60E, coincidindo com as falhas de Guaxupé e Jacutinga.

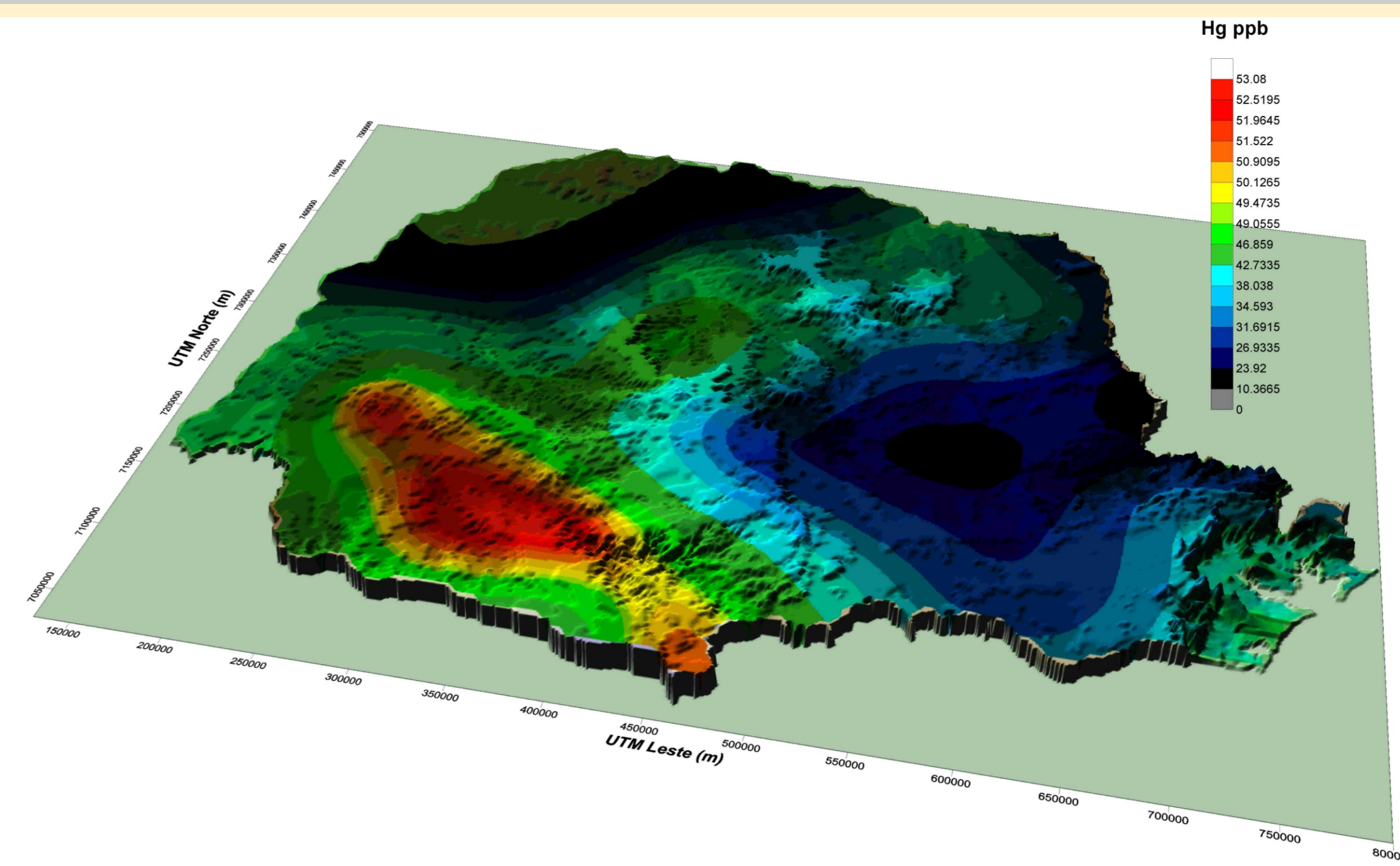


Figura 14 - Mapa geoquímico do Hg (ppb) nas sub-células GGRN - SAD

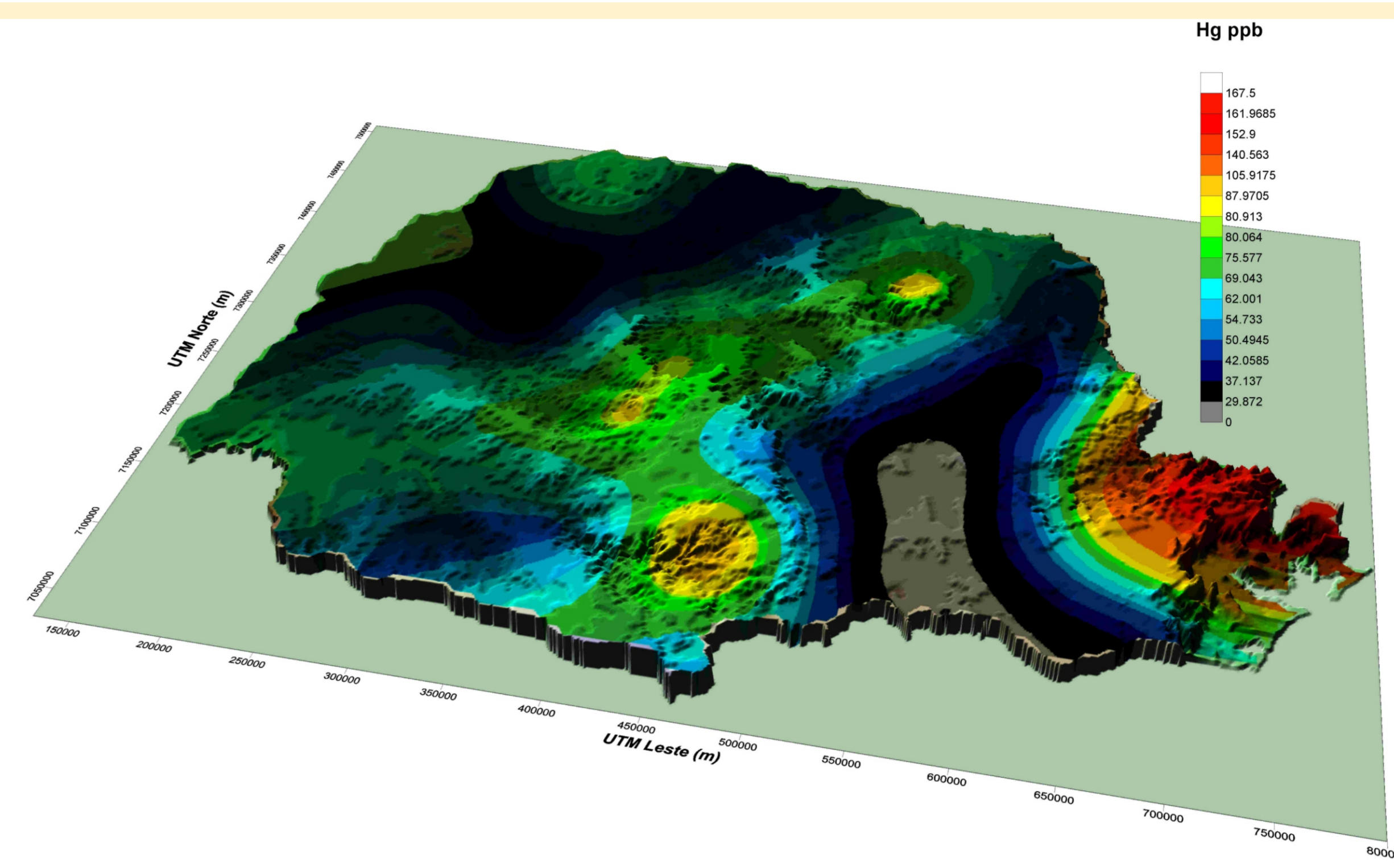


Figura 15 - Mapa geoquímico do Hg (ppb) nas sub-células GGRN - solos (horizonte B)

## Conclusões

As grandes estruturas geoquímicas, identificáveis regionalmente, podem ser entendidas como a expressão em superfície da interação de diversos fenômenos geológico-geoquímicos. Várias hipóteses deverão ser investigadas para identificar as relações de causa-efeito com a geologia.

Uma importante linha de pesquisa será a mobilização do mercúrio contido em horizontes ricos em matéria carbonosa da seqüência sedimentar paleozóica da Bacia do Paraná. Dessas unidades litoestratigráficas, com rochas quimicamente favoráveis à acumulação de Hg, as mais importantes parecem ser: a) Formação Ponta Grossa, Grupo Paraná; b) Membro Siderópolis, Formação Rio Bonito, Grupo Guatá; c) Formação Irati, Grupo Passa Dois.

A mobilização do metal, em temperaturas relativamente baixas - em torno de 40°C - pode ocorrer por atividade hidrotermal atual, aproveitando as suturas da zona de falha Caçador (NW) e das falhas de Guaxupé e Jacutinga (NE), que seccionariam essas unidades sedimentares em profundidade.

Inúmeras fontes e surgências de águas termais são conhecidas no sudoeste paranaense, atestando essa migração de fluidos de profundidade, com temperatura capaz de mobilizar e transportar mercúrio até a superfície onde, pela queda brusca da temperatura, o metal se depositaria. Conclusões similares sobre a presença de Hg em fontes termais foram obtidas por Bingqiu & Hui (1995).

Em Salto do Itararé, as possíveis estruturas responsáveis por essa remobilização do metal podem ser as falhas de Guaxupé e Jacutinga. Já em Palmeira, a expressão em superfície pode apresentar relação com o cruzamento da zona de falha Cândido de Abreu / Campo Mourão com a zona de falha Lancinha / Cubatão.

Sendo assim, podem ser esperadas remobilizações do mercúrio por fontes termais, proveniente de horizontes ricos em matéria carbonosa e de depósitos de carvão da seqüência sedimentar paleozóica da Bacia do Paraná, aproveitando os planos da zona de falha Caçador, das falhas de Guaxupé e Jacutinga e do cruzamento da zona de falha Cândido de Abreu / Campo Mourão com a zona de falha Lancinha / Cubatão.

Finalmente, as relações causais entre a grande área anômala sobreposta à região do vale do rio Ribeira e aos processos formadores das mineralizações Pb-Zn-Ba que lá ocorrem deverão merecer especial atenção, especialmente pelos possíveis agravos à saúde dos moradores da região onde existia a usina metalúrgica de Adrianópolis.

## Agradecimentos

Ao Diretor Presidente Eduardo Salamuni, e ao Diretor Técnico Rogério da Silva Felipe, por autorizar a divulgação dos dados da MINEROPAR.

Ao Dr. Edison da Silva Brabo, do IEC, pela análise das amostras de SAD em Palmeira.

À Sra. Kátia Borges e ao Sr. Antonio Carlos G. Valério, do Arquivo Nacional, pela pesquisa realizada nos arquivos de decretos do século XIX.

## Referências Bibliográficas

- Bingqiu Z. & Hui Y. 1995. The use of geochemical indicator elements in the exploration for hot water sources within geothermal fields. Netherlands, *Journal of Geochemical Exploration*, 55, 125-136.
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Gonçalves J.H., Baars F.J., Delgado I.M., Abram M.B., Leão Neto R., Matos G.M.M., Santos J.O.S. 2001. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG e Mapas na escala 1:2.500.000*. Brasília, CPRM, MME, Secretaria de Minas e Metalurgia, 4 CD-Rom.
- Ferreira F.I. 1885. *Dicionário Geográfico das Minas do Brasil*. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 450 p.
- Golden Inc. 2002. *Surfer - Surface Mapping System*. Golden Software Inc. V. 8. Golden, CO, USA.
- Licht O. A. B. 2001. *A Geoquímica multielementar na gestão ambiental - identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no Estado do Paraná*. Tese de doutorado, UFPR, Curitiba, 2 v.
- Licht O.A.B. & Plawiak R.A.B. 2004. Projeto Geoquímica de Solos, Horizonte B. Levantamento Geoquímico Multielementar do Estado do Paraná. *Relatório Final*. MINEROPAR, Curitiba, 3v.
- MINEROPAR. 1986. *Minerais do Paraná S.A. Mapa Geológico do Estado do Paraná*. Escala 1:1.400.000, Secretaria de Estado da Indústria e do Comércio, Governo do Estado do Paraná, Curitiba.
- Oliveira E.P. 1927. *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. 172 p.
- Zalán P.V., Wolff S., Conceição J.C.J., Astolfi M.A.M., Vieira I.S., Appi V.T., Zanotto O.A. 1987. Tectônica e Sedimentação da Bacia do Paraná. In: *Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia*, 3, Curitiba. Atas. SBG, Curitiba, v.1: 441-477.

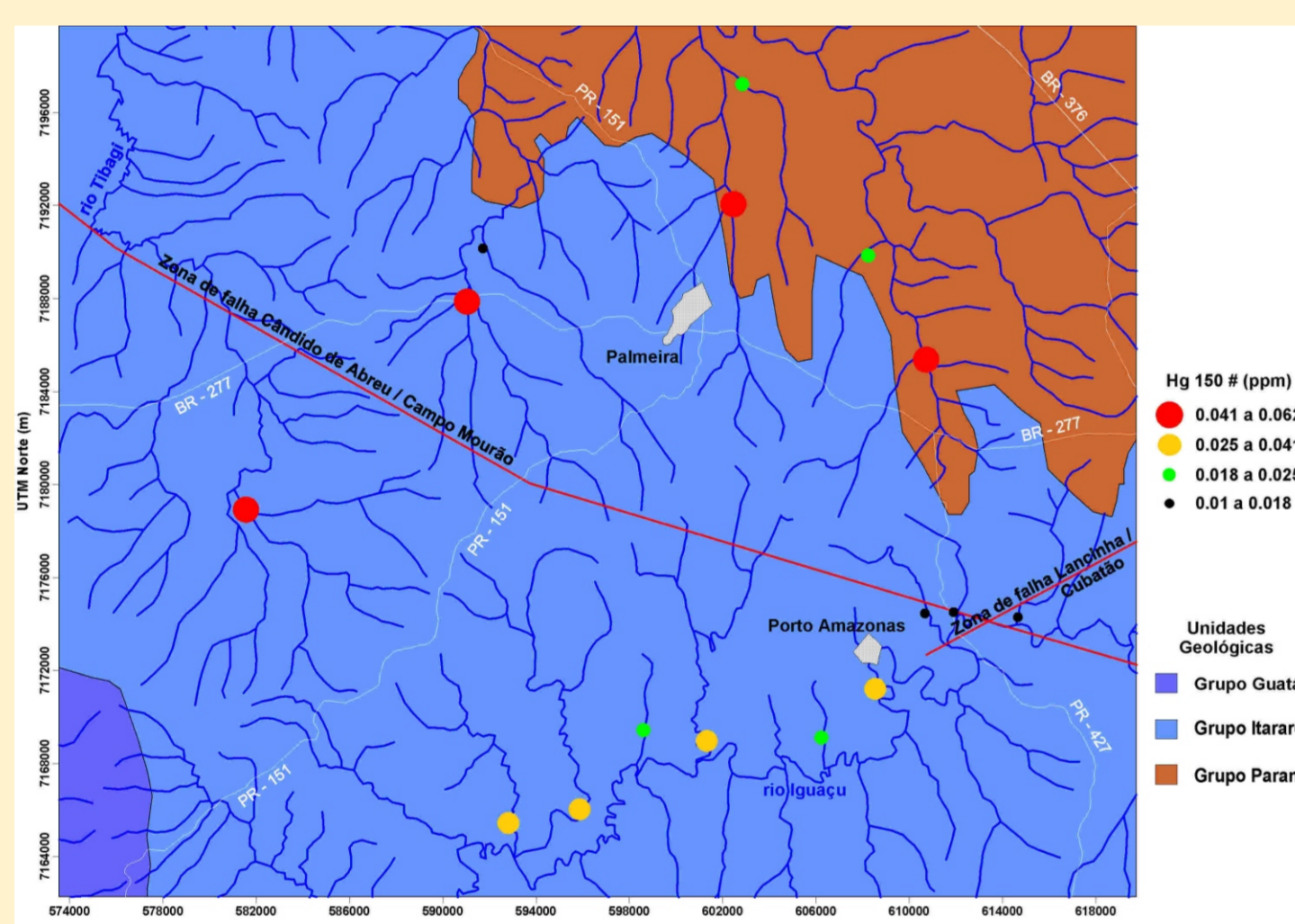


Figura 11 - Mapa geoquímico do Hg (ppm) nos SAD, área Palmeira (fração < 150 #)

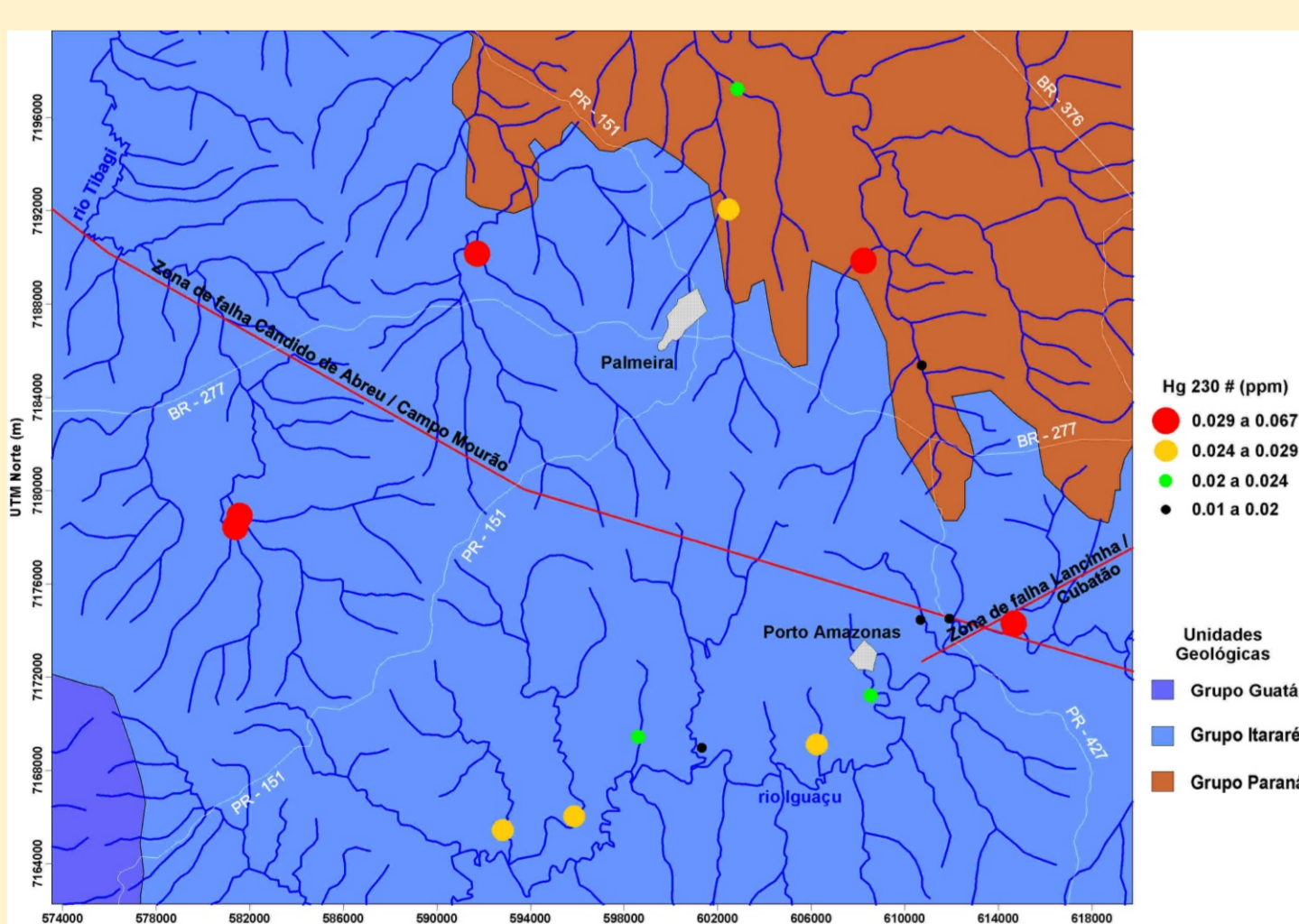


Figura 12 - Mapa geoquímico do Hg (ppm) nos SAD, área Palmeira (fração < 230 #)

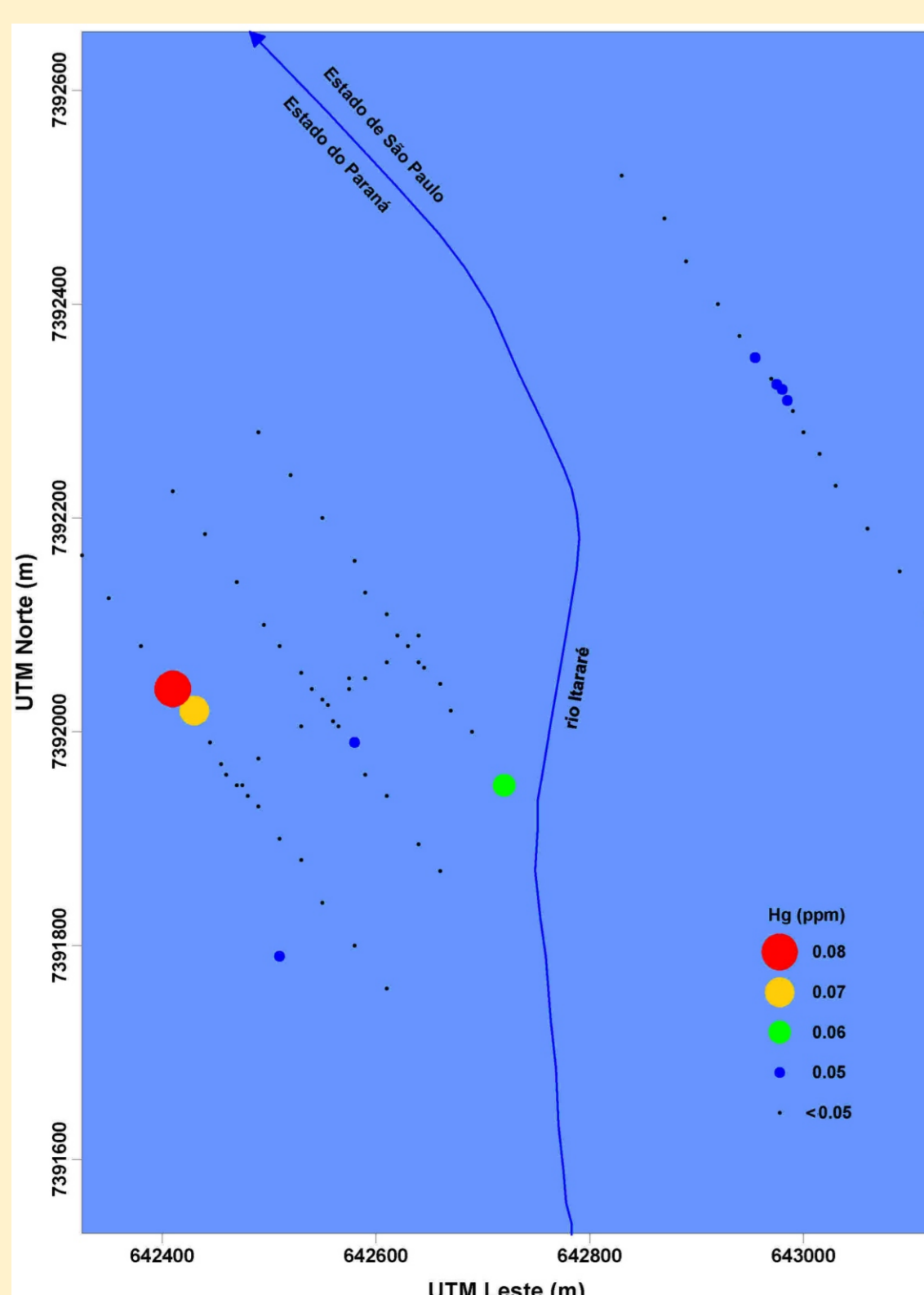


Figura 13 - Mapa geoquímico do Hg (ppm) nos solos, área Salto Itararé (fração < 80 #)