

## **Anomalia de ouro em sedimentos de corrente na região das rochas metassedimentares da Unidade Independência, Complexo Ceará, norte da Província Borborema**

Felipe Grandjean da Costa ([felipe.costa@cprm.gov.br](mailto:felipe.costa@cprm.gov.br))

Bruno de Oliveira Calado ([bruno.calado@cprm.gov.br](mailto:bruno.calado@cprm.gov.br))

Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo ([tercyo.pineo@cprm.gov.br](mailto:tercyo.pineo@cprm.gov.br))

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, REFO – Residência de Fortaleza

### **Abstract**

Stream sediment Au anomaly in metasedimentary rocks of the Ceará Complex, Borborema Province, Brazil. Anomalous stream sediment gold contents have been found during regional geochemical survey in the 1:100.000 Independência and Várzea do Boi sheets, Ceará State, northeast Brazil. The highest geochemical gold values occur within the domain of metasedimentary rocks of the Neoproterozoic Independência Unit, Ceará Complex, north of Borborema Province. The effect of outlier values is observed in the boxplot analysis of gold content, with a lognormal distribution and a population of values in excess of 3 ppb. The values between 3 and 6 ppb of gold in stream sediment samples are very similar to concentrations found in famous mineralized areas worldwide, such as the gold-bearing domains of the Quadrilátero Ferrífero region, central Brazil. According to our preliminary interpretations on structural geology and aeromagnetic data, we might speculate the possibility of gold mineralization associated with the main NW-SE trending shear/fault zone, later displaced by a dextral NE-SW shear/fault zone.

**Keywords:** Stream sediment, geochemistry, gold, structure.

**Palavras-chave:** Sedimento de corrente, geoquímica, ouro, estrutural.

### **INTRODUÇÃO**

Os resultados aqui apresentados são oriundos do trabalho de Integração Geológica e de Recursos Minerais da área de Relevante Interesse Mineral (ARIM) Troia-Pedra Branca, na região central do Estado do Ceará, a cerca de 200 km de Fortaleza (Figura 1). Este trabalho de pesquisa está inserido no Programa Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral, dentro da Ação Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil, ligados ao Programa de Aceleração do Crescimento-PAC, em desenvolvimento pela Residência de Fortaleza da CPRM.

Após a integração dos dados de geoquímica em sedimentos de corrente, ressaltamos aqui a presença de teores entre 3 e 6 ppb encontrados em sedimentos de corrente na área de rochas neoproterozoicas da Unidade Independência, Complexo Ceará, onde até o momento não existem requerimentos de pesquisa mineral para ouro nem ocorrência de ouro conhecida (Figura 2).

O controle litológico e estrutural acerca destes teores de ouro em sedimentos de corrente ainda está em investigação. No entanto, dados preliminares de interpretação geofísica e geológica sugerem um possível controle estrutural para a mineralização aurífera (Figuras 3 e 4).

O controle litológico e estrutural acerca destes teores de ouro em sedimentos de corrente ainda está em investigação. No entanto, dados preliminares de interpretação geofísica e geológica sugerem um possível controle estrutural para a mineralização aurífera (Figuras 3 e 4).

### **CONTEXTO GEOLÓGICO**

Os valores anômalos de ouro em sedimentos de corrente ocorrem em área de rochas metassedimentares da Unidade Independência, associada ao

Complexo Ceará de Cavalcante et al. (2003) (Figura 1). Segundo Arthaud et al. (2014), a deposição da unidade ocorreu a partir de ca. 750 Ma. Esta sequência metassedimentar ocorre margeando (contato tectônico) a porção oeste do “Maciço de Troia”, que representa um dos principais núcleos ArqueanosPaleoproterozoicos do domínio norte da Província Borborema (Figura 1). Este maciço constitui-se principalmente de gnaisses TTG de idade Neoarqueana (2,7-2,8 Ga; FETTER, 1999), circundado por terrenos granito-greinstone do Paleoproterozoico (2,2-2,0 Ga; MARTINS; OLIVEIRA; LAFON, 2009; COSTA et al., 2015) (Figura 1). A Unidade Independência é definida por espesso pacote de micaxistos aluminosos e paragnaisses, intercalados com níveis de quartzitos, metacarbonatos, e localmente lentes de anfibolitos (CAVALCANTE et al., 2003). Uma série de corpos plutônicos neoproterozoicos ocorre intrusiva na Unidade Independên-

cia, sendo relacionada ao magmatismo do Complexo Tamboril-Santa Quitéria (640-620 Ma) e a granitoides sin- a tardi-transcorrência (580-530 Ma) (Figura 1).

**METODOLOGIA**

As nove folhas 1:100.000 que compõem a área do Bloco Troia-Pedra Branca possuem informações de geoquímica em sedimentos de corrente, levantadas entre 2007 e 2013, usando o padrão da CPRM-Serviço Geológico do Brasil, com amostragem sistemática de uma amostra a cada 10-20 km<sup>2</sup>, análises multielementares feitas por ICP-MS, com abertura por água régia em fração menor que 80 mesh, e análises mineralométricas dos concentrados de bateia. Para a área das Folhas Independência e Várzea do Boi os dados de geoquímica de sedimentos

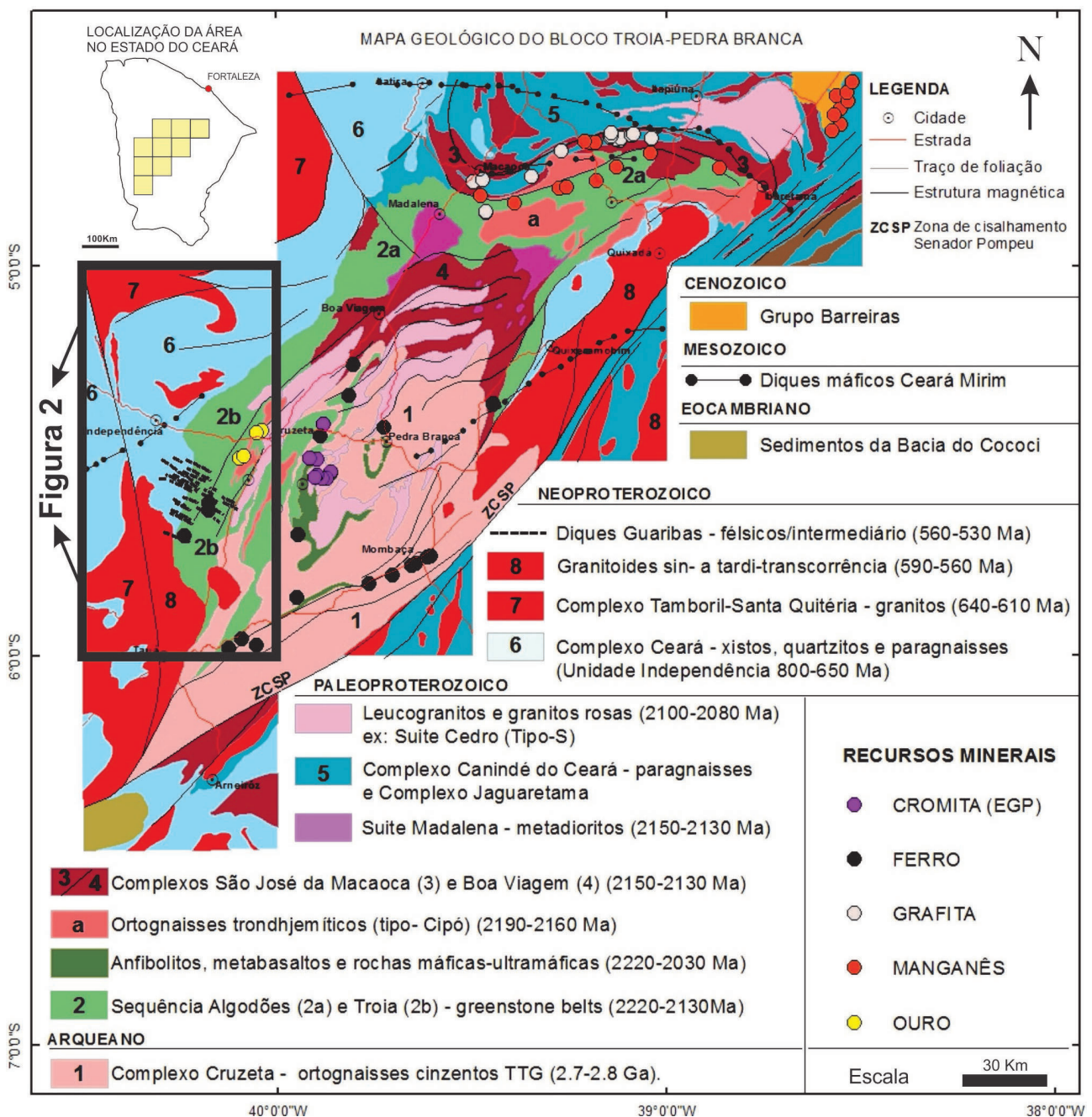


Figura 1 - Mapa geológico simplificado do Bloco Troia-Pedra Branca com localização dos principais recursos minerais presentes na região.

de corrente com resolução (0,2 ppb) para ouro foram realizados na Acme Analytical Laboratories Ltd. (Canadá). No tratamento destes dados foram feitos mapas de distribuição geoquímica unielementar, que posteriormente serão integrados para delineamento de zonas anômalas no desenvolvimento de mapas previsionais para ouro e metais de base (Cu, Pb e Zn). Adiantando parte destas informações, neste documento apresentamos o mapa unielementar para ouro, ressaltando os valores encontrados.

## DESCRIÇÃO DA ANOMALIA

O tratamento dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente revelaram na área NE da Folha Independência, sedimentos com teores de 3 a 6 ppb

encontrados em área de rochas neoproterozoicas do Complexo Ceará (xistos da Unidade Independência) (Figuras 1 e 2).

O efeito de valores *outliers* é observado na distribuição dos dados de ouro como mostra a análise visual do histograma, com uma distribuição lognormal e uma população de valores a partir de 3 ppb (Figura 2). Embora a composição média da crosta terrestre seja de 4 ppb (LEVINSON, 1980) o valor de 3 ppb foi usado como limiar na China, onde possibilitou delinear anomalias que cobrem 800 km<sup>2</sup> com centros de concentração de 6 ppb (WANG; ZHANG; ZHOU, 2007). Na ocasião, levantamento de sedimentos de corrente e mapa geológico na escala de 1:50.000 permitiram a descoberta de mineralizações de cinábrio (HgS) e realgar (As<sub>4</sub>S<sub>4</sub>) em rochas hospedeiras, que apresentaram teores de 1,5 g/t (WANG et al., 2007).

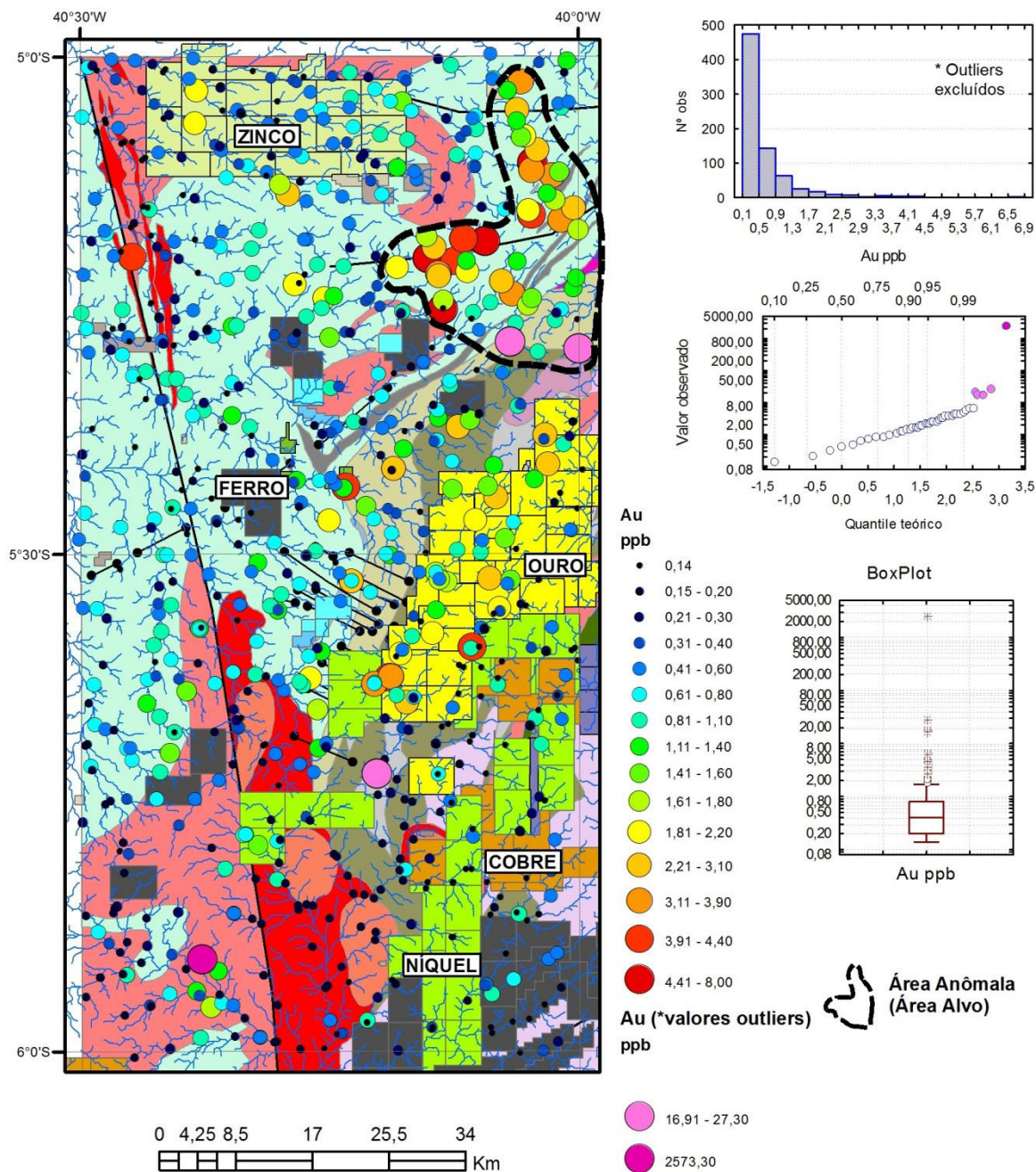


Figura 2 - Mapa de distribuição de ouro em sedimentos de corrente das folhas (1:100.000) Independência e Várzea do Boi. Polígonos coloridos representam requerimentos de pesquisa extraídos de [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br) em novembro de 2015. Localização do mapa referida na Figura 1.

Como exemplo do Brasil, em uma região que abrange conhecidos depósitos de ouro desde o século XVIII, o Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, Larizzatti, Marques e Silveira (2014) encontraram para sedimentos de corrente em áreas próximas a depósitos de ouro, valores de até 3,6 ppb em 90% das amostras (N = 3662) e apenas 5% apresentaram teores maiores que 7,2 ppb.

## INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA E ESTRUTURAL

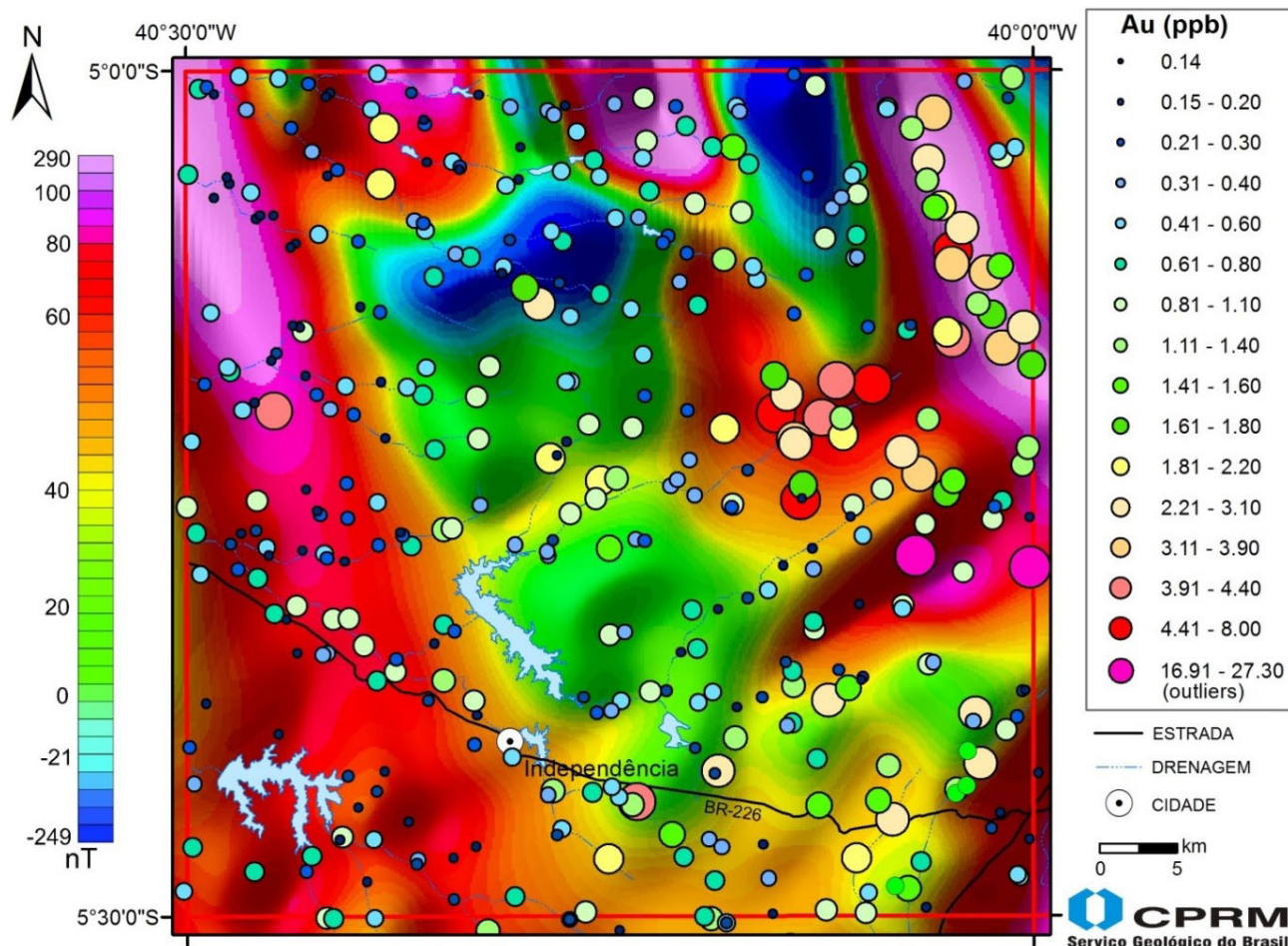
Na análise preliminar dos dados geoquímicos de sedimento de corrente, aliada a imagens geofísicas de magnetometria (Figura 3) e ao arcabouço estrutural da área (Figura 4), notou-se que os valores anômalos de ouro tendem a delinear uma direção NW-SE, compatível com a direção da zona de cisalhamento Tauá (ZCT) (Figura 4). Aparentemente, este trend anômalo é deslocado por uma falha dextral de direção NE-SW (Figura 4). Este conjunto de estruturas se enquadra muito bem no sistema de Riedel, com o tensor  $\sigma_1$  orientado segundo a direção NW-SE dos diques Guaribas, de ~580 Ma, alojados ao longo de estruturas extensionais (Figura 4). Tendo em vista este quadro geoquímico-geofísico-estrutural, sugere-se que exista mineralização de ouro nas rochas neoproterozoicas do Complexo Ceará, similarmente a

outros depósitos neoproterozoicos (580-530 Ma) encontrados em rochas metassedimentares dos grupos Seridó e Cachoeirinha, nos estados do Rio Grande do Norte e de Pernambuco, respectivamente (CONTINHO, 1994; LEGRAND et al., 1996; BEURLIN; SILVA; SANTOS, 1997; LUIZ-SILVA, 2000; ARAÚJO et al., 2002; 2005).

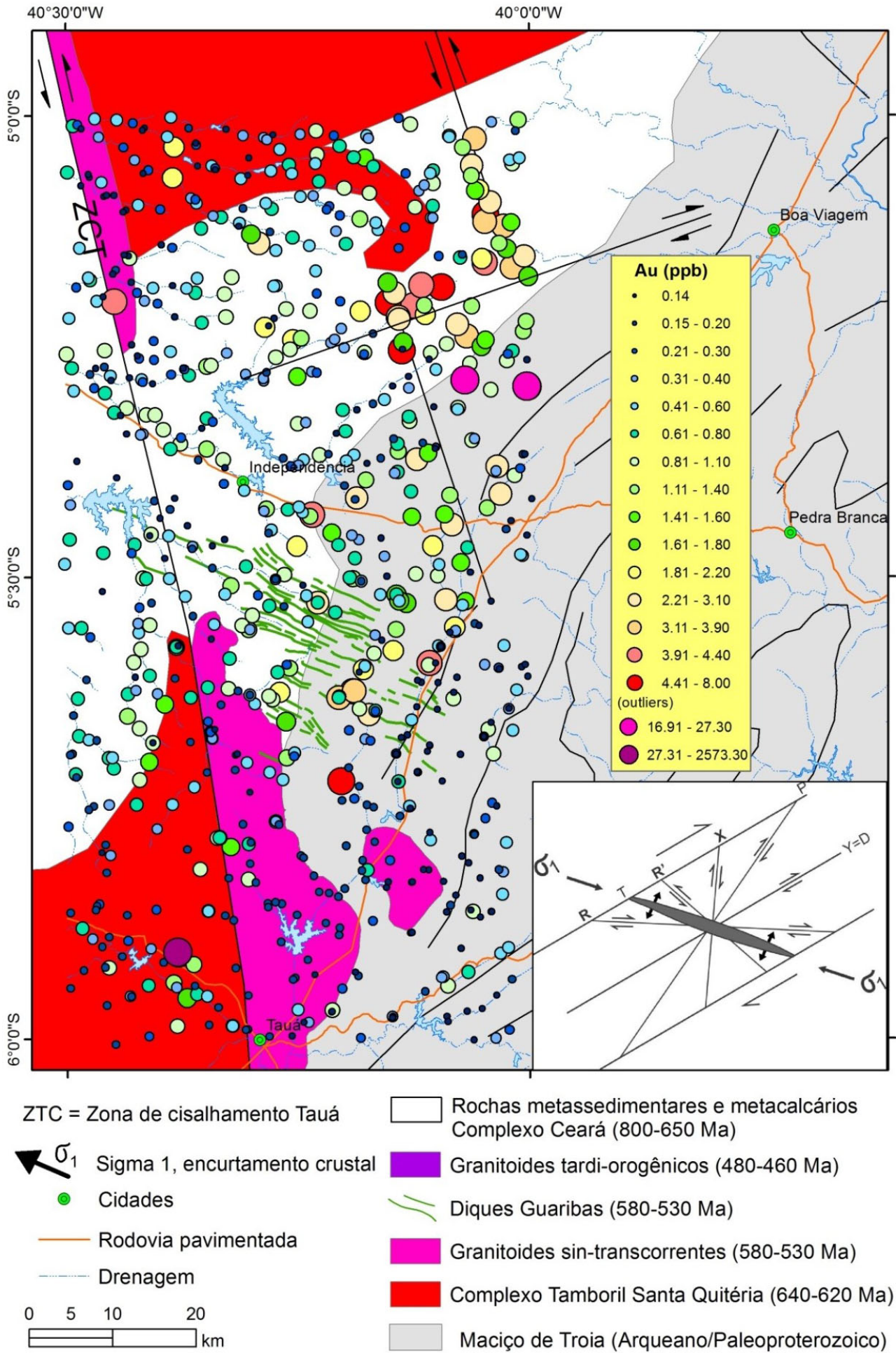
## RESSALTANDO PONTOS IMPORTANTES

O tratamento dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente com resolução em ppb revelaram teores de 3 a 6 ppb encontrados em área de rochas neoproterozoicas do Complexo Ceará, onde até o momento não existem requerimentos de pesquisa mineral vigente, ou ocorrência mineral conhecida. Os valores aqui considerados anômalos (3 a 6 ppb) são similares a valores em outras regiões com depósitos de ouro conhecidos, como por exemplo a região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais.

Segundo interpretações preliminares da geologia estrutural junto a imagens aeromagnéticas da CPRM, aventa-se a possibilidade de uma mineralização aurífera associada a zonas de cisalhamento, similarmente a outros depósitos auríferos encontrados na Província Borborema.



**Figura 3** - Distribuição de ouro em sedimentos de corrente da folha Independência (1:100.000), sobreposto à imagem aeromagnética reduzida ao polo magnético, com topo das anomalias entre 3 e 10 Km de profundidade, conforme modelo de Spector e Grant (1970).



**Figura 4** - Interpretação estrutural da área junto à geoquímica de sedimento de corrente das folhas Independência e Várzea do Boi (1:100.000), sugerindo um controle estrutural para as mineralizações de ouro na região.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. N. C. et al. Geometry and structural control of gold vein mineralizations in Seridó Belt, northeast Brazil. **Journal of South American Earth Science**, v. 15, p. 337-348, 2002.
- ARAÚJO, M. N. C. et al. <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar geochronology of gold mineralization in Brasiliano strike-slip shear zones in the Borborema province, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 19, n. 4, p. 445-460, 2005.
- ARTHAUD, M. H. et al. The Neoproterozoic Ceara Group, Ceara Central domain, NE Brazil: Depositional age and provenance of detrital material. New insights from U-Pb and Sm-Nd geochronology. **Journal of South American Earth Science**, v. 58, p. 223-237, 2014.
- BEURLEN, H.; SILVA, R. R. M.; SANTOS, R. B. Auriferous Quartz Veins from Northeastern Brazil: A Fluid-Inclusion Study. **International Geology Reviews**, v. 39, p. 578-588, 1997.
- CAVALCANTE, J. C. et al. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2003. Escala 1:500.000.
- COSTA, F. G. et al. Geochemistry and U-Pb zircon ages of plutonic rocks from the Algodões granite-greenstone terrane, Troia Massif, northern Borborema Province, Brazil: Implications for Paleoproterozoic subduction-accretion processes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 59, p. 45-68, 2015.
- COUTINHO, M. G. N. **The Geology of shear-zone hosted gold deposits in Northeast Brazil**. [Geologia dos depósitos de ouro hospedados em zonas de cisalhamento no Nordeste do Brasil]. London, 1994. 359 p. Tese (Doutorado) - Department of Geology. Royal Holloway University of London, London, 1994.
- LARIZZATTI, J. H.; MARQUES, E. D.; SILVEIRA, F. V. **Maapeamento geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu entorno - MG**: estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro: CPRM, 2014. 208 p. il. (Informe de Recursos Minerais. Série Metais: informes gerais, 2).
- LEGRAND, J. M. et al. Origin and classification of Gold Mineralization in the Seridó Fold Belt and Basement Rocks, Northeast Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1-6 set. 1996, Salvador. **Anais: Sessões Temáticas**. Salvador: SBG. Núcleo da Bahia, 1996. p. 221-224.
- LEVINSON, A. **Introduction to Exploration Geochemistry**. 2 ed. Illinois: Applied Publishing, 1980.
- LUIZ-SILVA, W. **Mineralizações auríferas em veios de quartzo na Faixa Seridó, NE do Brasil: exemplo de depósitos de ouro de fácies anfibolito em faixa móvel proterozóica**. 197 f. Tese (Doutorado) - IGCE-UNESP, Rio Claro, 2000.
- MARTINS, G.; OLIVEIRA, E. P.; LAFON, J. M. The Algodões amphibolite-tonalite gneiss sequence, Borborema Province, NE Brazil: Geochemical and geochronological evidence for Paleoproterozoic accretion of oceanic plateau/back-arc basalts and adakitic plutons. **Gondwana Research**, v. 15, p. 71-85, 2009.
- SPECTOR, A.; GRANT, F. S. Statistical models for interpreting aeromagnetic data. **Geophysics**, v. 35, p. 293-302, 1970.
- WANG, X. ; ZHANG, Q. ; ZHOU, G. National-Scale Geochemical Mapping Projects in China. **Geostandards and Geoanalytical Research**, v. 31, n. 4, p. 311-320, 2007.

**INFORME TÉCNICO Nº 3**

Brasília, fevereiro de 2016.

ISSN: 2448-2242

Publicação *on-line* seriada  
CPRM - Serviço Geológico do Brasil.  
Disponível em: [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

**CPRM - Serviço Geológico do Brasil**

SBN – Quadra 02 – Bloco H, Ed. Central Brasília, 1º andar  
Brasília - DF - Brasil  
CEP: 70040-904  
Telefone:(61) 2108-8400  
[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)  
contatos: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)  
[evandro.klein@cprm.gov.br](mailto:evandro.klein@cprm.gov.br)

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Roberto Ventura Santos

**Corpo Editorial**

Evandro Luiz Klein (Editor)  
Edilton José dos Santos  
João Henrique Larizzatti  
Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

**Revisores**

Antônio Maurílio Vasconcelos  
Eduardo Duarte Marques  
Leandro Guimarães da Silva  
João Henrique Larizzatti  
Evandro Luiz Klein

**Normalização Bibliográfica**

Nelma Fabrícia da P. Ribeiro Botelho

**Editores Eletrônicos**

Marcelo Henrique Borges Leão  
Nelma Fabrícia da P. Ribeiro Botelho

