

NÚMERO 26

Brasília, novembro de 2024

ISSN: 2448-2242

DOI: <http://doi.org/10.29396/itcprm.2024.26>

OCORRÊNCIAS DE URÂNIO NA ÁREA DE RIO CRISTALINO, SUL DO PARÁ

AUTORES

Hugo José de Oliveira Polo (hugo.polo@sgb.gov.br)

Felipe Mattos Tavares (felipe.tavares@sgb.gov.br)

Isabelle Cavalcanti Corrêa de Oliveira Serafim (isabelle.serafim@sgb.gov.br)

Serviço Geológico do Brasil, Sede - Brasília

ABSTRACT

The Uranium Project seeks to reassess and identify new uranium areas in Brazil. The deposits located in Rio Cristalino, in Santana do Araguaia, Pará, stand out as one of the most promising areas. The easing of the uranium research and mining monopoly has created new partnership opportunities with INB (Indústrias Nucleares do Brasil), especially in the Rio Cristalino region. In this region, situated within the Santana do Araguaia Domain, uranium occurrences are associated with quartzites and metarkose in the Serra do Matão. This study confirmed 8 of the 15 known occurrences and identified 4 new ones. The AN-03 anomaly, previously investigated by NUCLEBRAS, is notable for samples showing uranium concentrations exceeding 1%, with historical data indicating levels as high as 6%. Three types of uranium mineralization were identified in the region: stratabound, pervasive and fractures. The preliminary assessment validates the area's potential; however, additional studies are necessary to accurately classify the type of deposit and to ascertain the full extent of the anomalies.

Keywords: Uranium, Rio Cristalino, metasedimentary sequence.

RESUMO

O Projeto Urânio Brasil busca reavaliar e identificar novas áreas potenciais para urânio no país devido à recente flexibilização do monopólio da pesquisa e lavra de urânio responsável por novas oportunidades de parcerias com a INB (Indústrias Nucleares do Brasil). Neste trabalho, destaca-se como uma das áreas mais promissoras os depósitos localizados no Rio Cristalino, em Santana do Araguaia, Pará. A área inserida no Domínio Santana do Araguaia possui ocorrências de urânio associadas a quartzitos e metarcóseos na Serra do Matão, dentre as quais foram checadas 8 das 15 ocorrências conhecidas, e identificadas 4 novas. A anomalia AN-03, previamente estudada pela NUCLEBRÁS, destaca-se com amostras que apresentam teores de urânio superiores a 1%, atingindo até 6% segundo dados históricos. Foram identificadas três tipologias de mineralizações de urânio na região, stratabound, pervasiva e em fraturas preenchidas. A avaliação preliminar confirma o potencial da área, no entanto ainda são necessários novos estudos para melhorar a classificação do tipo de depósito e da extensão das anomalias.

Palavras-chave: Urânio, Rio Cristalino, sequência metassedimentar.

INTRODUÇÃO

Apesar do Brasil possuir um dos maiores recursos de urânio no mundo, apenas uma mina está em operação e outra encontra-se em desenvolvimento, devido ao monopólio estatal sobre a pesquisa e lavra de minerais nucleares. Neste trabalho, apresentamos novas informações sobre o depósito de Rio Cristalino, uma área promissora devido aos dados já disponíveis e do potencial geológico para mineralizações de urânio. Localizado no município de Santana do Araguaia, no sul do estado do Pará, abrange um polígono de aproximadamente de 9.000 km² (Figura 1), situado a cerca de 50 km da área urbana da cidade. Este texto inclui a descrição e a interpretação de 8 das 15 ocorrências previamente identificadas, bem como de 4 novas ocorrências de urânio inseridas no mesmo contexto, além de um mapa geológico preliminar com a localização dos jazimentos.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A área estudada está inserida no Domínio Santana do Araguaia, localizada muito próxima do limite leste com o Domínio Rio Maria. Esses domínios possuem um embasamento Meso a Neoarqueano, composto por trondhjemito-tonalito-granodioritos (TTGs) e sanukitoides, além de uma ampla variedade de granitoides intrusivos bastante deformados ou com textura migmática. Três conjuntos de idades estão bem definidos nessas rochas: i) TTGs com 2,98 a 2,93 Ga (Almeida *et al.*, 2011 e referências); ii) sanukitoides e granitoides deformados com 2,87 a 2,83 Ga (Leite, 1995; 2001; Vasquez; Rosa-Costa, 2008) e iii) granitoides deformados com 2,66 a 2,40 Ga (Ribeiro; Alves, 2017).

Souza e Moreton (2001) mantiveram a denominação de Grupo Baixo Araguaia de Hasui *et al.*, (1977), porém subdividiram-nas formações Morro do Campo, Xambioá, Pequizeiro e Couto Magalhães, pois consideraram que todos esses litotipos foram depositados num único ciclo sedimentar. Posteriormente, Ribeiro e Alves (2017) acrescentaram a Formação Canto da Vazante (Costa, 1980) e posicionaram-na acima da Formação Morro do Campo, porém abaixo da Formação Xambioá.

No município de Monte Santo-TO, foi descrita uma ocorrência com teor de C grafítico

de 6,52%, em um xisto da Formação Pequizeiro (Ribeiro e Alves, 2017), em um contexto geológico semelhante ao da região de Araguaia-Xambioá-TO, onde ocorrem as Formações Xambioá, Canto da Vazante e Morro do Campo.



Figura 1 - A) Localização geral da área, com o retângulo vermelho indicando o zoom aplicado na figura seguinte; B) Localização detalhada da área no sul do estado do Pará, com o retângulo vermelho indicando o zoom aplicado na figura seguinte; C) Área de estudo, delimitada pelo retângulo preto, inserida nos limites do município de Santana do Araguaia-PA, com as ocorrências de urânio compiladas. Fonte: Autores

Recobrimo o embasamento, ocorrem duas seqüências sedimentares de idade paleoproterozoica:

- i. Formação Mururé (Silva; Sabóia; Polo, 2011), correlacionada ao Grupo Rio Fresco, composta principalmente por quartzitos, metarenitos, metarcóseos, metagrauvacas, metassiltitos e biotita xisto. Idades Pb-Pb em zircão detrítico, obtidas em uma amostra de quartzito, variando entre 2975 ± 14 e 2833 ± 7 Ma, indicam uma idade máxima de sedimentação em torno de 2,83 Ga (Monteiro; Rolando; Macambira,

2004). A idade de 1980 Ma da Suíte Tarumã, intrusiva nessa formação, é considerada a idade mínima.

- ii. Formação Gorotire, composta por arenitos arcosianos e líticos, de granulação fina a grossa, maciços e, por vezes estratificados, com mergulhos suaves, sub-horizontais (Pastana; Silva Neto, 1980). Esses arenitos, de coloração esbranquiçada, estão superpostos discordantemente aos folhelhos da Formação Rio Fresco e formam serras elevadas, com topos aplainados e encostas abruptas. Níveis conglomeráticos estão presentes em toda a seção, enquanto intercalações com folhelhos são raras. Monteiro, Rolando e Macambira (2004) dataram cristais de zircão detrítico de quartzitos da região da Serra do Matão, no Domínio Santana do Araguaia, anteriormente correlacionados à Formação Gorotire. Essas análises forneceram idades entre 2154 ± 3,9 e 2035 ± 3,5 Ma, com raros grãos em torno de 2,5 Ga. A idade máxima de deposição é de 2,03 Ga.

Cortando todo o conjunto, ocorrem três suítes magmáticas félsicas intracontinentais;

- i. *Suíte Intrusiva Rio Dourado*, constituída predominantemente por granitos equigranulares ou porfiríticos com hornblenda e biotita com dimensões variadas. Alguns apresentam textura rapakivi e granofírica, com idade U-Pb de 1889 ± 3,11 Ma (Barros *et al.*, 2008);
- ii. *Sienito Rio Cristalino*, que inclui corpos de sienitos, granitos, dioritos e diques andesíticos, geralmente alongados na direção NW-SE, com coloração rosa-acinzentado, granulação grossa e são compostos essencialmente por feldspato alcalino e aegerina-augita, além de biotita, apatita, titanita e pirita como minerais acessórios. A unidade também inclui microdioritos porfiríticos, microquartzodioritos, micromonzodioritos porfiríticos, granofíricos e piroxênio dioritos de coloração cinza-escuro, com granulação fina a grossa, isotrópicos e constituídos de plagioclásio, hornblenda, augita e biotita. Não há dados geocronológicos disponíveis para essa unidade, mas

a idade máxima é indicada pela Formação Gorotire (2,03 Ga - Monteiro; Rolando; Macambira, 2004), na qual é intrusivo.

- iii. *Grupo Iriri*, composto de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas predominantemente ácidas, aflorantes nas regiões dos rios Iriri e Xingu, associadas ao Magmatismo Uatumã.

OCORRÊNCIAS DE URÂNIO

A área de Rio Cristalino foi avaliada pelas Empresas Nucleares Brasileiras S/A (Nuclebrás) entre 1981 e 1985, a partir de anomalias geoquímicas e aerogeofísicas identificadas pelo Projeto Geofísico Brasil-Canadá - PGBC (Pires, 2013). Na Serra do Matão, a Nuclebrás realizou sete furos de sondagem exploratória com profundidade máxima de 100 metros, nas proximidades das anomalias AN-01, AN-05, AN-07 e AN-26 (Andrade *et al.*, 1986). As rochas mineralizadas obtidas nesses alvos apresentaram altos teores, porém com baixas espessuras. Mudanças nos objetivos estratégicos do programa nuclear brasileiro levaram a Nuclebrás abandonar a área. No final da década de 2000, a última reavaliação foi realizada pela equipe da INB e por um consultor especializado (Cuney, 2009).

A mineralização primária (uraninita - UO₂) está condicionada basicamente aos planos de foliação de metarcóseos pertencentes à unidade 2 (Grupo Rio Fresco), com orientação preferencial N70°W/65°NE. Essa mineralização pode também ocorrer associada a material opaco escuro (magnetita, titanita, pirita, pirrotita, calcopirita e arsenopirita), envolvendo os grãos de quartzo e feldspatos. Nas anomalias AN-03, AN-13 e H-09, foram registrados teores locais de até 6,1% de U₃O₈ em metarcóseos (Pires, 2013). Os minerais secundários de urânio, analisados por difratometria de raios X, incluem kasolita - Pb(UO₂)₂(SiO₂)(OH)₃, meta-autunita Ca(UO₂)₂(PO₄)₂·6H₂O e outros não especificados do grupo das gumitas. Na Serra do Matão, esses minerais ocorrem nas fraturas dos metarcóseos correlatos ao Grupo Rio Fresco ou envolvendo galhas de argila em metarenitos da unidade 03. Amostras de mineralizações secundárias apresentaram 3,6% de U₃O₈ (Pires, 2013).

De acordo com avaliações da Nuclebrás (Andrade *et al.*, 1984) e de Wall (2007), a mineralização de Rio Cristalino foi classificada como *stratabound* em psamitos intercalados

com lutitos carbonáceos (*sandstone-hosted U-association*) com um sistema mineral associado a U (Mo, V, Re) e uma reserva estimada de 150.000 toneladas de U_3O_8 . Pires (2013) e Cuney (2009) estimaram recursos de 1.304 toneladas de U_3O_8 , com base em dados de testemunhos de sondagens e em resultados exploratórios anteriores, focados nas anomalias AN01, AN05 e AN07. No entanto, não confirmaram a continuidade dessas anomalias com a principal área anômala (AN-03). Esses autores também ressaltam que a mineralização é do tipo arenito tabular, com possível participação de fluidos magmáticos hidrotermais relacionados às intrusões alcalinas, e não descartam a existência de um sistema do tipo inconformidade proterozoica em profundidades superiores a 100 metros.

VERIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS E REAVALIAÇÃO DOS DADOS

Foram verificadas 8 das 15 ocorrências de urânio conhecidas (Andrade *et al*, 1984) e identificadas 4 novas anomalias a partir da integração dos mapas geofísicos urânio anômalo (Ud) e concentração de urânio (eU; Tabela 1; Figura 2). A integração desses mapas destaca simultaneamente as áreas com enriquecimento relativo de urânio e altos teores desse radioelemento. Os valores limites foram definidos pelo somatório da média (Me) com o desvio-padrão (σ). Os teores de urânio apresentados no mapa foram classificados em dois intervalos: superiores a 4,6 ppm ($Me + \sigma$) e superiores a 5,8 ppm ($Me + 2\sigma$). Os intervalos dos valores do contorno Ud foram definidos pela mesma metodologia, sendo classificados como superiores a 0,036 ($Me + \sigma$) e superiores a 0,07 ($Me + 2\sigma$). Um mapa geológico preliminar também foi produzido (Figura 3), com base nos dados de campo e interpretações de sensores remotos.

Considerando as rochas encaixantes, as ocorrências de urânio identificadas na área de Rio Cristalino podem ser separadas em dois grupos.

No primeiro grupo estão as anomalias AN-03, AN-05, AN-06, AN-13, AN-X01 e AN-X02, associadas às rochas da unidade 2, a base da sequência sedimentar. Essas rochas são compostas por quartzitos de cor branca-amarelada ou cinza a negra, de granulometria fina a

média, silicificados e com acamamento bem marcado (Figura 4a e b). Algumas rochas apresentam-se parcialmente caulinizadas e possivelmente correspondem a metarcóseos. Fosfatos de urânio e tório, de cor verde a verde-amarelada, ocorrem como minerais de alteração na superfície das amostras e nas fraturas (Figura 4a). Quando intemperizadas, essas rochas apresentam frente de oxidação (anéis de *liesegang*). Porções argilosas e com aparência craquelada têm cor branca-amarelada a ocre, com alta concentração de urânio. Essas rochas podem ser capas de alteração ou níveis hidrotermalizados, portanto mais alterado (Figura 4d).

Em algumas amostras, a uraninita está claramente concentrada na foliação (Sn) ou no acamamento (SO), juntamente com minerais máficos e/ou pesados (Figuras 4c e 5a). Em outras, a uraninita parece estar disseminada (Figura 5b). Também foram observadas, associado a esse conjunto de ocorrências, intercalações de níveis centimétricos de metapelitos, onde as leituras no gamaespectrômetro portátil indicaram uma elevação significativa na quantidade de urânio, em relação às leituras já anômalas nos quartzitos adjacentes.

As principais anomalias identificadas apresentam valores de urânio variando entre 5.540 ppm a 1% (limite de detecção), com contagens acima de 40.000 CPS e radiação medida em até 238 mSivh⁻¹.

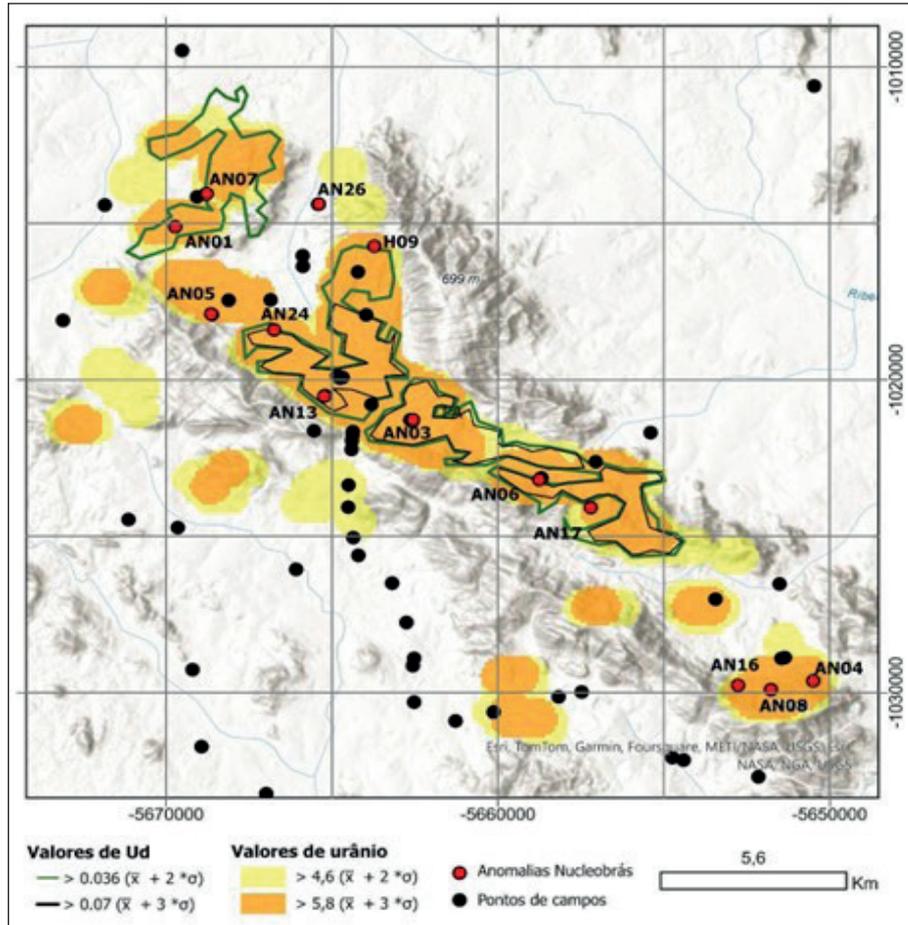


Figura 2 - Mapa de anomalias de urânio, produzido pela intersecção dos dados de Urânio anômalo (Ud) e o equivalente de Urânio (eU) na área de Rio Cristalino. Projeção UTM fuso 22L; Datum SIRGAS 2000. Fonte: Autores

Tabela 2 - Ocorrências históricas de urânio verificadas em campo, novas ocorrências e pontos relevantes. Projeção Geográfica DATUM SIRGAS 2000.

Longitude	Latitude	Anomalia NUCLEBRÁS	Estação	Observação
-50,867797	-9,196369	AN-03	HP37A e B	
-50,922061	-9,165826	AN-05	HP053	
-50,833108	-9,2126	AN-06	HP050	
-50,923765	-9,131424	AN-07	HP078, PC023	
-50,891447	-9,188931	AN-13	HP070	
-50,905145	-9,17091	AN-24	PC10	
-50,893321	-9,134399	AN-26	HP052	
-50,882519	-9,153655	H-09	PC020, PC021	
-50,886672	-9,183794	AN-X01	HP038, HP069	Nova ocorrência
-50,917553	-9,161791	AN-X02	HP054	Nova ocorrência
-50,880259	-9,165956	AN-X03	HP072	Nova ocorrência
-51,064624	-9,037213	AN-X04	HP075	Nova ocorrência
-51,119422	-8,863059		HP080	Sem ocorrência - Fm. Grotire
-50,894467	-9,199021		HP079	Topo da Serra do Matão - Sem ocorrência

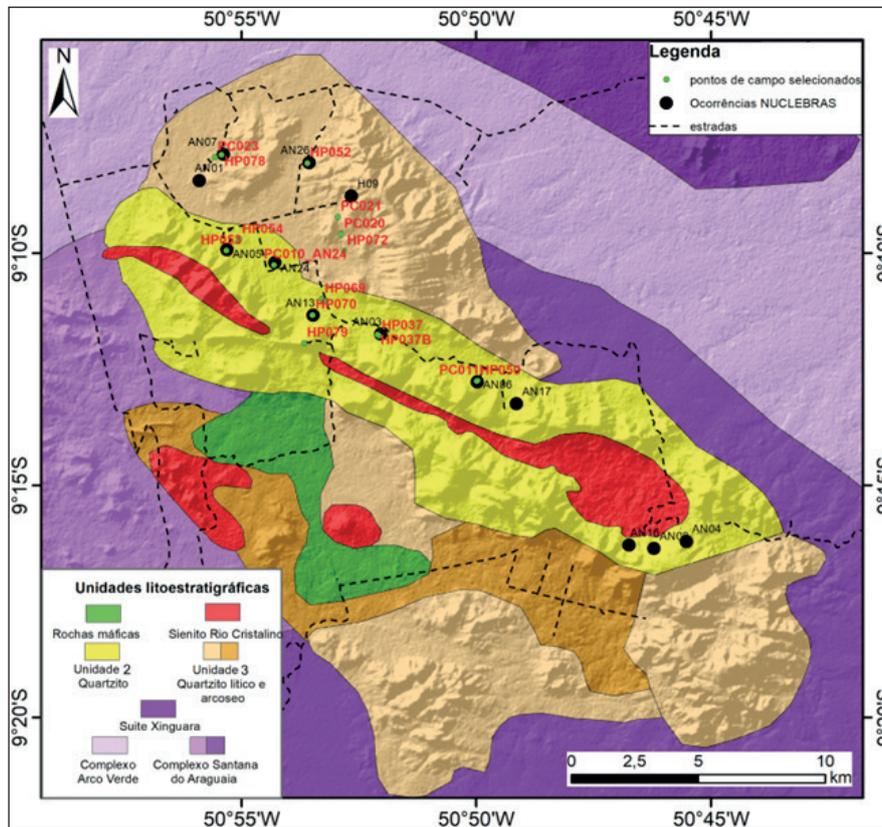


Figura 3 - Mapa geológico preliminar com ocorrências de urânio na região de Rio Cristalino, Pará.
Fonte: Autores.

As rochas hidrotermalizadas apresentam coloração rósea-avermelhada e incluem porções feldspáticas ou grãos de feldspato caulinizados. Na anomalia AN-06, foram identificados minerais pretos esféricos muito finos e disseminados, associados à pirita e à arsenopirita, concentrados em algumas camadas. Veios de quartzo com magnetita e pirita cortam a foliação em duas direções, enquanto veios de quartzo com clorita são sub-paralelos à foliação.

Em diversos afloramentos, estruturas sedimentares, como estratificação cruzada e granodecrescência encontram-se preservadas. São também visíveis duas foliações tectônicas, uma paralela ao acamamento e outra oblíqua, além de estruturas em lápis resultantes da lineação de interseção dos planos S_n e S_{n+1} ou eixos de dobras de S_{n+1} . Os dados petrográficos e químicos obtidos nas análises por Micro XRF Horiba, modelo XGT-9000, realizadas em lâminas da amostra HP037A, indicam que o urânio se concentra na foliação S_n , paralela ao acamamento primário, juntamente com outros óxidos e sulfetos. Nessas camadas também ocorrem concentração de potássio, enquanto em out-

ras camadas há acúmulo de vanádio (Figura 5). Em outras lâminas da mesma amostra, o urânio e o potássio apresentam uma distribuição pervasiva, sugerindo a migração de fluidos potássicos em associação espacial com o urânio (Figura 5). Além disso, foram observadas fraturas preenchidas por minerais de urânio (Figura 5).

No segundo grupo, estão as ocorrências de urânio AN-26, AN-07 e AN-X03, associadas à unidade 3, situada no topo da sequência sedimentar. Essa unidade é formada por quartzitos de cor rosa, cinza ou branca, com granulação média, além de quartzito seixoso, microconglomerado e metaconglomerados (Figura 6a). Esses metaconglomerados contêm fragmentos subarredondados e arredondados de quartzo, feldspato avermelhado ou branco, e agregados de sericita, possivelmente derivados da alteração de biotita hidrotermal ou de nódulos de argila (Figura 6b). Algumas amostras apresentam bandas ou vênulas de até 1 cm, compostas de quartzo, biotita e magnetita. Blocos com estratificação espinha de peixe foram observados, indicando ambiente deltaico e/ou de maré.

Embora as anomalias associadas à unidade 3 apresentem radiação expressiva, com valores entre 500 a 3500 CPS e concentrações de urânio em torno de 250 ppm, esses valores são inferiores aos encontrados na unidade 2. A unidade 3 também ocorre no topo da Serra do Matão (HP079), composta por quartzito grosso e seixoso, de cor branca a amarela ou vermelha, com fragmentos de até 2 cm, muitos deles subarredondado. Essas rochas possuem duas foliações tectônicas e são atravessadas por veios de quartzo em múltiplas direções. As medições de cintilometria variam entre 100 e 120 CPS.

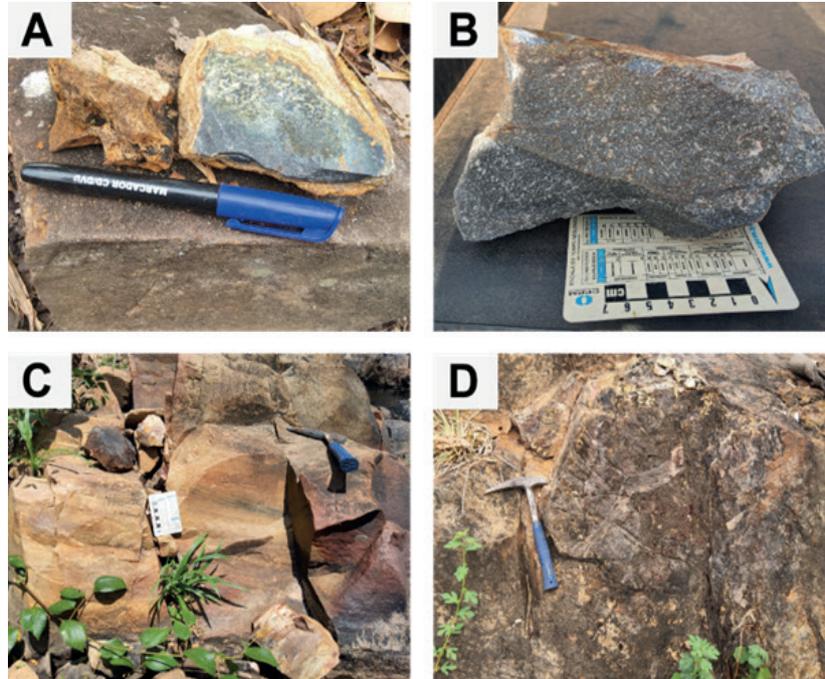


Figura 4 - A) Bloco de quartzito uranífero, com alteração superficial de coloração esverdeada, afloramento HP037. B) Quartzito com cor negra e porções caulinizadas, afloramento HP-54. C) quartzito amarelado com leitos ricos em uraninita e máficos/pesados, afloramento HP69. D) Aspecto geral do afloramento HP37B. Fonte: Autores

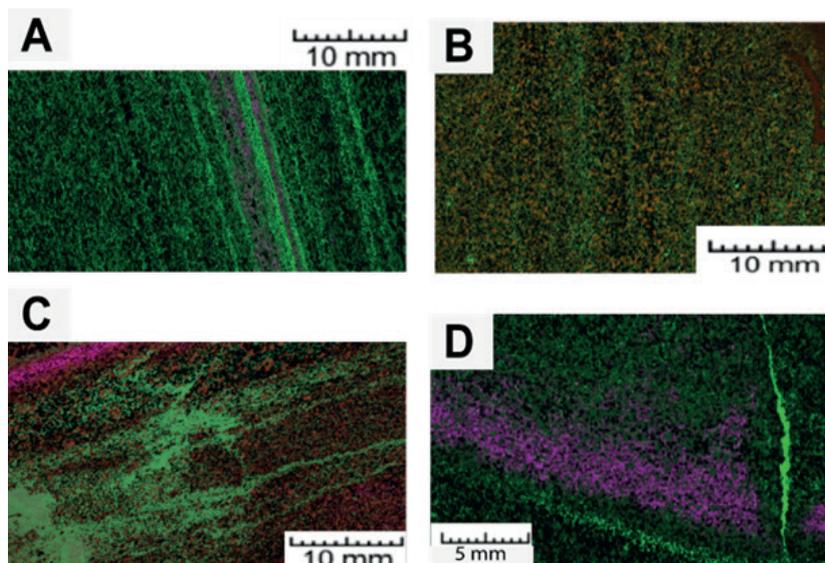


Figura 5 - Imagens compostas a partir de XRF de bancada em lâminas delgadas das amostras HP037A e B. Urânio - verde; potássio - vermelho; vanádio - roxo. A) Urânio e vanádio paralelos a foliação Sn em camadas alternadas. B) Urânio disseminado na amostra. C) Urânio pervasivo na rocha associado ao potássio. D) Urânio preenchendo fratura discordante da foliação. Fonte: Autores

Destaca-se que, tanto em campo quanto na interpretação de sensores remotos, foram identificadas diversas falhas rúpteis, aparentemente normais, com direção predominante N-S e NE-SW, que provocam deslocamento de camadas das sequências sedimentares. Esses deslocamentos podem ser responsáveis pela exposição e/ou descontinuidade das ocorrências de urânio ao longo do *trend* NW-SE que condiciona as anomalias.



Figura 6 - Afloramento HP072 A) Quartzito seixoso ou microconglomerático. B) Quartzito seixoso com biotita hidrotermal ou galhas de argila com halo de alteração. Fonte: Autores

Figura 7 - Afloramento HP075, nova ocorrência de urânio: A) Quartzito de cor escura com sulfetos disseminados. B) Quartzito silicificado com intensa alteração potássica. Fonte: Autores

Uma nova ocorrência de urânio (HP075) foi descrita a norte da Serra do Matão. Identificada como uma anomalia relevante no produto Ud x eU (Figura 3) e posteriormente verificada em campo, essa ocorrência está localizada em pequena serra orientada NW-SE, formada por quartzito granular/microconglomerado silicificado e afetada por zona de cisalhamento com a mesma direção. A rocha apresenta grãos de pirita com textura esquelética disseminados e alteração avermelhada próxima à capa intempérica (Figura 7a e b), além de intensa alteração hidrotermal potássica com feldspato de até 1 cm e bolsões de pirita. A cintilometria média é de 400 CPS, com picos de 9000 CPS e 152 ppm de U. Também ocorrem blocos de granitoide deformado, embora não tenha sido possível verificar a relação de corte com os quartzitos.

Nos mapas regionais consultados (Vasquez; Rosa-Costa, 2008), a Serra do Matão está cartografada como pertencente à Formação Gorotire. No entanto, observou-se que as rochas hospedeiras dos dois grupos de ocorrências de urânio correspondem a sequências sedimentares deformadas e, portanto, mais antigas do que a Formação Gorotire. Em nossa análise,

essas rochas são correlacionadas ao Grupo Rio Fresco ou à Formação Mururé. Para fins de comparação, foi visitada a região onde a Formação Gorotire foi originalmente cartografada (Barbosa *et al.*, 1966), localizada cerca de 120 km a norte da área (HP080).

Nesse local, a Formação Gorotire é representada por arenito lítico de cor cinza a amarelada, com acamamento sub-horizontal decimétrico e intercalações de camadas de granulação média a grossa, incluindo níveis seixosos (Figura 8a). Esses arenitos contêm grânulos e seixos subarredondados, além de apresentar estratificações planares e cruzadas (Figura 8b). Fraturas em múltiplas direções foram observadas, com destaque para as subparalelas ao acamamento, preenchidas por veios de quartzo e pontual silicificação. Os valores medidos com o cintilômetro nessas rochas variaram entre 200 e 250 CPS.

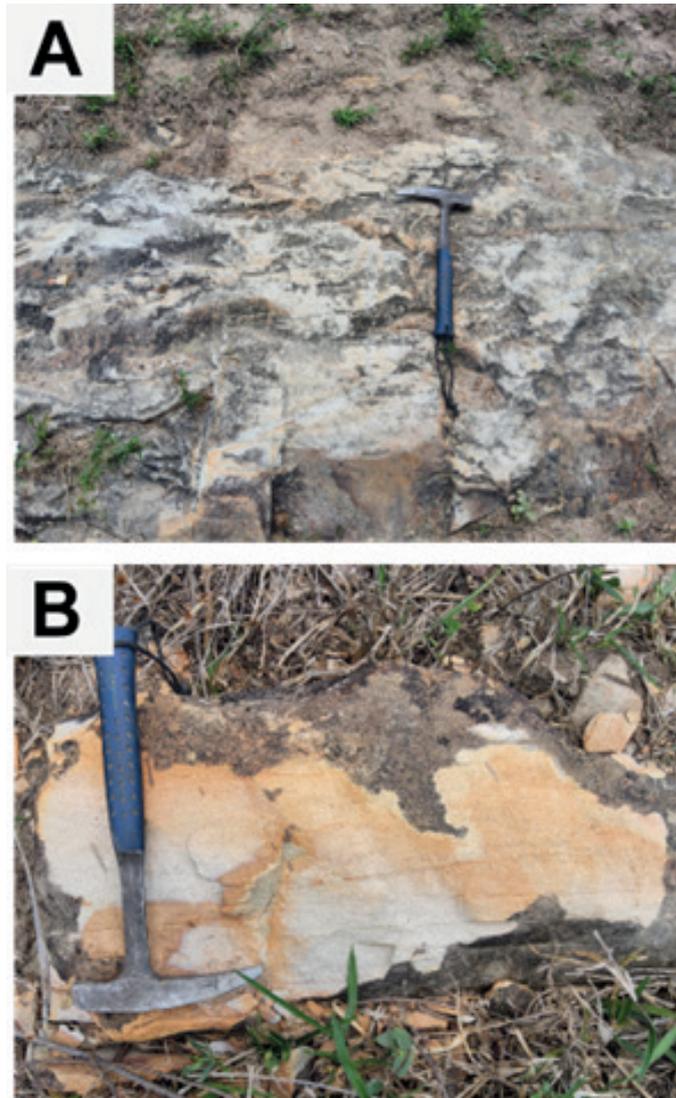


Figura 8 - Afloramento HP080, Formação Gorotire: A) Arenito branco amarelado sub-horizontal. B) Arenito com estratificações planares e cruzadas. Fonte: Autores

COMENTÁRIOS FINAIS

Foram verificadas e ajustadas as localizações em campo de oito das ocorrências descobertas pela Nuclebrás, além de identificadas quatro novas ocorrências de urânio, das quais três estão localizadas na Serra do Matão e uma está associada a outras rochas metassedimentares, possivelmente relacionadas às unidades da Serra do Matão. Tanto as ocorrências da Nuclebrás quanto as novas estão encaixadas em rochas quartzíticas e próximas a zonas de cisalhamento e a rochas intrusivas ácidas deformadas, que podem constituir importantes metalotectos a serem investigados. Em diversos pontos visitados, a mineralização está associada com alteração hidrotermal pervasiva de composição potássica ou quartzo hematita, sugerindo a participação de um fluido magmático epitermal.

Os dados de campo, juntamente com as análises preliminares de petrografia e Micro XRF, indicam a existência de três diferentes tipos de mineralizações na área:

- i. *Stratabound* controlada pelas foliações Sn/SO;
- ii. Pervasiva aparentemente relacionada à alteração potássica e;
- iii. Mineralização associada a fraturas tardias preenchidas por minerais de urânio.

As unidades que hospedam as mineralizações de urânio são rochas metassedimentares afetadas por pelo menos dois eventos deformacionais, o que implica que a unidade hospedeira não pertence à Formação Gorotire, descrita como uma sequência não deformada (Vasquez; Rosa-Costa, 2008).

Na Serra do Matão, foram identificadas duas sequências deposicionais. A sequência inferior é predominantemente quartzosa e intercalada com pelitos carbonosos, enquanto a sequência superior apresenta maior presença de metarcóseos. Estruturas sedimentares que indicam um ambiente deposicional continental, possivelmente fluvial, sobreposto por uma sequência deltaica. Ambas as sequências são possivelmente relacionadas ao Grupo Rio Fresco ou à Formação Mururé.

As faixas mineralizadas ocorrem em três principais direções N20-30E, N50W e EW, com espessuras entre 1,00 metro e 6,50 metros e teores de U_3O_8 entre 0,15% e 0,60%, com valores pontuais de até 6,0% (Cuney, 2009). Os minerais de urânio concentram-se em leitos paralelos ao acamamento sedimentar e à foliação Sn. Nos quartzitos de cor escura e compactos, indicando condições redutoras, a mineralização é formada predominantemente por uraninita (UO₂). Já nos metarcóseos, a mineralização ocorre como minerais secundários de urânio, como metautunita $[Ca(UO_2)_2 \cdot (PO_4)_2 \cdot 6H_2O]$; kasolita $[Pb(UO_2) \cdot (SiO_3)(OH)_3X]$ e gumitas (Pires, 2013).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A. C.; DALL'AGNOL, R.; OLIVEIRA, M. A.; MACAMBIRA, M. J. B.; PIMENTEL, M. M.; RĂMÔ, O. T.; GUIMARĂES, F. V.; LEITE, A. A. S. 2011. Zircon geochronology, geochemistry and origin of the TTG suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane: Implications for the growth of the Archean crust of the Carajás Province, Brazil. **Precambrian Research**, v. 187, n. 1-2, p. 201-221, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.03.004>.
- ANDRADE, S. M.; RIBEIRO, E.; CAMARÇO, P. E. N.; PUPPIN, C; SANTOS FILHO, J. L. Ocorrência uranífera na área do Rio Cristalino, sul do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. Anais [...]. Goiânia: Nuclebrás, 1986. v. 4. p. 1751 - 1757. **Ocorrência uranífera na área do Rio Cristalino, sul do Pará** Disponível em: http://acervo.cprm.gov.br/rpi_cprm/docreaderNET/docreader.aspx?bib=Anais&PagFis=29216. Acesso em: 12 dez. 2024.
- BARBOSA, O.; RAMOS, J. R. A.; GOMES, F. A.; HEMBOLD, R. **Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do "Projeto Araguaia"**. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1966. 94 p. il. (Monografia, 19).
- BARROS, M. A. S.; PIMENTEL, M. M.; DANTAS, E. L.; PADILHA, R. A. Geoquímica e dados isotópicos da suíte intrusiva Vila Rica e suíte intrusiva Rio Dourado - Mato Grosso, área Xingú - Província Amazônia Central - Sul do Craton Amazônico. In: SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 4., 2008, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Cascavel, PR: Coluna do Saber, 2008. (CD-ROM)
- CUNEY, M. **Uranium potential of the Rio Cristalino, Lagoa Real and Rio Preto uranium districts, Brazil**. [S.l: s.n.], 2009. Relatório interno INB.
- LEITE, A. A. S. **Geologia e geoquímica do maciço granítico arqueano Xinguará - sudeste do Estado do Pará**. 1995. 209 f. Tese (Mestrado em Ciências - Geoquímica e Petrologia) - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Pará, Belém, 1995. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11489>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- LEITE, A. S. S. **Geoquímica, petrogênese e evolução estrutural dos granitóides arqueanos da região de Xinguará, SE do Cráton Amazônico**. 2001. 330 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/8160>.
- MONTEIRO, P. M.; ROLANDO, A. P.; MACAMBIRA, M. J. B. Proveniência de zircão de quartzitos da Formação Gorotire e Grupo Rio Fresco, serra do Inajá, sul da Província Mineral do Carajás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. **Resumos [...]**. Araxá: SBG, 2004. 1 CD-ROM.
- PASTANA, J. M.; SILVA NETO, C. S. **Projeto Rio Chiché: relatório de progresso**. Belém: DNPM/CPRM, 1980. v. 1. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/8215>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- PIRES, F. R. M. **Urânio no Brasil: geologia, jazidas e ocorrências**. Rio de Janeiro: Vitrine Comunicação: Eletrobrás Eletronuclear, 2013. 299 p. il. color.
- RIBEIRO, P. S. E.; ALVES, C. L. **Geologia e recursos minerais da região de Palmas-folhas Miracema do Norte SC.22-X-D, Porto Nacional SC.22-Z-B e Santa Teresinha SC.22-Z-A: estado do Tocantins**. Goiânia: CPRM, 2017. 483 p. il., color. ISBN: 9788574992532. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18076>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- SILVA, R. C. S.; SABÓIA, A. M.; POLO, H. J. O. (org.). **Projeto integração geológica-geofísica-metalogenética das sequências de greenstone belts do domínio Rio Maria, Novas Fronteiras Rio Maria: escalas 1:250.000 e 1:100.000, estado do Pará**. Belém: CPRM, 2021. 269 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22379>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (org.). **Geologia e recursos minerais do Estado do Pará: texto explicativo**. Belém: CPRM, 2008. 328 p. il. color. escala 1:1.000.000. Programa Geologia do Brasil. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/10443>. Acesso em: 12 dez. 2024.

INFORME TÉCNICO Nº 26

Brasília, novembro de 2023.
ISSN: 2448-2242

Publicação *on-line* seriada
Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Disponível em: www.sgb.gov.br

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.sgb.gov.br

Contatos: seus@sgb.gov.br

maisa.abram@sgb.gov.br



DIRETOR DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

Francisco Valdir Silveira

CORPO EDITORIAL

Guilherme Ferreira da Silva
Maisa Bastos Abram

REVISÃO TÉCNICA

Guilherme Ferreira da Silva

REVISÃO GRAMATICAL E ORTOGRÁFICA

Irinéa Barbosa da Silva

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Maria Gasparina de Lima

DIAGRAMAÇÃO

Luana Dias (ASSCOM)