

Geologia e litoquímica de fragmento do *greenstone belt* de Crixás (Arqueano-Paleoproterozoico) no Arco Magmático de Goiás (Neoproterozoico), Região Uirapurú-Reisópolis (GO)

Raul Minas Kuyumjian^{1*}
Cesar Fonseca Ferreira Filho¹
Takato Nakayoshi²
Luiz Felipe Dias Ferreira²

¹Instituto de Geociências, Universidade de Brasília (UnB) – Brasília (DF), Brasil.

²Anglo American Brasil Ltda. – Belo Horizonte (MG), Brasil.

*Autor correspondente: raulminask@gmail.com

Resumo

As rochas supracrustais da Região Uirapurú-Reisópolis — RUR — (GO) constituem um fragmento do *greenstone belt* de Crixás (GBC) (Arqueano-Paleoproterozoico) no Arco Magmático de Goiás (AMG) (Neoproterozoico). Programas de exploração mineral para ouro e níquel foram desenvolvidos por empresas de mineração na região daquelas supracrustais, a partir dos anos 1980, motivados pela presença de komatiito peridotítico, de formação ferrífera bandada e de anfibolito, os dois últimos submetidos à alteração hidrotermal controlada por zona de cisalhamento. Formação ferrífera e anfibolito submetidos à alteração hidrotermal controlada pela zona de cisalhamento Bocaina apresentam concentrações mais elevadas em Au, As, Ag, Cu, Ba, Bi, Sb e W, entre outros elementos. Sugere-se participação de fluido metamórfico, tal como para a formação de depósito de ouro orogênico. As rochas estudadas ocorrem em contexto regional de grande importância metalognética, com depósitos de ouro, cobre, níquel, barita, esmeralda e cianita.

Palavras-chave: Goiás, Reisópolis, *greenstone*, litoquímica, ouro, níquel.

Abstract

The supracrustal rocks from the Uirapurú-Reisópolis region include peridotitic komatiite, overlaid by garnet-quartz-chlorite schist, quartz-muscovite schist, quartzite, garnet-rich quartzite, metagreywacke, metachert, amphibolite and banded iron formation. This sequence is intruded by granites and gabbros. Supracrustal rocks are metamorphosed in the transition from greenschist to epidote facies metamorphism. Hydrothermally altered amphibolite and iron formation in the Bocaina shear zone are enriched in Au, As, Ag, Cu, Ba, Bi, Sb and W. Several exploration programs for gold and nickel were developed by mining companies in that region since the '80s. The studied rocks occur in a region with gold, copper, nickel, barite, emerald and kyanite deposits.

Keywords: Goiás, Reisópolis, *greenstone*, lithochemistry, gold, nickel.

1. INTRODUÇÃO

As rochas vulcano-sedimentares e plutônicas associadas da Região Uirapurú-Reisópolis (RUR) ocorrem imediatamente a norte do *greenstone belt* de Crixás (GBC), Goiás. A geomorfologia da região é aplainada, com extensa cobertura detrito-laterítica e solos. Levantamentos geológicos realizados a partir de 1998 consideram tais rochas de idade ora arqueana ora neoproterozoica. Prospecção geoquímica em sedimentos de drenagens realizada pelo Projeto Geofísico Brasil-Canadá (PGBC) (Carmo 1978) na região revelou anomalias de Zr, Y, La e Nb associadas a anomalias do radioelemento K e de Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Fe, Mn, Sn e V associadas a lineamentos estruturais (Pires *et al.* 2007). A partir da década de 1980, as rochas supracrustais foram alvo de programas de exploração mineral para ouro e níquel sulfetado, desenvolvidos por empresas de mineração.

O presente trabalho objetivou realçar o potencial da RUR para mineralização de níquel sulfetado em komatiito peridotítico e de ouro em anfíbolito e formação ferrífera

submetidos à alteração hidrotermal. O esboço geológico da área estudada foi elaborado com base em dados coletados pelo autor principal, enquanto os komatiitos da Serra da Carvoeira, que permitiram identificar as rochas supracrustais enfocadas como do tipo *greenstone*, foram descobertos e caracterizados pelos coautores do presente trabalho. As amostras de rochas obtidas para estudos petrográficos e as análises químicas foram coletadas principalmente em locais onde anfíbolito, formação ferrífera e talco-clorita xisto foram submetidos à alteração hidrotermal. As análises químicas foram efetuadas por espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) nos laboratórios AcmeLab (Canadá), enquanto as determinações por difratometria de raios-X foram realizadas no Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UnB). Mesmo que preliminares, os dados obtidos permitem considerar as rochas da RUR um alvo propício para o desenvolvimento de programa de exploração mineral para níquel e ouro.

2. GEOLOGIA REGIONAL E DEPÓSITOS MINERAIS

O contexto geológico regional é o de rochas arqueanas de complexos de ortognaisses tonalíticos, trondhjemiticos e graníticos (Queiroz *et al.* 2000), de arqueanas e paleoproterozoicas do GBC (Jost *et al.* 2001) e de neoproterozoicas do Arco Magmático Goiás (AMG) (Pimentel *et al.* 2000). O GBC compreende, essencialmente, komatiitos ultramáficos com disjunção poliedral e textura *spinifex* (Formação Córrego do Alagadinho), sobrepostos por metabasaltos almofadados (Formação Rio Vermelho) e, no topo, rochas metassedimentares (Formação Ribeirão das Antas) (Sabóia 1979, Jost e Oliveira 1991). No GBC ocorrem depósitos de ouro nos estilos sulfeto maciço, veios de quartzo e disseminado, hospedados por metabasalto e xisto carbonoso submetidos à alteração hidrotermal (Fortes *et al.* 2001, Jost *et al.* 2010). As ocorrências de ouro na Sequência Mina Inglesa, porção norte do GBC, são hospedadas por veios de quartzo e de quartzo+carbonato envelopados por talco xisto komatiítico (Kuyumjian e Costa 1999). Jost *et al.* (2010) classificam os depósitos de ouro do GBC como do tipo orogênico, originados no Paleoproterozoico e metamorfisados

e remobilizados no Neoproterozoico. O depósito de níquel sulfetado de Boa Vista, localizado na extremidade noroeste do GBC, ocorre na base de uma sequência de rochas ultramáficas komatiíticas (22,1 a 28,7% MgO) (Costa Júnior *et al.* 1997). O minério, dos tipos venulado, disseminado, intersticial e maciço, consiste de pirrotita, pentlandita, calcopirita, magnetita e esfalerita, e a razão Ni/Cu do minério sulfetado ($\pm 10:1$) é compatível com segregação do líquido de sulfeto a partir do komatiito peridotítico (Ferreira Filho e Leshner 2001).

No seu limite setentrional, o GBC faz contato tectônico com o Arco Magmático de Mara Rosa (AMMR), parte norte do AMG (Jost *et al.* 2001, Fuck *et al.* 2006). O AMMR é constituído de faixas de rochas vulcano-sedimentares separadas por ortognaisses tonalíticos e dioríticos e por granitos, piroxenitos e gabros (Pimentel *et al.* 2000). No AMMR ocorrem depósitos Cu-Au pórfiro (Kuyumjian *et al.* 2010), Au epigenético (Palermo *et al.* 2000), Au-Cu-Bi tipo veio (Oliveira *et al.* 2004), barita-Ag-Au tipo VMS (Arantes *et al.* 1991), esmeralda (Biondi 1990) e cianita (Jofilly 2006) (Figura 1).

3. GEOLOGIA LOCAL

As rochas supracrustais da RUR constituem, em superfície, uma faixa norte-sul de, aproximadamente, 30 km de extensão e 7 km de largura, em contato tectônico a norte, a leste e a oeste com ortognaisses intrudidos por *stocks* de granada metagabro, biotita granito cinza e biotita-albita-microclínio granito róseo com veios de pegmatito, pertencentes ao AMMR. Ao sul, têm, aparentemente, continuidade com a Sequência Mina Inglesa. Lacerda Filho *et al.* (1999) consideraram as supracrustais da RUR como parte de Terreno Arqueano Indiviso, enquanto Fuck *et al.* (2006) e De Sordi

(2007) as incluíram na Sequência Santa Terezinha de Goiás, no AMMR e no Neoproterozoico (Figura 1B).

As rochas supracrustais da RUR apresentam assinaturas magnetométricas e radiométricas semelhantes às das rochas do GBC (Carvalho 1999). Devido às ocorrências de formação ferrífera e à alteração hidrotermal, elas mostram respostas magnéticas elevadas e anomalias de potássio normalizado (Pires *et al.* 2007, De Sordi 2007). Na parte centro-norte da faixa afloram rochas metavulcânicas ultramáficas (komatiito peridotítico, serpentinito, talco xisto,

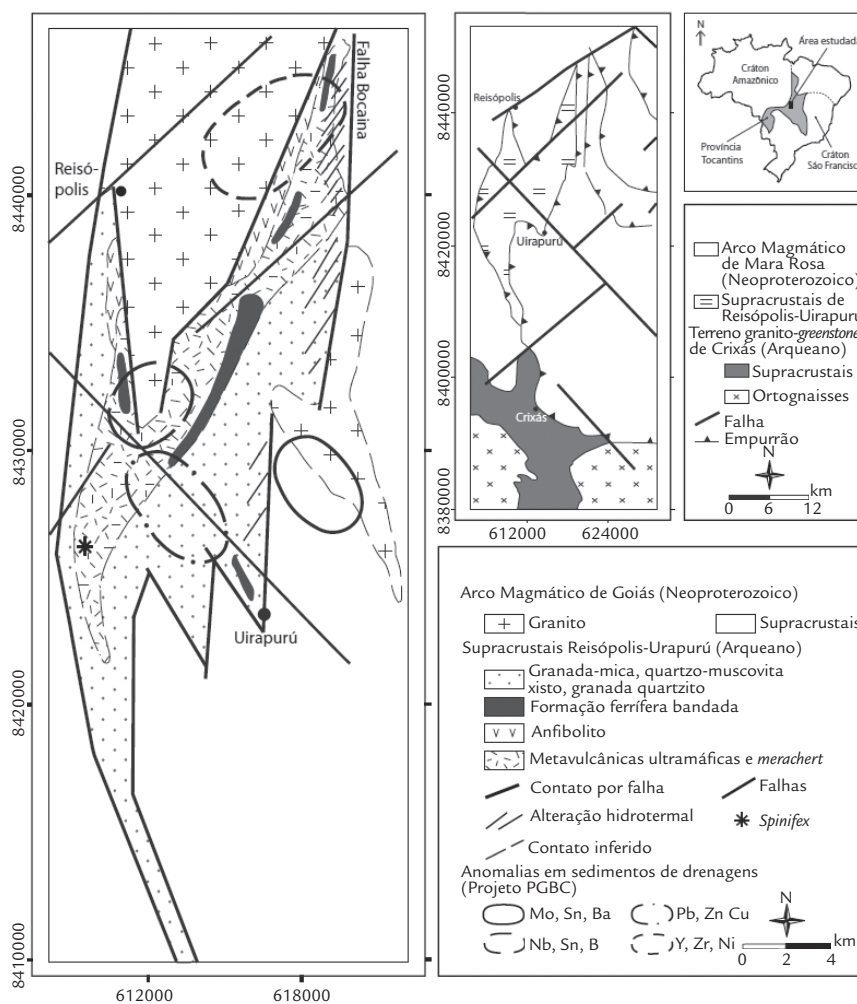


Figura 1

(A) Esboço geológico esquemático da Região Uirapuru-Reisópolis (Lacerda Filho *et al.* 1999, Jost *et al.* 2001, Fuck *et al.* 2003, De Sordi 2007, simplificados) e (B) esboço geológico da faixa de rochas supracrustais da Região Uirapuru-Reisópolis e anomalias de prospecção geoquímica (Kuyumjian, Nascimento, Lira e Bevilaqua, inédito).

talco-clorita xisto e actinolito) e máficas (anfibolito e granada anfibolito), formação ferrífera manganésifera, metagrauvaca, granada quartzito, *metachert*, exalito (actinolita e magnetita) e *sill* de rocha subvulcânica ácida porfirítica. A Serra da Carvoeira, a oeste de Uirapuru, é sustentada por komatiitos (serpentinóis com disjunção poliedral e textura *spinifex*), talco-clorita xisto, talco xisto e formação ferrífera. Os komatiitos apresentam teores de MgO entre 32 e 12% em peso e Ni e Cr mostram uma correlação positiva com MgO, compatível com a de magmas de composição komatiítica (Figuras 2 e 3).

Na parte centro-sul da faixa afloram quartzo-clorita-muscovita xisto, granada-clorita-muscovita-quartzo xisto, biotita xisto feldspático, muscovita quartzito e, subordinadamente, formação ferrífera e xisto carbonoso. As rochas supracrustais são cortadas por veios N10°E e N30°E, sub-verticais, de quartzo, localmente garimpados para turmalina, e por diques N10°E de metadiabásio e N20°E de olivina-magnetita piroxenito.

O arcabouço estrutural regional, arquitetado pela orogênese brasileira, faz parte de um sistema de *nappes* cujo transporte tectônico principal foi de NW para SE, originando, durante a deformação brasileira, escamas de empurrão limitadas por zonas de cisalhamento transcorrentes, ora destrais ora sinistrais (Dantas *et al.* 2007, De Sordi 2007). Na RUR, as rochas supracrustais apresentam foliações NS-N20°W, 50°-70°SW originadas pelos empurrões e N10°-30°E, 15°-45°NW por influência do Lineamento Transbrasiliense. No âmbito da zona de cisalhamento transcorrente sinistral Bocaina, associada à falha de empurrão NS, limite tectônico oriental da faixa de rochas da RUR com as do AMMR, as rochas supracrustais da RUR mostram foliação milonítica NS, 50°-70°W, e as rochas graníticas do AMG, foliações tectônicas NS, 45°SW e N10°-20°E. A presença de almandina, muscovita e clorita nos xistos, de almandina, actinolita e, raramente, hornblenda nos anfibolitos, e de actinolita, talco e clorita nas rochas ultramáficas sugere metamorfismo das facies xisto verde e, localmente, anfibolito.

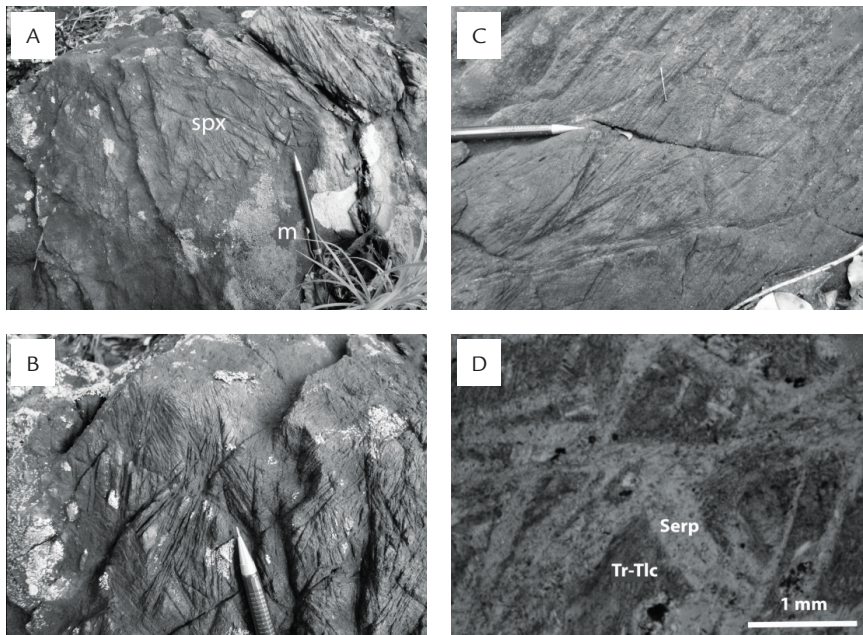


Figura 2

(A) Serpentinito maciço com disjunção poliedral e textura *spinifex*, (B) lamelas de olivina com dimensões de poucos centímetros, (C) lamelas de olivina com dimensões de 20 a 30 cm e (D) textura *random spinifex*.

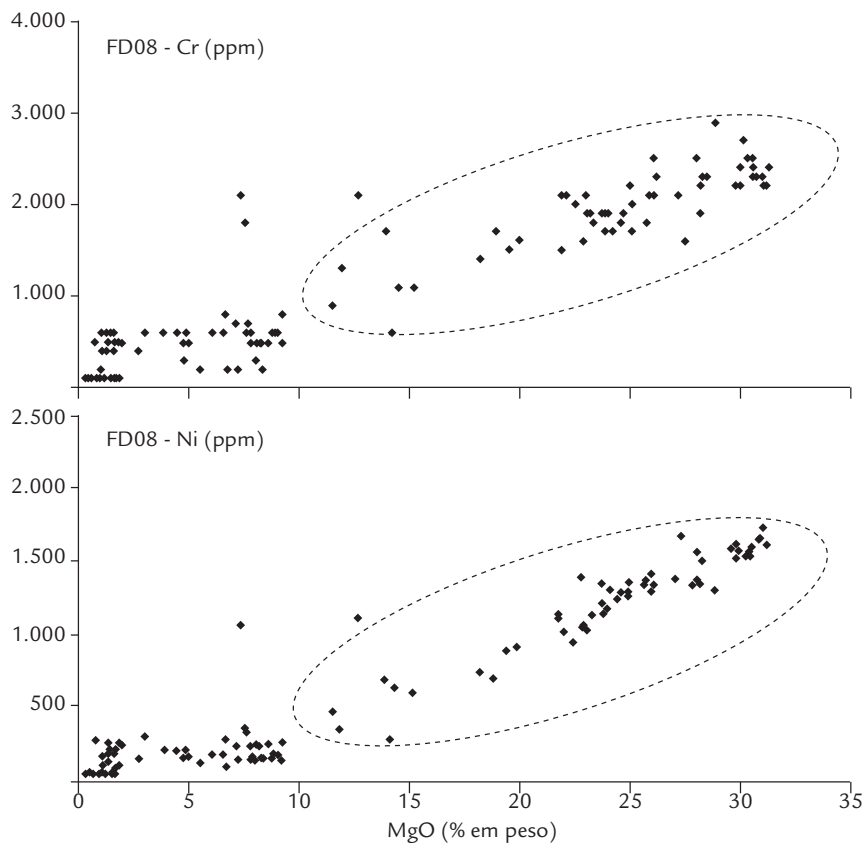


Figura 3

Diagramas Ni-MgO e Cr-MgO para as rochas interceptadas no furo de sonda FD08. O envoltório tracejado corresponde à sequência de rochas vulcânicas máfica-ultramáficas, enquanto as demais amostras (MgO < 10%) são gnaisses e xistos interceptados na base do furo. Resultados baseados em relatórios internos da Anglo American Brasil Ltda.

3.1. Alteração hidrotermal

A zona de cisalhamento Bocaina constitui o principal controle estrutural da alteração hidrotermal nas rochas da RUR. Os processos de alteração hidrotermal promoveram sericitização e turmalinização (estaurolita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto) e propilitização (quartzo-actinolita-zoisita-clinozoisita anfibolito) de metabasalto, carbonatização (carbonato-talco-clorita xisto) de rocha ultramáfica e biotitização, silicificação e carbonatização de formação ferrífera bandada. Na transição entre o epidoto anfibolito e o quartzo-sericita xisto ocorre zona intemperizada marrom amarelada constituída de

quartzo, caulinita, hematita, bilibinskita ($\text{Au}_3\text{Cu}_2\text{PbTe}_2$) e/ou bogdanovita (Au_3Cu), identificados por difratometria de raios-X. Na zona de sericitização ocorrem barras de quartzo e quartzo+muscovita de direção NS-N20°E e veios de quartzo+turmalina de direção N30°E. Dois grãos de pirita e um grão de ouro, ambos de dimensões inferiores a 1 mm, foram observados em barras de quartzo no estaurolita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto. As zonas de alteração hidrotermal são seccionadas por veios de quartzo de atitude N50°-60°E, subverticais e estéreis (Figura 4).



Figura 4

Alteração hidrotermal do anfibolito na sede da fazenda Gaivota-Andorinhas. (A) Zona de sericitização, (B) anfibolito totalmente intemperizado a material marrom avermelhado e (C) epidoto anfibolito parcialmente intemperizado a material marrom amarelado.

4. LITOQUÍMICA

Embora análises químicas para Au, As, Cu, Pb e Zn tenham sido feitas em número maior de amostras, somente as analisadas para 34 elementos-traço foram consideradas no presente trabalho. As concentrações de Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, Au e As em talco-clorita xisto, de Au, Ba, Rb, Sr e W em rocha subvulcânica ácida porfírica e de As, Ba, Zr, Rb, Sr, Nb e W em granito róseo apresentam ordem de grandeza de *background*. Formação ferrífera bandada inalterada (40,62% SiO_2 , 57,33% Fe_2O_3 , 0,11% Al_2O_3 , 0,01% CaO, 0,01% K_2O , 0,02% MnO, 0,01% TiO_2 e 0,9% de perda ao fogo) e formação ferrífera bandada submetida à alteração hidrotermal (45,12% SiO_2 , 17,15% Fe_2O_3 , 8,71% Al_2O_3 , 0,81% CaO, 0,25% K_2O , 17,87% MnO, 0,33% TiO_2 e 8,4% de perda ao fogo) afloram, principalmente, na área de Reisópolis. Estaurolita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto (2,14 a 2,17% Fe_2O_3 e 0,01% MnO) apresenta concentrações mais elevadas em Au, Mo, Ba, Y, Zr, Bi, Ta, Nb, V, Cs e W; formação ferrífera brechada, silicificada e carbonatizada em Au, As, Ag, Cu, Mo, Ba, Y, Bi, Sb, Sr, Nb, V e W; e epidoto anfibolito em Au, Ba, Y, Zr e W. Veio de quartzo

concordante com a foliação do estaurolita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto contém Au (14,6 ppm), Ba (22 ppm), Nb (6 ppm), Rb (1,5 ppm), Sr (6,50 ppm), Ta (3,2 ppm) e W (5 ppm) (Tabelas 1 e 2).

A formação ferrífera bandada alterada e o granito róseo apresentam padrões de distribuição de elementos terras raras normalizados a condrito semelhantes entre si. A formação ferrífera pode ter sido alterada pela percolação de fluido de fonte granítica. Da mesma forma, o estaurolita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto e o anfibolito apresentam padrões de distribuição de elementos terras raras normalizados a condrito semelhantes entre si, corroborando a observação em campo, ou seja, o sericita xisto é produto de alteração do anfibolito (Figura 5).

No diagrama multielementar verifica-se que os valores elevados de maior contraste foram obtidos para Au, As, Ag, Cu, Ni, Zn, Bi, Mo, Nb, Ba, Sr, Y, V, Th e W, na formação ferrífera alterada, e para Au, Cu, Bi, Zn, Mo, V e W, no estaurolita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto (Figura 6).

Tabela 1

Resultados analíticos de rochas com alteração hidrotermal e de rochas inalteradas da área de Reisópolis (GO). Concentrações em ppm. Au em ppb.

	Au	As	Ag	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Co	Mo	Cs	Ba
FFBa	3,6	4,2	0,4	6	90	50	10	16	80	2,0	0,3	3.015
FFBb	7,4	4,8	0,4	10	254	48,6	19	43	160,6	4,0	0,3	3.125
SERa	3,8	0,3	0,1	10	7	7,2	2,1	2	242	0,5	1	713
SERb	20,9	0,6	<0,1	12	20	7,3	0,7	4	68	0,2	1	886
GRA	<0,5	0,8	<0,1	5	1,6	1,5	4,2	54	49,3	0,5	3,7	1.270
FFB*	0,18	0,1	0,1	5	6	5	14	8	61,3	0,3	0,3	5
ANF*	3	<0,5	<0,1	54	3	5,1	1,5	2	90,2	0,3	2,8	1.240
	Y	Zr	Bi	Sd	Rb	Sr	Ta	Sc	Nb	V	W	Th
FFBa	22	15	0,3	0,2	10	170	0,7	6	5	52	390	2,8
FFBb	27	82,6	0,3	0,3	12,8	299,5	0,9	9	5,4	68	346	3,4
SERa	8,7	156	1,0	0,1	31,6	61,6	2,1	3	2,8	45	1176	5,3
SERb	8,6	86,4	1,0	<0,1	38,2	76,9	1	3	3,8	40	1585	4,2
GRA	71,7	374,7	<0,1	<0,1	130	421	1,9	6	9	19	653	12
FFB*	1,9	1,5	0,1	0,2	0,1	0,8	0,4	1	0,2	8	453	0,2
ANF*	9,2	127	<0,1	<0,1	54,5	51,6	1,1	5	5	38	750	4,6

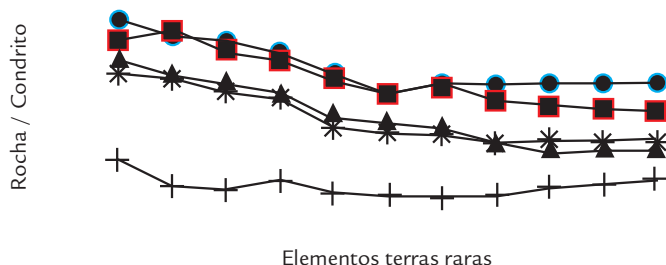
FFBa e FFBb: amostras de formação ferrífera bandada silicificada e carbonatizada; SERa e SERb: amostras de turmalina-estaurólita-cianita-quartzo-sericita xisto; GRA: granito alcalino róseo inalterado; FFB*: formação ferrífera bandada inalterada; ANF*: anfíbolito pouco alterado.

Tabela 2

Resultados analíticos de elementos terras raras em rochas com alteração hidrotermal e inalteradas da área de Reisópolis (GO). Concentrações em ppm.

	La	Ce	Nd	Pr	Sm	Eu	Gd	Dy	Er	Lu
FFBb	39,8	144,8	39,0	9,65	6,88	1,55	6,74	5,31	2,97	0,40
SERb	20,0	35,1	13,4	3,88	2,01	0,58	1,73	1,39	0,73	0,11
GRA	77,6	124,5	53,0	14,35	8,53	1,53	9,40	9,04	6,50	0,98
FFB*	0,70	0,80	0,7	0,10	0,14	0,05	0,17	0,23	0,20	0,04
ANF*	12,5	28	10,4	2,54	1,32	0,39	1,34	1,28	0,92	0,14

FFBb: formação ferrífera bandada silicificada e carbonatizada; SERb: turmalina-estaurólita-cianita-quartzo-sericita xisto; GRA: granito alcalino róseo inalterado; FFB*: formação ferrífera bandada inalterada; ANF*: anfíbolito pouco alterado.



(●) granito; (■) formação ferrífera bandada alterada; (▲) estaurólita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto; (+) formação ferrífera bandada inalterada; (*) anfíbolito muito pouco alterado.

Figura 5

Padrões de distribuição de elementos terras raras normalizados ao condrito de Nakamura (1974).

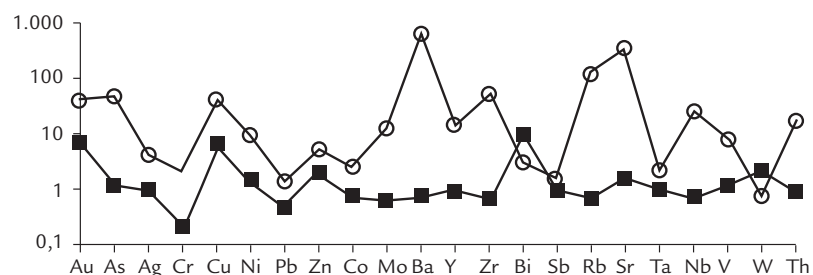


Figura 6

Diagrama multielementar para concentrações de elementos-traço em formação ferrífera bandada brechada e silicificada (○) e sericita xisto (■) normalizadas às concentrações dos protólitos, ou seja, formação ferrífera bandada e anfíbolito, respectivamente.

5. DISCUSSÃO

As rochas supracrustais da RUR constituem uma sequência do tipo *greenstone belt*, semelhantes às do GBC, incluindo komatiitos com disjunção poliedral e textura *spinifex*. Imediatamente a norte da Sequência Mina Inglesa, elas, provavelmente, fazem parte de um fragmento tectônico do GBC embutido no AMMR. Confirma-se, portanto, a proposição de Lacerda Filho *et al.* (1999), ou seja, as rochas supracrustais da Região Uirapurú-Reisópolis (GO) pertencem a um terreno arqueano, o que corrobora também as considerações de D'el Rey Silva e Barros Neto (2002) de que lascas tectônicas arqueanas-paleoproterozoicas ocorrem inseridas em rochas neoproterozoicas do AMMR.

Os resultados da prospecção geoquímica em sedimentos de drenagem obtidos pelo PGBC na RUR evidenciam concentrações mais elevadas de Pb, Zn, Cu e Ni no âmbito de xisto feldspático; de Mo, Nb, Sn, Ba e B no contato entre rochas graníticas do AMMR e rochas supracrustais da RUR; e de Y, Zr e Nb na porção extremo N-NE da faixa, onde anfibolito, talco xisto e formação ferrífera foram submetidos à alteração hidrotermal.

A identificação de komatiitos peridotíticos na RUR amplia a extensão das áreas com potencial geológico favorável para hospedar depósitos de Ni-Cu sulfetado em Goiás.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de komatiito peridotítico, as anomalias de cobre, chumbo e zinco em sedimentos de drenagem e as concentrações mais elevadas de ouro e metais nas rochas hidrotermalizadas fazem das rochas supracrustais da RUR, fragmento tectônico do GBC inserido no AMMR, um alvo interessante para o desenvolvimento de programas de exploração mineral. O komatiito peridotítico pode ser hospedeiro de depósito de metal sulfetado, enquanto a zona de cisalhamento transcorrente sinistral Bocaina, controle estrutural

Da mesma forma que a maioria dos depósitos e ocorrências de ouro da Província Tocantins (Araújo Filho e Kuyumjian 1996), as concentrações mais elevadas em ouro na RUR ocorrem em rochas submetidas à alteração hidrotermal controlada por zona de cisalhamento. É reconhecido na literatura mundial que, quando percoladas por fluidos hidrotermais, rochas ricas em ferro ou em matéria carbonosa favorecem a precipitação de sulfetos e ouro (Phillips e Groves 1984, Roberts 1987), tal como nos *greenstones* de Goiás (Jost *et al.* 2010) e do Tocantins (Kuyumjian *et al.* 2012). É provável que a zona de cisalhamento transcorrente sinistral Bocaina tenha canalizado fluido que lixiviou ouro das rochas percoladas, precipitando-o durante a alteração hidrotermal. Formação ferrífera alterada apresenta enriquecimento em Au, As, Ag, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mo, Ba, Y, Zr, Bi, Rb, Sr, Nb, V e Th; anfibolito alterado mostra enriquecimento em Au, Cu, Bi, Cs e W; e veios de quartzo encaixados no estaurolita-cianita-turmalina-quartzo-sericita xisto contêm Au, Ba, Nb, Rb, Sr, Ta, W e Zr. O enriquecimento em Nb, Mo, Y, Zr, Pb, Rb, Sr, Bi, Sb, Cs e W sugere participação de fluido de fonte granítica, possivelmente durante a granitogênese do AMG, ou percolação de fluido metamórfico, tal como Groves *et al.* (1998) e Goldfarb *et al.* (2005) sugerem para a formação de depósito orogênico de ouro.

da alteração hidrotermal de formação ferrífera e anfibolito, e a ocorrência de intrusões graníticas associadas propiciam a base de programas de exploração mineral para ouro. O potencial favorável dessas rochas para depósitos minerais é reforçado pelo fato de que elas se localizam em contexto geológico regional de grande importância metalogenética na Província Tocantins, hospedeiro de depósitos de cobre, ouro, barita, prata, esmeralda e cianita, no AMMR, e níquel sulfetado e ouro, no GBC.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio continuado aos projetos de pesquisa de Raul Minas Kuyumjian (RMK) e de Cesar Ferreira Filho (CFF). À Anglo American Brasil Ltda., pela disponibilização de dados do programa de exploração desenvolvido na região e pela permissão para a publicação destes resultados.

Nossos agradecimentos a Leonardo Henrique de Souza (gerente de exploração da Anglo American Brasil Ltda.), pelas discussões relacionadas à geologia e à tectônica dos terrenos granito-*greenstone* de Goiás. O primeiro autor agradece o apoio de Felipe Silva Lira, de Barbara Nascimento e de Leandro Arrais Bevilacqua, enquanto bolsistas do PIBIC-CNPq-UnB.

8. REFERÊNCIAS

- Arantes D., Buck P.S., Osborne G.A., Porto C.G. 1991. The Mara Rosa volcano-sedimentary sequence and associated gold mineralization. In: Brazil Gold'91, Belo Horizonte, MG, Proceedings, p. 221-229.
- Araújo Filho J.O. de, Kuyumjian R.M. 1996. Regional distribution and structural control of gold occurrences and deposits in the Goiás Massif and Brasília Belt. *Revista Brasileira de Geociências*, 26(2):109-112.
- Arndt N.T., Teixeira N.A., White W.M. 1989. Bizarre geochemistry of komatiites from Crixás Greenstone Belt. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 101:187-197.
- Biondi J.C. 1990. Depósitos de esmeralda de Santa Terezinha (GO). *Revista Brasileira de Geociências*, 20(1-4):7-24.
- Blum M.L.B. 1999. *Processamento e interpretação de dados de geofísica aérea no Brasil Central e sua aplicação à geologia regional e à prospecção mineral*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 229 p.
- Carmo S.D. 1978. Programação e execução do Projeto Geofísico Brasil-Canadá. In: Anais, Congresso Brasileiro de Geologia 30, Recife, SBG, 5:2233-2247.
- Carvalho M.T.N. de 1999. *Integração de dados geológicos, geofísicos e geoquímicos aplica à prospecção de ouro nos*

- greenstones belts de Pilar de Goiás e Guarinos. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 190 p.
- Costa Júnior C.N., Ferreira Filho C.F., Osborne G.A., Araújo S.M., Lopes R.O. 1997. Geology and geochemistry of the Boa Vista Nickel Sulfide deposit Crixás greenstone belt, central Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 27(4):365-376.
- D'el Rey Silva L.J.H., Barros Neto L.S. 2002. The Santa Terezinha-Campos Verdes emerald district, central Brazil: structural and Sm-Nd data to constrain the tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt. *Journal South American Earth Sciences*, 15:693-708.
- De Sordi D.A. 2007. *Aerogeofísica aplicada à compreensão do sistema de empurrões da sequência Santa Terezinha de Goiás, Brasil central*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 106 p.
- Ferreira Filho C.F., Leshner C.M. 2001. The komatiite-associated Ni-sulfide deposit of Boa Vista, Brazil; 4th International Archaean Symposium, Perth, *Extended Abstracts*, 429-431.
- Fortes P.T.F.O., Gaspar J.C., Coelho R.F., Giuliani G., Jost H., Costa Júnior C.N., Moraes R., Kuyumjian R.M., Santos R.V., Pimentel M.M. 2001. Geologia das jazidas auríferas Mina III e Mina Nova, greenstone belt de Crixás (GO). In: H. Jost, J.A. Brod, E.T. de Queiroz (eds.) Caracterização de depósitos auríferos em distritos mineiros brasileiros, DNPM/ADIMB, p. 243-300.
- Fuck R.A., Dantas E.L., Pimentel M.M., Oliveira C.G., Kuyumjian R.M., Junges S., Moraes R.V., Almeida W.M., Rosa W.D., Kafino C.V., Barbosa E.S.R., Araujo I.M.C.P., Rocha C.H.A., Guerra G.A., Joffily C.M.L.C., Oliveira L.T., Cunha L.M., Moura C.O., Ventura D.B.R., Brod E.R., Maruoka M.T.C., Vicente M.S., Tonietto M.S., Rancan C.C., Vilhena R.M. 2003. *Mapa Geológico de Santa Terezinha de Goiás*. Brasília, Universidade de Brasília, escala 1:250.000
- Fuck R.A., Dantas E., Sordi D., Chiarini M., Almeida T., Joffily Y.C., Oliveira C.G., Pimentel M.M., Jost H., Junges S. 2006. Geologia do Arco Magmático de Goiás, Folha Santa Terezinha de Goiás. In: Anais SBG, Congresso Brasileiro de Geologia 43, Sergipe, SO4:P-096.
- Goldfarb R.J., Baker T., Dube B., Groves D.I., Hart C.J.R., Gossilin P. 2005. Distribution, character and genesis of gold deposits in metamorphic terranes. *Economic Geology*, 100th Anniversary Volume, p. 407-450.
- Groves D.I., Goldfarb R.J., Gebre-Mariam M., Haggmann S.G., Robert F. 1998. Orogenic gold deposit: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, 13:7-27.
- Joffily C.M.L.C. 2006. *Gênese e controle do cianitito da Serra das Araras, Arco Magmático Mara Rosa*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 78 p.
- Jost H., Oliveira A.M. 1991. Stratigraphy of the Crixás greenstone belts, Crixás region, Goiás, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 4:201-214.
- Jost H., Fuck R.A., Brod J.A., Dantas E.L., Meneses P.R., Assad M.L.L., Pimentel M.M., Blum M.L.B., Silva A.M. 2001. Geologia de terrenos arqueanos e proterozóicos de Crixás-Cedrolina, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, 31(3):315-328.
- Jost H., Chemale Junior F., Dussin I.A., Tassinari C.C.G., Marti R. 2010. A U-Pb zircon Paleoproterozoic age for the metasedimentary host rocks and gold mineralization of the Crixás greenstone belt, Goiás, Central Brazil. *Ore Geology Review*, 37:127-139.
- Kuyumjian R.M., Costa A.L.L. 1999. Geologia, geoquímica e mineralizações auríferas da sequência Mina Inglesa, greenstone belt de Crixás, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, 29(3):313-318.
- Kuyumjian R.M., Cruz E.L.C.C., Araujo Filho J.O., Moura M.A., Guimarães E.M., Pereira K.M.S. 2012. Geologia e ocorrências de ouro do Terreno Granito-Greenstone do Tocantins, TO: síntese do conhecimento e parâmetros para exploração mineral. *Revista Brasileira de Geociências*, 42(1):213-228.
- Kuyumjian R.M., Oliveira C.G., Oliveira F.B., Borges C.E.P. 2010. Depósito cobre-ouro porfirítico Chapada, Goiás. In: R.S.C. de Brito, M.G. da Silva, R.M. Kuyumjian (eds.). Modelos de depósitos de cobre do Brasil e sua resposta ao intemperismo. Programa Geologia do Brasil, Recursos Minerais, Série Metalogenia. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, p. 49-70.
- Lacerda Filho J.V., Rezende A., Silva A. 1999. *Geologia e recursos minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. CPRM/METAGO/UnB, Goiânia. Mapa geológico e de recursos minerais, escala – 1:500,000.
- Nakamura N. 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38:757-775.
- Oliveira C.G., Pimentel M.M., Melo L.V., Fuck R.A. 2004. The copper-gold and gold deposits of the Neoproterozoic Mara Rosa magmatic arc, central Brazil. *Ore Geology Reviews*, 25:285-299.
- Palermo N., Porto C.G., Costa Junior C.N. 2000. The Mara Rosa gold district, central Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30:256-260.
- Phillips G.N., Groves D.I. 1984. Fluid access and fluid wall-rock interaction in the genesis of the Archean gold-quartz vein deposit at Hunt Mine, Kambalda, Western Australia. In: Foster R.P. (ed.). Gold'82, Proceedings, Geological Society of Zimbabwe, p. 389-416.
- Pimentel M.M., Fuck R.A., Jost H., Ferreira Filho C.F., Araújo, S.M. 2000. In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (eds.). *The basement of the Brazilian Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc*. International Tectonic Evolution of South America Geological Congress, p. 195-230.
- Pires A.C.B., Aline T.M.C.S., Thiago S.C., Kuyumjian R.M. 2007. Integração de dados de geofísica aérea e de geoquímica de sedimentos de corrente da área de Lagartixa, sul do Arco Magmático de Goiás. In: SBG, Simpósio de Geologia do Centro-Oeste 10, Pirenópolis, GO, CD-ROM.
- Queiroz C.L., MgNaughton N.J., Fletcher I.R., Jost H., Barley M.E. 2000. Polymetamorphic history of the Crixás-Açu Gneiss, central Brazil: SHRIMP U-Pb evidence from titanite and zircon. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1):40-44.
- Roberts R.G. 1987. *Ore deposit model*, Number 11: Archean lode gold deposits. *Geoscience Canada*, 14:37-52.
- Sabóia L.A. 1979. Os greenstone belts de Crixás e Goiás. SBG-Núcleo Centro-Oeste. *Boletim Informativo*, 9:44-72.