



XV SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE  
AVANÇOS NA GEOLOGIA DO BRASIL CENTRAL  
GOIÂNIA, 03 - 06 DE SETEMBRO DE 2017

XVSGCO-192

**EVIDÊNCIAS DE PARTICIPAÇÃO DE MAGMATISMO BÁSICO NA GÊNESE DOS DEPÓSITOS AURÍFEROS DA PROVÍNCIA AURÍFERA DE ALTA FLORESTA (MT)**

Isabella da Gama de Medeiros<sup>1</sup>, Rafael Rodrigues de Assis<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista – UNESP

<sup>2</sup> Departamento de Petrologia e Metalogenia, Universidade Estadual Paulista - UNESP

E-mail autor correspondente: isabella.gamed@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A Província Aurífera de Alta Floresta (PAAF) está situada no norte do estado do Mato Grosso, centro-sul do Cráton Amazônico. Ela hospeda mais de uma centena de depósitos auríferos que foram interpretados como pertencendo a sistemas do tipo Au-pórfiro e sistemas epitermais de baixa a média sulfetação (Assis 2011). No geral, os trabalhos sobre a PAAF têm preferido estudar os depósitos separadamente ou então com um enfoque nas hospedeiras graníticas. No entanto, este estudo tem como objetivo estudar as subvulcânicas máficas do entorno de um desses depósitos (no caso, o depósito Pé Quente) com o intuito de entender se o magmatismo máfico teve participação na metalogênese do ouro na PAAF. O depósito Pé Quente foi escolhido por apresentar uma clara distinção entre subvulcânicas máficas sulfetadas e não sulfetadas. Portanto, neste trabalho foram feitas análises petrográficas e geoquímicas para distinguir as subvulcânicas sulfetadas das não sulfetadas e, assim, tentar compreender se o magmatismo máfico que gerou as subvulcânicas sulfetadas poderia ser correlacionado às suítes de idade similar a mineralização e se ele teria contribuído com metais, calor, fluidos e enxofre para a metalogênese do ouro da província.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

A PAAF é composta por terrenos plutono-vulcânicos de idade paleo a mesoproterozoica, está inserida na porção centro-sul do Cráton Amazônico, entre as províncias Ventuari-Tapajós (1,95-1,8 Ga) e Rio Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga) de Tassinari & Macambira (1999). O setor leste da PAAF apresenta diversos depósitos auríferos hospedados em sistemas graníticos paleoproterozoicos (Paes de Barros 2007). Assis (2015) divide as rochas desse setor em quatro unidades principais: (a) embasamento granítico deformado e

metamorfizado (2,81-1,99 Ga); (b) unidades plutono-vulcânicas e vulcano-sedimentares do tipo I (1,97-1,78 Ga) – hospedeiras da grande maioria dos depósitos; (c) unidades plutônicas e vulcânicas pós-colisionais e anorogênicas (1,78-1,75 Ga) – representadas principalmente pela Suíte Teles Pires; e (d) sequências sedimentares clásticas (cerca de 1,37 Ga).

O depósito aurífero Pé Quente está localizado próximo ao município de Peixoto de Azevedo, inserido no setor leste da PAAF e apresenta mineralizações do tipo Au-pórfiro (Assis 2011). A Suíte Pé Quente (1,9 Ga), hospedeira desse depósito, é composta por diorito-monzodiorito e monzonito e está truncada por diques de subvulcânicas máficas sulfetadas e não sulfetadas.

## PETROGRAFIA

### *Diques de subvulcânicas sulfetadas*

Compostos por diabásio isotrópico, magnético e de textura fina. Sulfetos são visíveis a olho nu formando aglomerados de até 2 mm (Figura 1A). A sua paragênese primária é dada por plagioclásio (50%), clinopiroxênio (15%), ortopiroxênio (5%), magnetita (1-2%) apatita (traços), olivina (traços), zircão (traços) e quartzo (traços). As fases de alteração hidrotermal identificadas nessas rochas foram, na seguinte ordem: alteração potássica (feldspato potássico + hematita), alteração sericítica (sericita + muscovita ± quartzo ± sulfetos), alteração propilítica (clorita + clinozoisita + calcita + epidoto ± quartzo ± rutilo ± titanita ± sulfetos) alteração clorítica (somente clorita) e vênulas tardias (quartzo ± hematita) – Figura 1B. Ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) foi melhor identificada a paragênese do minério disseminado: pirita ± calcopirita ± esfalerita ± galena ± wulfenita ± ouro (Figura 1C). A precipitação dos sulfetos está associada principalmente à alteração sericítica e, secundariamente, à alteração propilítica.



# XV SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE AVANÇOS NA GEOLOGIA DO BRASIL CENTRAL GOIÂNIA, 03 - 06 DE SETEMBRO DE 2017

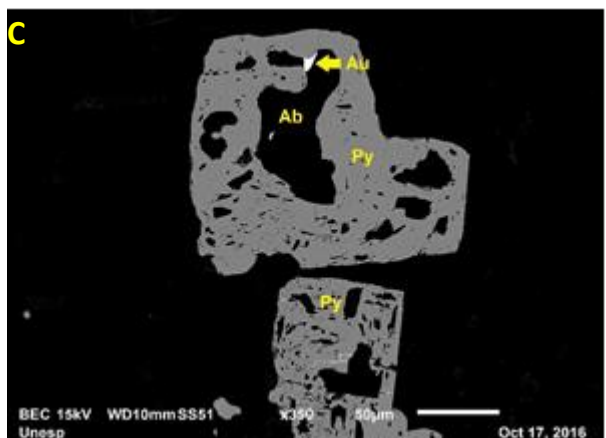
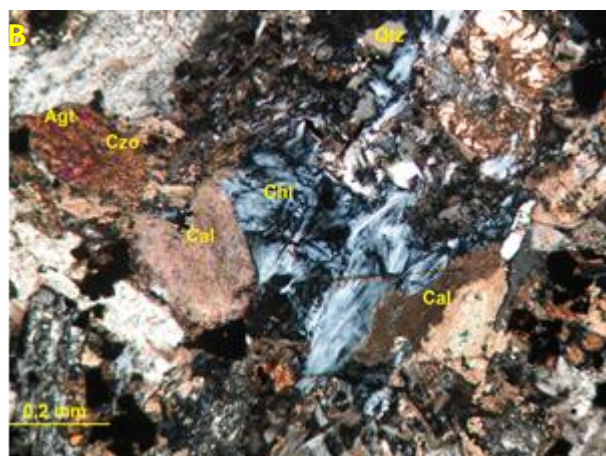
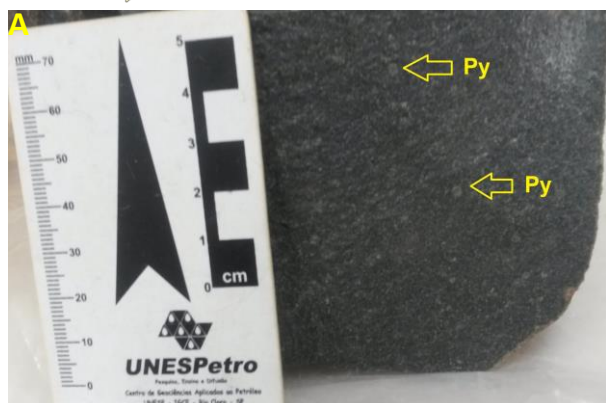


Figura 1: (A) Amostra de subvulcânica sulfetada, com destaque para os aglomerados de sulfeto; (B) Paragênese da alteração propilitica: calcita, clorita e clinozoisita; (C) Au preenchendo espaços em cristal de pirita.. Fotomicrografia B com polarizadores cruzados; C: imagens de elétrons retro-espalhados. LEGENDA: Ab: albita; Agt: augita; Au: ouro; Cal: calcita; Chl: clorita; Czo: clinozoisita; Py: pirita; Qtz: quartzo.

## Diques de subvulcânicas não sulfetadas

Constituídos por microgabro de granulação fina a média, isotrópico, magnético e porfirítico. A

paragênese mineral primária é plagioclásio (60-70%), clinopiroxênio (10-20%), magnetita (3-5%) ortopiroxênio (3-5%) e quartzo (traços) – Figura 2. Apresentam também clorita e sericita como minerais secundários.

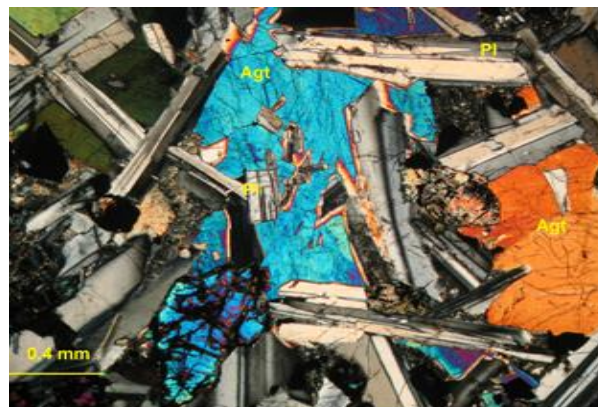


Figura 2: Subvulcânica não sulfetada apresentando textura ofítica e sub-ofítica. Fotomicrografia com polarizadores cruzados. LEGENDA: Agt: augita; Pl: plagioclásio.

## LITOGEOQUÍMICA

A análise de elementos maiores e menores ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e alguns elementos-traço (Cr, Ni, Ba, Rb, Sr, La, Ce, Zr, Y, Nb, Cu, Zn, Co, V e Ga) foi feita por meio de fluorescência de raios-X no laboratório do DPM/UNESP. A abertura das amostras se deu por fusão em matriz de borato com posterior confecção de pastilhas prensadas. Foram utilizadas 09 amostras (04 pertencentes ao grupo das subvulcânicas não sulfetadas e 05 de subvulcânicas sulfetadas).

Há diferenças geoquímicas entre os dois grupos, como no diagrama TAS modificado por Middlemost (1994), as subvulcânicas sulfetadas encontram-se no campo do monzogabro enquanto as não sulfetadas encontram-se no campo dos gabros (Figura 3A). Os diagramas binários utilizando o número de magnésio (Mg#) no lugar da  $\text{SiO}_2$  representam melhor o fracionamento cristalino em rochas básicas e ultrabásicas (Rollinson 1993), por isso foram utilizados aqui. Nesses diagramas percebe-se uma lacuna de valores de Mg# que separa as subvulcânicas sulfetadas das não sulfetadas (Figuras 3B e 3C). No diagrama de ambiência tectônica de Canabis & Lecolle (1989), o conjunto das subvulcânicas sulfetadas apresentam características de basaltos cálcio-alcálinos de arcos, enquanto as subvulcânicas não sulfetadas estão dispersas no diagrama, desde um ambiente anorogênico, a tardi-orogênico e de arco (Figura 4).



# XV SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE

## AVANÇOS NA GEOLOGIA DO BRASIL CENTRAL

### GOIÂNIA, 03 - 06 DE SETEMBRO DE 2017

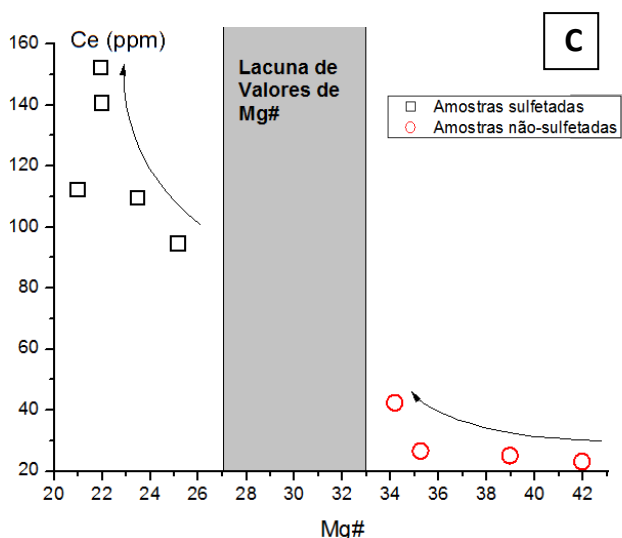
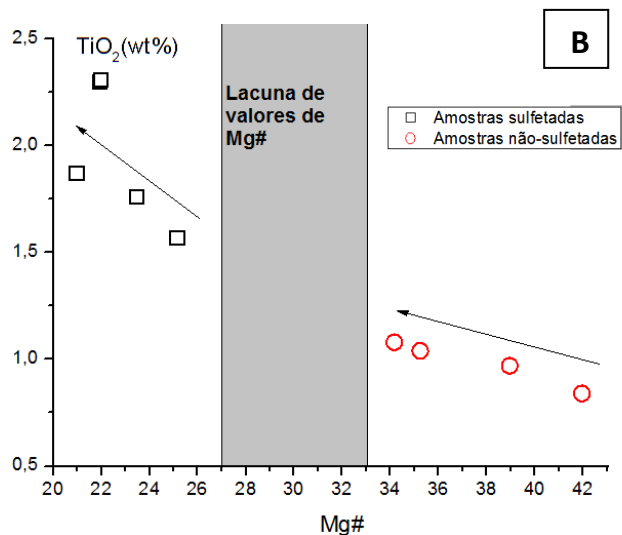
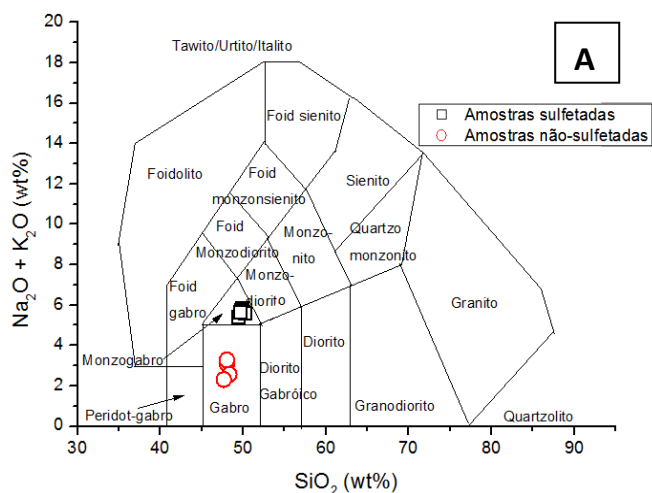


Figura 3: (A) Diagrama TAS modificado por Middlemost (1994) para rochas intrusivas; (B e C) Diagramas de Mg# para  $\text{TiO}_2$  e Ce, respectivamente.

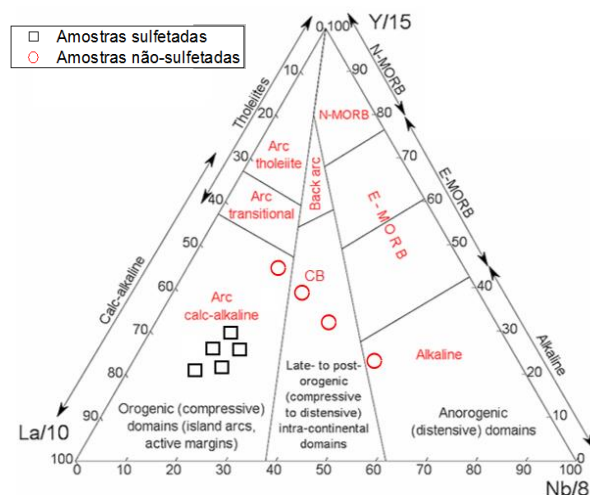


Figura 4: Diagrama Y-La-Nb de Canabis & Lecolle (1989) em que é possível verificar que as subvulcânicas sulfetadas assim encontram-se no campo de basaltos cálcio-alcálinos de arco, diferentemente da ampla dispersão das amostras proveniente do grupo de subvulcânicas não sulfetadas.

## DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Os diques subvulcânicos sulfetados e não sulfetados apresentam perceptíveis diferenças texturais (granulação mais grosseira, no caso das subvulcânicas não sulfetadas), composicionais (composição de gabro para as subvulcânicas não sulfetadas e de monzogabro para as sulfetadas), na intensidade e presença da alteração hidrotermal, geoquímicas (diferenças significativas nas concentrações de quase todos os elementos analisados e também a presença da lacuna de Mg#) e de ambiência tectônica (ambiente tectônico de arcos vulcânicos para as subvulcânicas sulfetadas e um provável ambiente intraplaca a distensivo para as subvulcânicas não sulfetadas) que sugerem que esses grupos pertençam a duas unidades distintas não comagmáticas.

Ainda não se sabe a qual(is) unidades(s) os diques estudados neste trabalho podem ser correlacionados, pois há mais de uma possibilidade. Uma das dificuldades é a existência de diversas nomenclaturas para rochas semelhantes, além de poucos a nenhum dado geocronológico de algumas unidades máficas da Província.

Levando-se em consideração que as subvulcânicas sulfetadas são mais antigas, elas podem ser correlacionadas com: (a) Suíte Intrusiva Flor da Serra que apresenta composição semelhante, filiação toleítica, e também a descrição de sua ocorrência como diques na região do rio Peixoto de Azevedo (Lacerda Filho et al. 2004, Moreton & Martins 2005). Não existem dados geocronológicos desta unidade,





## XV SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE

### AVANÇOS NA GEOLOGIA DO BRASIL CENTRAL

#### GOIÂNIA, 03 - 06 DE SETEMBRO DE 2017

porém é descrita por Moura (1998) como intrusiva na Suíte Matupá ( $1.872 \pm 12$  Ma), no entanto, Souza *et al.* (2005) correlaciona essa unidade a Suíte Ingarana na Província Tapajós de idade  $1.879 \pm 3$  Ma; (b) Intrusivas Básicas de Guadalupe, composta por gabro, microgabro e diorito que ocorrem na forma de stocks na Suíte Paranaíta ( $1.808-1.769$  Ma) e exibem evidências de cogeneticidade entre si (Souza *et al.* 2005, Duarte *et al.* 2012). Souza *et al.* (2005) correlacionam diques de diabásio porfirítico que truncam o Grupo Colíder, o Granito Nhandu e a Suíte Paranaíta a esta unidade; (c) Grupo Colíder ( $1.803$  a  $1.766$  Ma), segundo a definição de Duarte (2015) que engloba não somente rochas vulcânicas e subvulcânicas ácidas e intermediárias, mas também máficas. De acordo com este autor, as rochas máficas deste grupo apresentam características de magmas gerados em margem continental ativa. Além disso, esse mesmo autor interpreta que o Grupo Colíder e a Suíte Paranaíta perfazem o denominado Domínio Vulcânico, que considera ser o cinturão vulcânico continental do Arco Magmático Juruena. Assim, provavelmente as rochas máficas inseridas por Duarte (2015) no Grupo Colíder são equivalentes às Intrusivas Básicas de Guadalupe.

Em contrapartida, as subvulcânicas não sulfetadas, por não estarem afetadas pela alteração hidrotermal e também pela sua ambiência tectônica, podem ser correlacionadas a (a) Diques básicos descritos por Moreton & Martins (2005) constituídos por microgabro, gabro e diabásio, que foram interpretados como pertencendo a uma fase distensiva associada aos estágios finais da evolução do Arco Juruena (Frasca & Borges 2005). Um dique de diabásio desta unidade foi datado em  $1.416 \pm 14$  Ma pelo método K-Ar por Silva *et al.* (1980); (b) Suíte Intrusiva Nova Guarita, um enxame de diques composto por gabro, diabásio e microgabro, localizado próximo à vila de mesmo nome (Bispo-Santos *et al.* 2012). Esse enxame também é correlacionado a outro próximo às cidades de Matupá e Peixoto de Azevedo (próximo ao depósito Pé Quente). A idade obtida por esses autores foi de  $1.418,5 \pm 3,5$  Ma, correlacionável àquela obtida por Silva *et al.* (1980). Eles também sugerem que esses diques representariam uma fase distensional relacionada ao início da separação do Cráton Amazônico do supercontinente Nuna.

Os trabalhos mais antigos (Paes de Barros 2007, Assis 2011) interpretaram que a metalogênese do ouro na Província havia ocorrido em três estágios (1)  $1,98-1,93$  Ga; (2)  $1,89-1,87$  Ga e (3)  $1,78-1,75$  Ga. No entanto, esses estágios são incongruentes com as idades Re-Os

em pirita e molibdenita de  $1.805 \pm 7$  Ma (Serrato *et al.* 2014),  $1.786 \pm 4$  Ma (Xavier *et al.* 2013) e  $1.805 \pm 21,5$  Ma a  $1.782 \pm 8,2$  Ma (Assis 2015). Portanto, Assis (2015) considera que os dois primeiros estágios descritos anteriormente foram somente responsáveis pela geração das hospedeiras plutônicas, e apenas o terceiro estágio teria relação com a metalogênese do ouro. As idades obtidas para a mineralização são equivalentes àquelas apresentadas por Duarte *et al.* (2012) para o Grupo Colíder e Suíte Paranaíta e também à idade da Suíte Intrusiva Teles Pires de  $1.782 \pm 17$  Ma (Silva & Abram, 2008), sugerindo que a mineralização aurífera estaria associada ao magmatismo que gerou o Grupo Colíder e a Suíte Paranaíta ou o que gerou a Suíte Teles Pires. A Suíte Teles Pires é constituída por plútons graníticos do tipo A com características pós-orogênicas a anorogênicas (Santos *et al.* 2001, Duarte 2015), e como, depósitos do tipo Au-pórfiro estão frequentemente associados a ambientes de arcos magmáticos (Sillitoe 2010) e Duarte (2015) relaciona o Grupo Colíder e a Suíte Paranaíta ao cinturão vulcânico do Arco Juruena, há maior probabilidade de que esse magmatismo tenha gerado as mineralizações auríferas. No entanto, não é possível descartar uma participação do magmatismo Teles Pires. Em adicional, o Grupo Colíder apresenta um magmatismo máfico associado (Duarte 2015), e têm se discutido que a adição de magmas máficos contribui efetivamente na gênese de depósitos do tipo pórfiro com o fornecimento de calor, fluidos, enxofre e metais calcófilos como Cu e Au ao sistema (Keith *et al.* 1997, Halter *et al.* 2005, Sillitoe 2010, Stern *et al.* 2011, Fiege *et al.* 2014). Além disso, Sillitoe (2010) afirma que depósitos do tipo Cu-pórfiro ricos em Au tendem a estar associados a intrusões mais máficas, e que do tipo Au-pórfiro pobre em Cu geralmente estão associados a dioritos cálcio-alcálicos e quartzo-dioritos pórfiros, o que seria mais um indício da participação de magmas máficos na metalogênese do ouro.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste trabalho ainda estão incompletos, sendo necessário complementar as análises geoquímicas, coletar um maior número de amostras em um estudo mais regional, e também acrescentar dados geocronológicos para as unidades que ainda não os têm.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Universidade Estadual Paulista e do CNPq.



XV SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE  
AVANÇOS NA GEOLOGIA DO BRASIL CENTRAL  
GOIÂNIA, 03 - 06 DE SETEMBRO DE 2017

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis R.R. 2011. *Depósitos auríferos associados ao magmatismo granítico do setor leste da Província de Alta Floresta (MT), Craton Amazônico: tipologia das mineralizações, modelos genéticos e implicações prospectivas*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 428 p.
- ASSIS, R. R. 2015. *Depósitos auríferos associados ao magmatismo félsico da Província de Alta Floresta (MT), Craton Amazônico: litogeoquímica, idade das mineralizações e fonte dos fluidos*. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 320 p.
- Bispo-Santos F., D'agrella-Filho M.S., Trindade R.I.F., Elming S., Janikian, L.; Vasconcelos, P. M.; Perillo, B. M.; Pacca, I. I. G., Silva J.A., Barros M.A.S. 2012. Tectonic implications of the 1419 Ma Nova Guarita mafic intrusives paleomagnetic pole (Amazonian Craton) on the longevity of Nuna. *Precambrian Research*, 196: 1-22.
- Cabanis B., Lecomte M. 1989. Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des séries volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 309: 2023-2029.
- Duarte T.B., Rodrigues J.B., Ribeiro P.S.E. 2012. Tectonic evolution of the Juruena magmatic arc between the Aripuanã and Juruena rivers: northwest Mato Grosso State, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 42(4): 824-840.
- Duarte T.B. 2015. *Geologia, geoquímica e geocronologia do domínio vulcânico do arco magmático Juruena, SW do Craton Amazônico: implicações geotectônicas*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 104 p.
- Fiege A., Simon A.C., Ruprecht P. 2014. Mafic magma contributions to arc-related porphyry ore deposits. In: SEG Conference, *Anais...* 2 p. Disponível em <[https://www.segweb.org/SEG/\\_Events/Conference\\_Website\\_Archives/2014/Abstracts/data/papers/abstracts/0393-000273.pdf](https://www.segweb.org/SEG/_Events/Conference_Website_Archives/2014/Abstracts/data/papers/abstracts/0393-000273.pdf)> Acesso em 28 de outubro de 2016.
- Frasca A.A., Borges F.R. 2003. *Projeto PROMIN Alta Floresta – Folha Ilha 24 de Maio – SC. 21-Z-A*. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Goiânia, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 127 p.
- Halter W.E., Heinrich C.A., Pettke T. 2005. Magma evolution and the formation of porphyry Cu-Au ore fluids: evidence from silicate and sulfide melt inclusions. *Mineralium Deposita*, 39: 845-863.
- Keith J.D., Whitney J.A., Hattori K., Ballantyne G.H., Christiansen E.H., Barr D.L., Cannan T.M., Hook C.J. 1997. The Role Of Magmatic Sulfides And Mafic Alkaline Magmas In The Bingham And Tintic Mining Districts, Utah. *Journal of Petrology*, 38(12): 1679-1690.
- Lacerda-Filho J.V., Abreu Filho W., Valente C.R., Oliveira C.C., Albuquerque M.C. 2004. *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Mato Grosso*. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado do Mato Grosso, Escala 1: 1.000.000. Convênio CPRM e SICME-MT, 235 p.
- Middlemost E.A.K. 1994. Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, 37: 215-224.
- Moreton L. C., Martins E. G. 2005. *Geologia e Recursos Minerais de Alta Floresta – Vila Guarita*. Escala 1:250.000. Brasília, Serviço Geológico do Brasil, CPRM, 68 p.
- Moura M.A.O. 1998. *Maciço Granítico Matupá no Depósito de ouro Serrinha (MT): Petrologia, Alteração hidrotermal e Metalogenia*. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 238 p.
- Paes De Barros A.J. 2007. *Granitos da região de Peixoto de Azevedo – Novo Mundo e mineralizações auríferas relacionadas – Província Aurífera Alta Floresta (MT)*. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 154 p.
- Rollinson H. 1993. *Using Geochemical Data: evaluation, presentation, interpretation*. Singapore: Longman Singapore Publishers Ltd, 352 p.
- Santos J.O.S., Groves D.I., Hartmann A., Moura M.A., McNaughton N.J. 2001. Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta domains, Tapajós-Parima orogenic belt, Amazon Craton, Brazil. *Mineralium Deposita*, 36: 278-299.
- Serrato A.A.A. 2014. *Geocronologia e evolução do sistema hidrotermal do depósito aurífero de Juruena, Província Aurífera de Alta Floresta (MT), Brasil*. 2014. 58 p. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 58 p.
- Sillitoe R.H. 2010. Porphyry Copper Systems. *Economic Geology*, 105: 3-41.
- Silva G.H., Leal J.W.L., Montalvão R.M.G. 1980. Geologia. In: *Brasil Departamento Nacional De Produção Mineral Projeto Radam Brasil*. Folha SC. 21 – Juruena: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 456 p.
- Silva M.G., Abram M.B. 2008. *Projeto metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso*. Goiânia, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 212 p.
- Souza J.P., Frasca A.A.S., Oliveira C.C. 2005. *Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta*. Relatório Integrado. Brasília, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 159 p.
- Stern C.R., Skewes M.A., Arévalo A. 2011. Magmatic Evolution Of The Giant El Teniente Cu-Mo Deposit, Central Chile. *Journal of Petrology*, 52(7 & 8): 1591-1617, 2011.
- Tassinari C.C.G., Macambira M.J.B. 1999. Geochronological Provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, 22(3): 174-182.
- Xavier R.P., Assis R.R.A., Creaser R., Barros A.J. 2013. Timing of gold metallogeny in the Alta Floresta Gold Province: Evidence From Pyrite And Molybdenite, Re-Os Isotopic Dating. In: 13º Simpósio De Geologia Da Amazônia, Belém (PA). *Anais...* 2013.