

HISTÓRIA GEOLÓGICA DO CRATON AMAZÔNICO

Umberto G. Cordani

INTRODUÇÃO

O Cráton Amazônico cobre uma área de cerca quatro milhões de quilômetros quadrados, a maior parte no Brasil (Figura 1). Ele se compõe do Escudo das Guianas, ao norte e do Escudo do Guaporé (ou do Brasil Central), ao sul, separados pelas grandes bacias sedimentares do Solimões e do Amazonas. Trata-se de uma das menos conhecidas e estudadas áreas de terrenos do Pré-Cambriano do mundo, pelas dificuldades de acesso e da cobertura de floresta tropical densa. Em vista da escassez de dados geológicos de campo e de informações complementares de petrologia, estrutura, geofísica, etc., datações geocronológicas têm sido de grande importância para interpretar a história e a evolução geológica desse cráton.



Figura 1 – O Cráton Amazônico.

Por eu ter sido, em 1964, um dos iniciadores do Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da Universidade de São Paulo (USP), minha vida acadêmica sempre foi essencialmente relacionada com geocronologia, e parte importante dela diz respeito ao Cráton Amazônico.

CONTROLE GEOCRONOLÓGICO PROGRESSIVO DO CRÁTON AMAZÔNICO

As primeiras determinações geocronológicas em áreas da Amazônia foram efetuadas nas décadas de 1950-60 por laboratórios dos Estados Unidos da América, Holanda e Inglaterra (P.M. Hurley, H. Priem, N. Snelling e colaboradores). A maioria das datações, obtidas em rochas granitoides das Guianas e da Venezuela, revelou-se de idade Paleoproterozoica (1880 - 2200 Ma). Um resultado surpreendente foi o de I. McDougall (Australia), que obteve idade próxima de 2000 Ma para a Formação Roraima. No Brasil, datações no Cráton Amazônico tiveram que esperar a atuação do CPGeo. As primeiras permitiram ao Fernando Flávio Marques de Almeida configurar o seu “Cráton do Guaporé” como plataforma tectonicamente estável para a faixa dobrada de seu “Geossinclínio Paraguaio”. Ele contou com apenas algumas poucas datações, obtidas pelo método K-Ar (Figura 2).

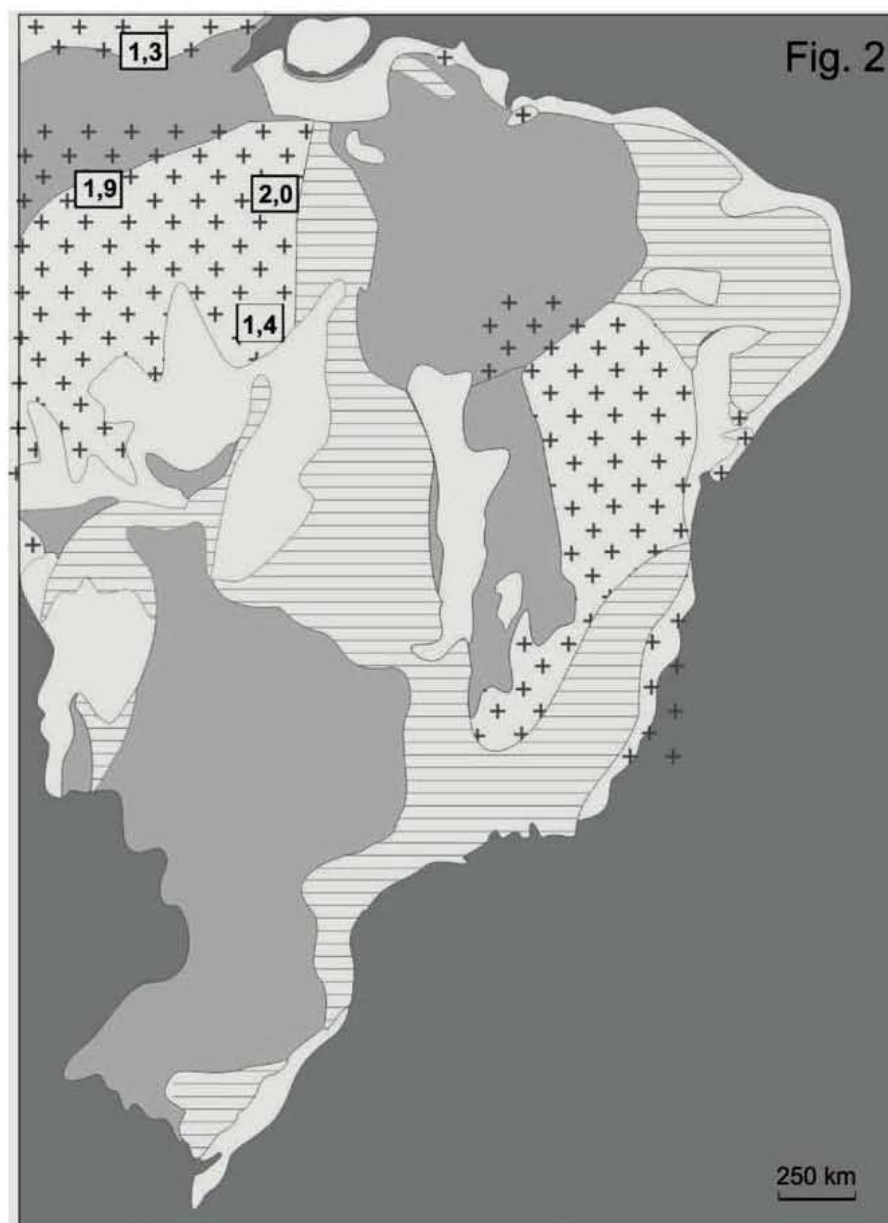


Figura 2 – Esquema com a localização de algumas das primeiras rochas datadas pelo método K-Ar no Cráton Amazônico, adaptado de Almeida (1967).

No final da década de 1960 ocorreu a revolução da Tectônica de Placas nas Geociências, e a deriva dos continentes foi um dos seus pilares mais importantes. Após a longa discussão que durou décadas, a sua aceitação pela comunidade internacional decorreu de um trabalho (Hurley *et al.* 1967) em que participaram vários dos pesquisadores do CPGeo (Figura 3). Nesse artigo, “Ciclo Orogênico Transamazônico” foi o nome escolhido para o processo geodinâmico principal ocorrido na parte mais setentrional do Escudo das Guianas.

No Brasil, a Tectônica de Placas levou certo tempo a ser completamente digerida, e no final da década de 1960, e pela década seguinte, continuou o debate entre verticalistas e mobilistas. No CPGeo algumas dezenas de datações foram efetuadas em áreas do Cráton Amazônico, como em Carajás, Roraima e Rondônia, e um trabalho de síntese foi apresentado por Gilberto Amaral numa versão verticalista (Amaral 1974). Nela, uma plataforma antiga, de idade do Arqueano/Paleoproterozoico, foi ativada tectonicamente em alguns eventos posteriores de rejuvenescimento isotópico em grandes áreas. Interpretação similar foi apresentada também por coautores do Projeto RADAM, ao interpretar as datações disponíveis, bem como as novas obtidas no CPGeo.

No final da década de 1970, utilizando todas as determinações radiométricas disponíveis para o Cráton Amazônico, num total de *ca* 800, a maioria obtida pelos métodos K-Ar e Rb-Sr, o pessoal do CPGeo elaborou a primeira síntese de evolução tectônica do Cráton dentro da temática mobilista. O trabalho (Cordani *et al.* 1979) foi apresentado por mim durante o II Congresso Geológico Chileno. A Figura 4, extraída e adaptada desse trabalho, inclui um núcleo antigo (Província Amazônia Central), com vocação cratônica desde o Paleoproterozoico, ao qual foram adicionados três cinturões orogênicos periféricos, coerentes em estrutura e idade. A Província Maroni-Itacaiunas (2200 Ma) ao longo do limite setentrional, e as províncias Rio Negro-Juruena (1700 - 1400 Ma) e Rondoniana (1400 - 1000 Ma) na parte meridional.

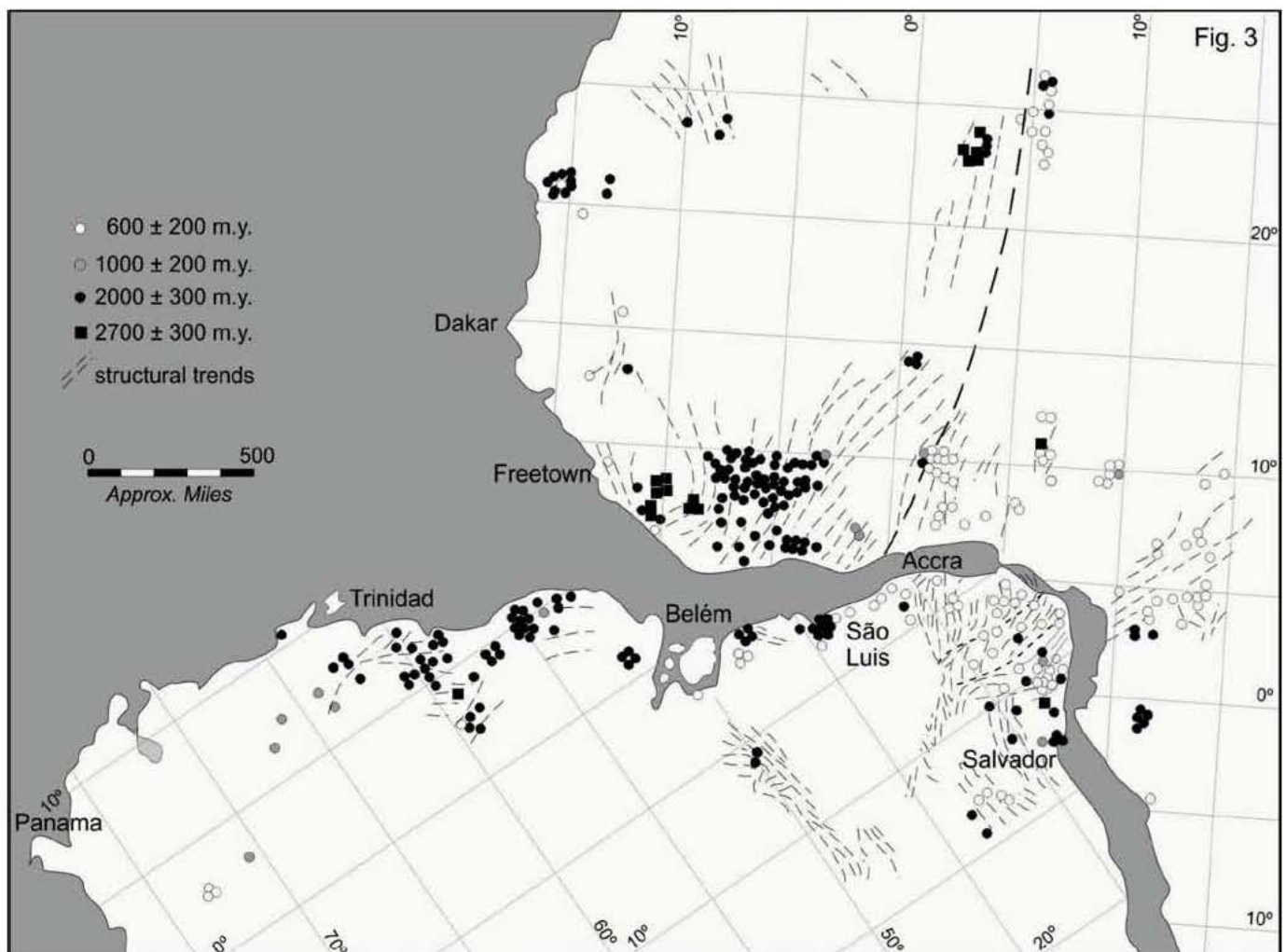


Figura 3 – Teste geocronológico para a deriva dos continentes, adaptada de Hurley *et al.* (1967).

Na época, o conhecimento geocronológico estava até a frente do conhecimento geológico básico, obtido principalmente nos trabalhos do Projeto RADAM. Hoje em dia há vários milhares de datações geocronológicas nas áreas do Cráton, boa parte delas obtidas por métodos mais robustos, como U-Pb SHRIMP ou ICP-MS em zircão. Além disso, os trabalhos de campo de muitas dezenas de geólogos da CPRM, das universidades e de outros serviços geológicos dos países vizinhos trouxe um progresso notável para o seu conhecimento. Entretanto, o esquema de províncias geocronológicas oriundo do CPGeo em 1979 tem sido mantido em sua essência, com algum aperfeiçoamentos. A Figura 5 mostra a versão-síntese dos pesquisadores do CPGeo-USP, apresentada no 31º Congresso Geológico Internacional no Rio de Janeiro (Cordani *et al.* 2000), que continua sendo a referência principal em centenas de trabalhos internacionais do mundo inteiro.

BREVE SÍNTESE A RESPEITO DA EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO CRÁTON AMAZÔNICO

Os comentários que seguem são extraídos do texto que se refere ao Cráton Amazônico na nota explicativa da 2ª edição do Mapa Tectônico da América do Sul (Cordani *et al.* 2017).

Em sua parte norte, o Escudo das Guianas compreende um mosaico de unidades tectônicas numa extensa faixa ao longo da costa Atlântica, que inclui uma série de terrenos *granite-greenstones* formados durante a Orogênese Transamazônica, no Paleoproterozoico (2,2 - 2,0 Ga), associados a uma série de arcos magmáticos continentais com idades parecidas. Esse conjunto inclui os domínios arqueanos Imataca e Amapá, retrabalhados, que se situam nas extremidades ocidental e oriental dessa grande região.

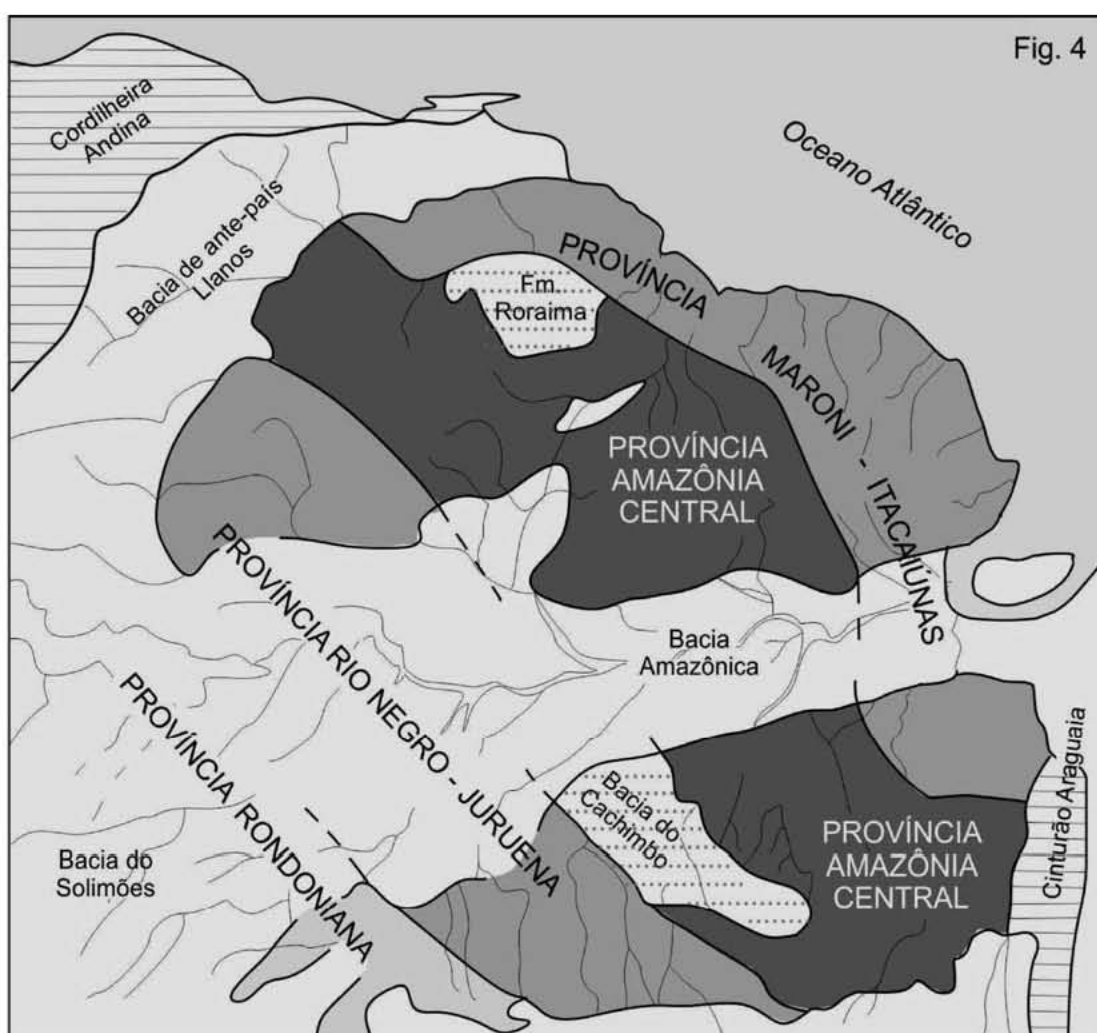


Figura 4 – Primeiro modelo mobilista para as províncias tectônicas da Amazônia, adaptado de Cordani *et al.* (1979).

O cinturão colisional Cauarane-Coeroeni, composto por rochas supracrustais com médio a alto grau de metamorfismo, corta toda a região central do escudo, de oeste para leste. Em ambos os lados dessa estrutura, a norte e a sul, aparecem duas extensas unidades magmáticas félsicas consideradas pós-colisionais, denominadas Orocaima e Rio Urubu, com idades próximas de 1,95 - 2,0 Ga. Uma terceira unidade magmática félsica, Uatumã, com idade *ca* 1,85 Ga, ocorre na parte meridional desse escudo e parece continuar para o sul, por baixo dos sedimentos da Bacia Amazônica, formando uma enorme LIP sobre o Escudo do Guaporé.

No sul da Venezuela, uma grande região se encontra coberta pelas rochas pouco deformadas do Supergrupo Roraima, cuja idade de deposição está próxima de 1,9 Ga. Além disso, toda a região central do escudo foi afetada por uma importante deformação intraplaca, ao longo da *KMudku Mega-Shear Zone*, com direções estruturais NE-SW. Na parte mais ocidental do escudo, aparecem os cinturões acrecionários que correspondem às províncias tectônicas Ventuari-Tapajós e Rio Negro-Juruena, originados por processos de subducção que duraram cerca de 500 milhões de anos, entre 2,0 e 1,5 Ma. Finalmente, inúmeros granitos do tipo anorogênico, de idade Mesoproterozoica, são observados em muitas áreas do escudo.

Ao sul da Bacia Amazônica, o Escudo Brasil Central inclui em sua parte oriental o “Domínio Carajás”, a região brasileira com a maior quantidade de rochas Arqueanas expostas. Ele compreende terrenos *granito-greenstone*, bem como rochas supracrustais que incluem grandes formações ferríferas. Logo a oeste aparece a LIP félsica Uatumã, cobrindo grande parte da Província Amazônia Central. Mais para oeste aparecem as rochas da parte meridional da Província Ventuari-Tapajós, sobre a qual se situam as rochas sedimentares da Bacia do Cachimbo, e ao sul desta ocorrem em continuidade as rochas da parte meridional da Província Rio Negro-Juruena. Em ambas as províncias, raízes de arcos magmáticos predominam e muitas de suas rochas granitoides apresentam assinatura isotópica juvenil. Não há indícios de embasamento Arqueano.

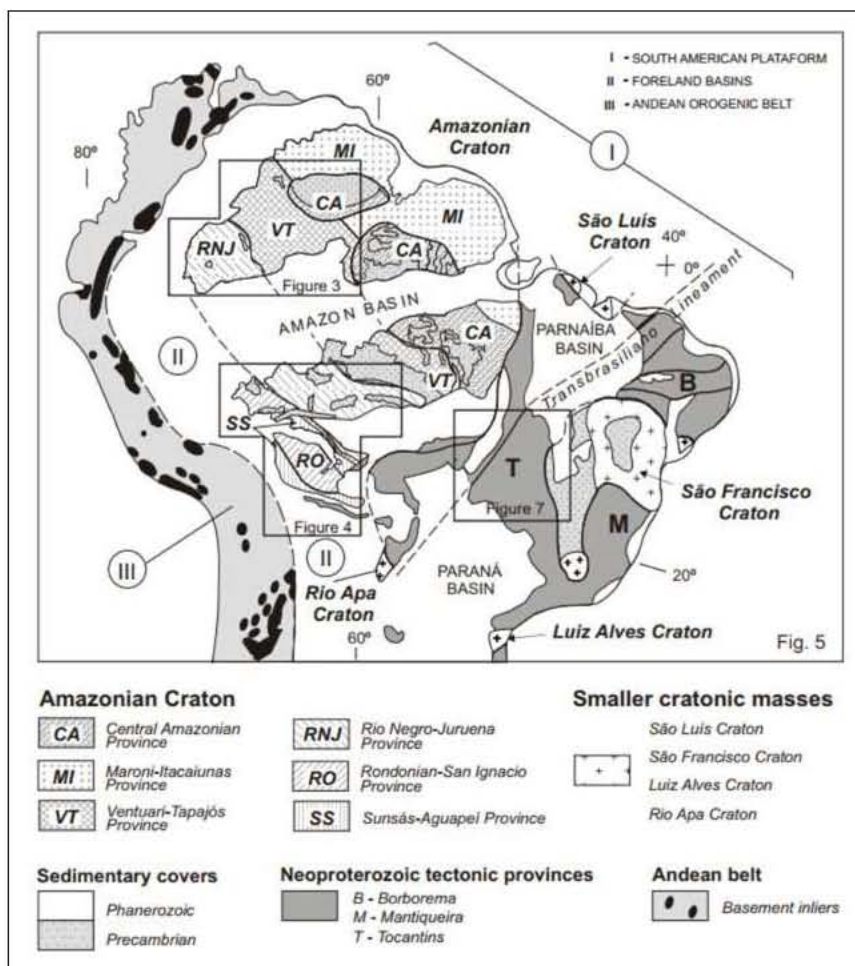


Figura 5 – Províncias tectônicas do Cráton Amazônico, adaptada de Cordani et al. (2000).

Finalmente, na extremidade SW do Cráton, ocorrem as rochas da Província Rondoniana-San Ignacio, em que predominam os granitos do Complexo Pensamiento, na Bolívia, com *ca.* 1350 Ma. Mais para o sul ocorre o Cinturão Sunsás, de idade próxima a 1000 Ma, considerada do Grenvilliano. Seu limite estaria situado também na Bolívia, ao longo de grandes zonas de falhas de cavalgamento. A cobertura cratônica Huanchaca situa-se sobre os granitos Pensamiento, e os granitos estaníferos rondonianos, de tipo anorogênico, também com *ca.* 1000 Ma, se localizam perto de Porto Velho, sobre a Província Rio Negro-Juruena.

COMENTÁRIOS DE CUNHO PESSOAL SOBRE A EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO CRÁTON AMAZÔNICO

Nos últimos três anos, em função da elaboração do Mapa Tectônico da América do Sul, e com a finalidade de obter dados geocronológicos robustos em algumas regiões-chave do Cráton Amazônico, cerca de uma centena de datações U-Pb em zircão foram obtidas por mim no CPGeo-USP, utilizando os métodos SHRIMP e ICP-MS. A maioria das amostras datadas foi obtida graças a parcerias com pessoas envolvidas no conhecimento geológico do Cráton, como foi o caso de técnicos da CPRM. Relaciono a seguir alguns dos resultados mais robustos obtidos nessas datações, as quais permitem interpretações consistentes para alguns dos importantes episódios da história geológica do Cráton Amazônico.

- (1) Na Venezuela, algumas rochas graníticas do tipo TTG, pertencentes ao Complexo Supamo, indicaram idades de *ca.* 2,1 Ga, confirmando a sua formação durante a Orogênese Transamazônica. Em região vizinha, ainda na Venezuela, alguns arenitos do Grupo Roraima apresentaram zircões detríticos com idade mínima próxima de 1900 e fontes principais do Transamazônico, com alguns poucos cristais de idade Arqueana.
- (2) Zircões detríticos de várias rochas metassedimentares de alto grau (até *UHT*) do Cinturão Cauarane-Coeroeni indicaram fontes com idades principalmente Paleoproterozoicas, mas também Arqueanas até 3,3 Ga. O metamorfismo de alto grau foi interpretado com idade próxima de 2000 Ma, e bordas de sobrecrecimento indicaram metamorfismo termal superposto com *ca.* 1980 Ma.
- (3) Na Colômbia, na parte norte da Província Rio Negro – Juruena, foram datados ortognaisses, em boa parte juvenis, formados em arcos magmáticos acrecionários durante um grande intervalo de tempo, entre 1800 e 1550 Ma.
- (4) No extremo NW de Rondônia foram obtidas idades metamórficas de 1350 Ma em metagranitoides de médio e alto grau, correspondentes à Província Rondoniana-San Ignacio, e na mesma região são observados inúmeros granitos do tipo anorogênico de idade Mesoproterozóica. Idades similares também foram obtidas mais para o sul, na Bolívia, em região que se considera pertencente ao Cinturão Sunsás.

Esses novos dados geocronológicos reforçaram algumas das ideias que já apresentei em trabalhos anteriores, mas possibilitam também repensar a evolução tectônica do Cráton Amazônico. Em função do filtro pessoal que tenho, com uma visão na escala maior do planeta, desejo apresentar dois modelos mentais, até certo ponto especulativos, para motivar discussões e busca de novas evidências. Essas duas alternativas, que poderiam ser testadas de formas diversas, são indicadas a seguir.

A primeira delas se relaciona com a origem do cinturão colisional Caurane-Coeroeni. A meu ver, ele deve ter sido formado pela convergência de duas placas continentais coerentes. A placa ao norte estaria bem representada pelas rochas riacianas que ocorrem ao longo da costa da América do Sul. Ao sul, uma grande massa continental poderia incluir o Domínio Carajás e também grande parte da região da Província Amazônia Central que constitui o substrato da grande LIP Uatumã, em que há várias evidências de embasamento Arqueano comprovadas pelas heranças de algumas rochas regionais e por algumas evidências isotópicas de Sr, Nd e Hf.

A segunda alternativa seria a situação espacial e temporal das províncias Rondoniana-San Ignacio e Sunsás. Em artigos anteriores (e.i. Cordani *et al.* 2010), apresentei a possibilidade desses cinturões orogênicos circundarem a porção ocidental do Cráton Amazônico, pertencendo ao embasamento das bacias de ante-país ao lado dos Andes do Norte. A evolução tectônica destes orógenos foi indicada por Sadowski & Bettencourt (1996) como o elemento principal da correlação dos paleocontinentes Amazonia e Laurentia que se amalgamaram no Mesoproterozoico para formar o supercontinente Rodinia. Santos *et al.* (2008) endossaram e aprimoraram a correlação do que denominaram “Orógeno Sunsás” com o “Orógeno Grenville” da América do Norte. A meu ver, esta interpretação poderia ser utilizada para lançar alguma luz a respeito do inusitado evento termal intra-placa “K’Mudku” que afeta grande parte do Cráton Amazônico.

REFERÊNCIAS

- Almeida F.F.F. 1967. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Boletim da Divisão de Geología e Mineralogia do DNPM, vol. 241, p.1-36.
- Amaral G. 1974. Geologia Pré-Cambriana da Região Amazônica. Tese (Livre-Docência), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 212p.
- Cordani U.G., Ramos V.A., Fraga L.M., Cegarra M., Delgado I., Souza K.G., Gomes F.E.M., Schobbenhaus C. 2016. Explanatory notes of the Tectonic Map of South America, 2nd edition, scale 1:5.000.000. Commission for the Geologic Map of the World (CGMW), 12p.
- Cordani U.G., Sato K., Teixeira W., Tassinari C.C.G., Basei M.A.S. 2000. Crustal evolution of the South American platform. In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz-Filho A., Campos D.A. (eds), Tectonic evolution of South America: 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, Brazil. p.19–40.
- Cordani U.G., Tassinari C.C.G., Teixeira W., Basei M.A.S., Kawashita K. 1979. Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos – Actas del II Congreso Geológico Chileno, Arica, Chile, vol 2, p.137-148.
- Cordani U.G., Teixeira W., Tassinari C.C.G., Coutinho J.M.V., Ruiz A.S. 2010. The Rio Apa Craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and northern Paraguay: geochronological evolution, correlations and tectonic implications for Rodinia and Gondwana. *American Journal of Science*, **310**:981-1029.
- Hurley P.M., Almeida F.F.M., Melcher G.C., Cordani U.G., Rand J.R., Kawashita K., Vadoros P., Pinson W.H., Fairbairn H.W. 1967. Test of continental drift by means of radiometric ages. *Science*, **157** (3788):495-500.
- Sadowski G.R., Bettencourt J.S. 1996. Mesoproterozoic tectonic correlations between eastern Laurentia and the western border of Amazon Craton. *Precambrian Research*, **76**:213-227.
- Santos J.O.S., Rizzotto G.J., Potter P.E., McNaughton N.J., Matos R.S., Hartmann L.A., Chemale Jr F., Quadros M.E.S. 2008. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon craton based on mapping and U-Pb geochronology. *Precambrian Research*, **165**:120-162.