

O GRUPO ANDRELÂNDIA NO SISTEMA DE *NAPPES* ANDRELÂNDIA ORIENTAL

Campos Neto, M.C.; Basei, M.A.S.; Janasi, V.A.; Siga Jr., O.; Cordani, U.G.

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil. camposnt@usp.br, baseimas@usp.br, vajanasi@usp.br, osigajr@usp.br, ucordani@usp.br

ABSTRACT

Four lithostratigraphic units constitute the Andrelândia Group in the Eastern Andrelândia Nappe System, southern border of the São Francisco craton. The lower psammitic-pelitic sequences (Pacote-Moreiras Schist-Quartzite, Rio Capivari Schist) correspond to a transgressive depositional system with maximum depositional age of 670 Ma, as revealed by U-Pb_{SHRIMP} dating of a retroeclogitic metabasalt of MORB-type affinity. The upper two units (Santo Antonio Schist and Serra do Turvo Schist) correspond to a younger regressive system deposited in a flysch basin at ~630-610 Ma. The chemical and Sr-Nd isotope signature of the Santo Antonio Schist is indicative of weakly weathered young volcanic arc sources, with minor, if any, contribution from the São Francisco continent.

Palavras-chave: Andrelândia, estratigrafia, subducção-colisão, *nappes*, metamorfismo

INTRODUÇÃO

A extensão meridional do Sistema Orogênico Tocantins, na borda sul do Cráton do São Francisco, é caracterizada por um sistema de *nappes*, oriundo da colisão neoproterozóica entre a placa Sanfranciscana (margem passiva) e a placa Paranapanema (margem ativa). Os diferentes ambientes tectônicos desta pilha alóctone (Fig. 1) organizam-se, dos domínios internos (S.SW) aos externos (N.NE), nas estruturas: 1-espessa lasca (~15km) de crosta continental profunda representada por unidades granulito-granito-migmatíticas oriundas da raiz de arco magmático (*Nappe* Socorro-Guaxupé, 670-625 Ma); 2-domínio continental subductado representado pelas *nappes* granulíticas e metapelíticas do sistema de *nappes* Andrelândia (SNA); 3-domínio de provável margem continental passiva constituído pelo sistema de *nappes* Carrancas e *Nappe* Lima Duarte (Campos Neto, 2000; Campos Neto *et al.*, 2004).

As *nappes* são estruturas dúcteis sin-metamórficas, com colocação rúptil pós-metamórfica, onde o deslocamento agregado mínimo foi de 300 km. A cinemática sin-metamórfica define uma trajetória contínua e em arco anti-horário, com o topo transportado para E-NE no domínio interno, à N-NW no externo. Apesar de um padrão metamórfico geral invertido, esse sistema caracteriza-se por alóctones com distintos campos de gradientes metamórficos, delimitados nos contatos rúpteis de empurrão ou nas rampas

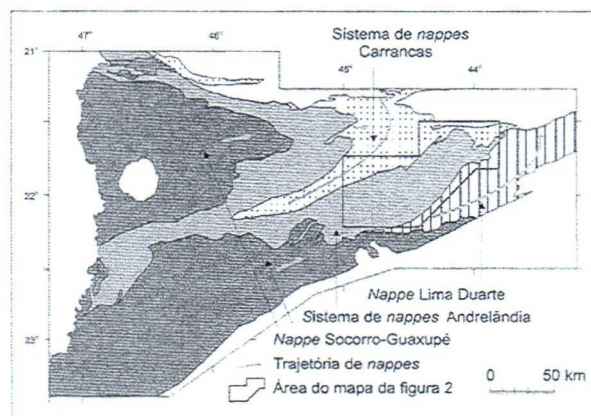


Figura 1. Mapa do Sistema Orogênico Tocantins Meridional.

laterais, o que resulta em segmentos alóctones de distintas paleogeografias e de distintos ambientes tectônicos sin-colisionais.

A origem e constituição do sistema de *nappes* Andrelândia, setor oriental, são os objetivos deste trabalho.

TRAJETÓRIA CRUSTAL E IDADE DO METAMORFISMO

São três os alóctones maiores que conformam o setor oriental do sistema de *nappes* Andrelândia (Fig.2): a *Nappe* Pouso Alto, superior (e *klippen* Aiuruoca, Carvalhos e Serra da Natureza), a *Nappe* Liberdade e a *Nappe* Andrelândia, inferior (Campos Neto, 2000; Trouw *et al.*, 2000). A *Nappe* Pouso

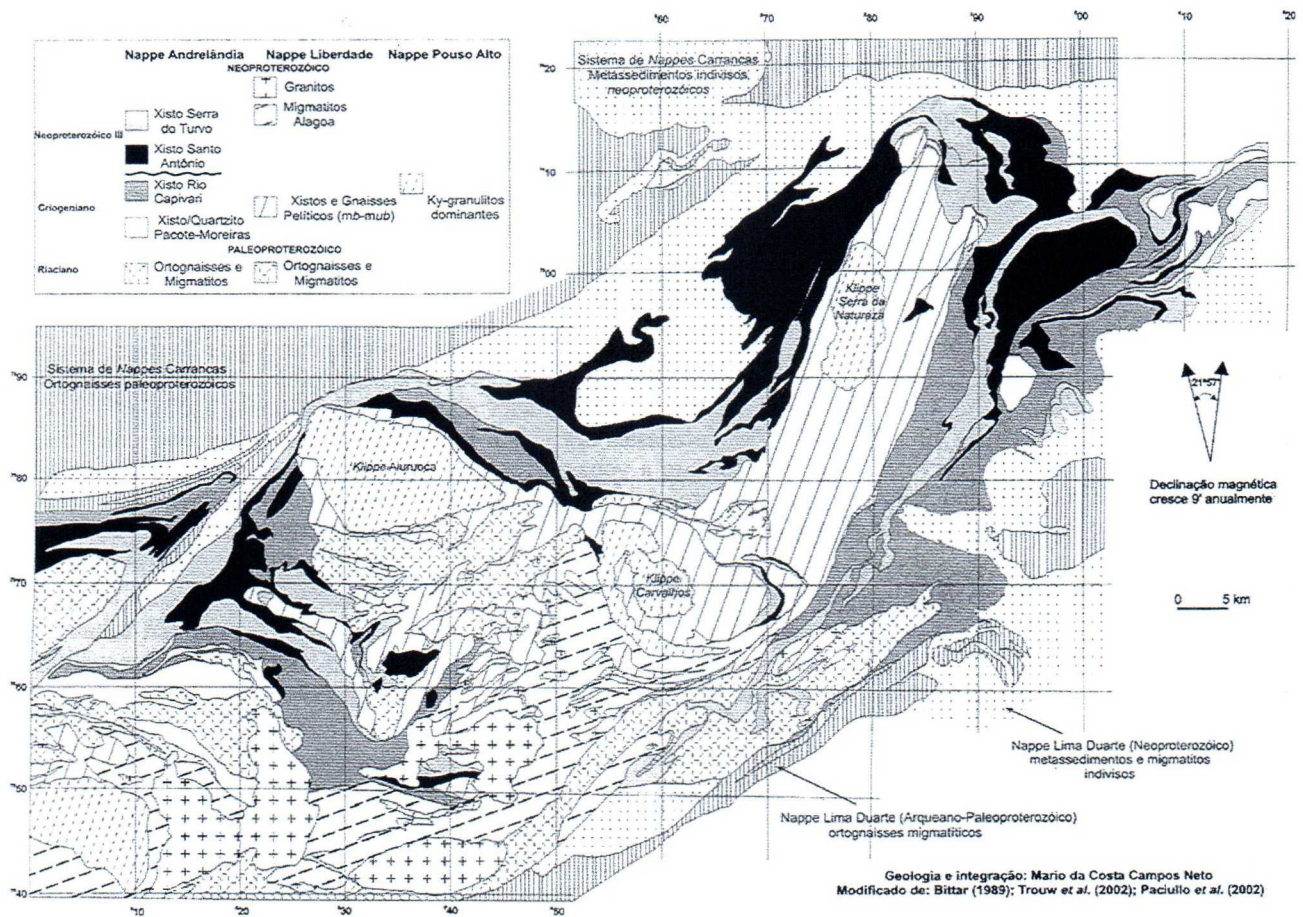


Figura 2. Mapa Geológico Simplificado do Sistema de Nappe Andreia Oriental.

Alto, mais interna, expõe rochas metapelíticas fácies granulito de alta-pressão ($PT \sim 830 \pm 35^\circ\text{C}$, 15 ± 0.7 kbar), associadas a leuco-granito gnaisses. São rutilo-cianita-granada-mesopertita gnaisses cinza claros, com sillimanita dominando no topo da estrutura, que intercalam granada-aluminossilicato quartzitos, gnaisses calciossilicáticos e enstatita-dipsídio-granada-hornblenda gnaisses. A *Nappe* Liberdade constitui-se de uma sequência predominantemente metapelítica, fácies anfibolito de alta-pressão ($660 \pm 23^\circ\text{C}$, 9.5 ± 1.2 kbar), com restos de metabásicas retroeclogíticas (Omp-Grt-Qtz, $PT \sim 680^\circ\text{C}$, 18 kbar), associadas a metaultramáficas. Ortognaisses migmatíticos constituem a infraestrutura paleoproterozóica (2,08-2,15Ga) desta *nappe* e predominam na sua retaguarda, em domínio de intensa anatexia neoproterozóica (Migmatitos Alagoa) e de intrusões de turmalina leucogranitos a duas micas (\pm granada). Sequências metapsamíticas,

entre metapelitos e metagrauvacas, constituem a *Nappe* Andreia, com pico metamórfico sob condições fácies anfibolito de alta-pressão (Santos *et al.*, 2004; $660^\circ\text{C}/10.8$ kbar na retaguarda, e $575^\circ\text{C}/11$ kbar no *front* da estrutura).

A idade de colocação desta pilha de *nappes*, registrada pela recristalização metamórfica estática da foliação- S_2 sob fácies anfibolito de média-pressão, foi diacrônica e de crescimento frontal. Para a *nappe* granulítica a 612-615Ma, para os micaxistos e retro-eclogito da *Nappe* Liberdade a 600-610 Ma, enquanto que para granada-biotita xisto da *Nappe* Andreia a 591 ± 12 Ma (dados Sm-Nd_{Grt-RT}, U-Th-Pb_{Mnz}, U-Pb_{Mnz}, U-Pb_{Zr-SHRIMP}; Trouw & Pankhurst, 1993; Vlach *et al.*, 1997; Janasi, 1999; Campos Neto *et al.*, 2004). Idades Ar-Ar_{Bi} são também diacrônicas: respectivamente 555 ± 1.5 Ma, 540-545Ma e 490-510Ma.

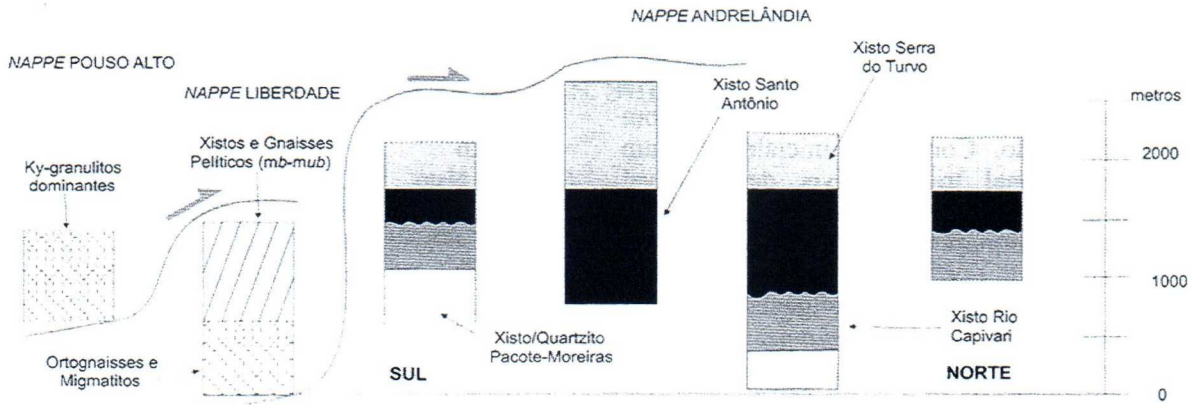


Figura 3. Litoestratigrafia do Grupo Andrelândia e unidades correlatas.

PILHA METASSEDIMENTAR E IDADE DA DEPOSIÇÃO

Associações metassedimentares, regionalmente coerentes, mas distintas nas diferentes *nappes* deste sistema, configuram, aparentemente, diferentes zonas paleogeográficas de um sistema deposicional.

Na *Nappe* Andrelândia, quatro unidades litoestratigráficas foram mapeadas e empilhadas em uma coluna com espessura aparente (ao longo da foliação metamórfica- S_2) de até 2600m (Fig.3).

A unidade basal é o Xisto-Quartzito Pacote-Moreiras (~ 450m) com base desconhecida. Consiste de uma alternância entre Grt-Ms-Qtz xisto e Mag-Ms quartzito (100-250m) sobre Ky-Grt-Ms-Bt-Qtz xisto com lentes de ortoquartzito. Os níveis psamíticos dominam a norte. O Xisto Rio Capivari (~400m), é a unidade metapelítica (Rt-Pl-Als-Grt-Ms-Bt xisto, com níveis mais ou menos quartzosos) que contém esparsas intercalações de lentes métricas de quartzito. O Xisto Santo Antonio (Trouw *et al.*, 1983) é um pacote de Rt-Grt-Bt-Pl-Qtz xisto, com Als, cor cinza e estrutura homogênea, espesso entre 300 e 1000m. Possui intercalações de quartzito no topo e de raros gnaisses calciossilicáticos e Hbl-Bt gnaisses bandados. São rochas de afinidades químicas com *wackes* imaturos, oriundos de uma área-fonte jovem (Sm-Nd_{TDM} 1,2-1,6 Ga) e submetidos a fraco intemperismo químico quando da deposição. A unidade superior, Xisto Serra do Turvo, atinge espessuras aparentes de 900m (topo desconhecido) e constitui-se de mica-quartzo xistos com rutilo, aluminossilicato e granada, espessos leitos locais (a norte) de Ms quartzito a Ms-Qtz xisto e com frequentes intercalações lenticulares de quartzitos (até 100 m).

Os metassedimentos da *Nappe* Liberdade são predominantemente pelíticos (Rt-Pl-Als-Grt-Ms-Bt

Xisto, mais ou menos rico em quartzo), onde são frequentes intercalações de: gnaisses calciossilicáticos (Tt-Ep-Grt-Cpx-Hbl-Pl gnaisses) alternados com Tit-Pl-Bt gnaisses, metabásicas e mármore impuros submétricos; Grt-Cpx-Qtz anfibolitos retroeclogíticos (espessos na dezena de metros), com quimismo de uma série basalto-toleítica tipo-MORB; rochas metaultramáficas; grafita xistos; quartzitos e Ms-quartzitos, além de níveis restritos de gonditos e de seqüência ferrífera (granada-grunerita fels). Lentes de Grt-Bt xisto (tipo-Santo Antônio) ocorrem localmente com espessuras de poucos metros.

Os metassedimentos da *Nappe* Pouso Alto e *klippen* relacionadas, correspondem, quimicamente, aos pelitos e *wackes* das *nappes* subjacentes.

Análise U-Pb_{SHRIMP} em cristais detriticos de zircão do Xisto Santo Antônio evidencia populações entre 950 e 630 Ma, com concentração a 700 Ma, similar ao resultado U-Pb_{Zr(convencional)} de 675 Ma. São análises realizadas em xisto com Sm-Nd_{TDM} de 1,2 Ga e sob condições PT de 690°C/11,8 kbar. Metabásica retro-eclogítica da *Nappe* Liberdade exibe um resultado U-Pb_{SHRIMP} concordante e bimodal: 670 Ma e 500 Ma (o valor mais jovem provavelmente resulta de ação hidrotermal).

As rochas tipo-*wackes* (Xisto Santo Antonio) possuem áreas fontes identificadas com arcos magmáticos no Toniano (quebra continental?) e no Criogeniano/Neoproterozóico III (margem ativa da placa Paranapanema). Representam depósitos orogênicos tipo-*flysch*, sin-colisionais, com idade de sedimentação entre 630 e 610 Ma. A pilha pelítica da *Nappe* Liberdade, provável equivalente das unidades basais da *Nappe* Andrelândia, contém metabasaltos (670 Ma) provavelmente contemporâneos à sedimentação.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O sistema de *nappes* Andrelândia estudado permite uma redefinição do Grupo Andrelândia em uma sequência de 4 unidades litoestratigráficas com *status* de formação. Configura, inicialmente, um sistema deposicional transgressivo, de provável idade Fim-Criogeniana, representado pelo Xisto-Quartzito Pacote-Moreiras, pelo Xisto Rio Capivari (*Nappe* Andrelândia) e pelos pelitos (com as sequências ferríferas e manganésíferas e magmatismo e ultrabásico) da *Nappe* Liberdade. Estes últimos representariam sequências distais em relação à margem Sanfranciscana e foram carreados a profundidades mantélicas (~ 65 km) por subducção continental. Os *wackes* e pelitos da *Nappe* Pouso Alto deveriam, nestes estágios profundos de interação entre as placas Sanfranciscana e Paranapanema, estar sob a placa quente da margem ativa, atingindo as condições de fácies granulito de alta-pressão.

A passagem dos metapelitos (criogenianos?) aos *wackes* mais jovens, representa o registro de uma drástica mudança às condições de sedimentação tectonicamente controlada pela acreção e avanço da borda da placa Paranapanema (orógeno interno) sobre a placa Sanfranciscana em subducção. Além destas mudanças de área-fonte e de condições de sedimentação, o Xisto Santo Antonio registra também um hiato temporal com a unidade basal. Sugere que a instalação da bacia *flysch* do Neoproterozóico III foi discordante sobre o antigo trato transgressivo e, com o avanço da colisão, tenha sido preenchida em um sistema deposicional regressivo (Xisto Santo Antonio e Xisto Serra do Turvo). A rápida expulsão das *nappes* internas da zona de subducção, atestada pelas trajetórias metamórficas de descompressão isotérmica, foi acompanhada pelo avanço da *nappe* frontal, permitindo que a estabilização diacrônica (de 615 a 590 Ma) do cisalhamento dúctil tenha se dado a profundidades de cerca de 30 km na crosta, já sob uma típica geoterma continental (~635°C-7,5 kbar).

As idades Ar-Ar_{Bt} são compatíveis com o metamorfismo xisto verde baixo das unidades terrígenas, rudáceas e psamítico-imaturas (ca. 570 Ma, Teixeira, 2000) da bacia sucessora, instalada no interior do orógeno (Fms. Eleutério, Pouso Alegre e Pico do Itapeva). São unidades que resultam do retrabalhamento de rochas profundas, já exumadas, das diferentes *nappes*. Essas idades Ar-Ar não registram, portanto, o resfriamento do orógeno e sim a migração (de 555 a 500 Ma), em direção ao Cráton do São Francisco, de uma orogênese superimposta (a colisão da Faixa Ribeira do sistema orogênico Mantiqueira).

REFERÊNCIAS

- Bittar, S.M.B. 1989. Mapeamento geológico-estrutural da Folha Caxambu e parte sul da Folha Luminárias. Dissertação (inédita), IGEO-UFRJ. Rio de Janeiro, pp. 226.
- Campos Neto, M.C. 2000. Orogenic Systems from Southwestern Gondwana, an approach to Brasiliano-Pan African Cycle and Orogenic Collage in Southeastern Brazil. *Tectonic Evolution in South America*, 335-365.
- Campos Neto, M.C., Basei, M.A., Vlach, S.R.F., Caby, R., Szabó, A.J., Vasconcelos, P. 2004. Migração de orógenos e superposição de orogêneses: um esboço da colagem brasileira no sul do Cráton do São Francisco, SE-Brasil, *Geologia USP, Série Científica*, 4:13-40.
- Janasi, V.A. 1999. Petrogênese de granitos crustais na *Nappe* de Empurrão Socorro Guaxupé (SP-MG): uma contribuição da geoquímica elemental e isotópica. Tese de Livre Docência (inédita), IGcUSP, 1-304.
- Paciullo, F.V.P., Trouw, R.A.J., Ribeiro, A., Simões, L.A., Lopes, M. 2002. Mapa Geológico Folha Andrelândia, 1:100.000. Projeto Sul de Minas, Etapa 1. COMIG, UFRJ, UFMG.
- Santos, L.P., Campos Neto, M.C., Carvalho, C.H.G. (2004). Metamorphic path constrained by metapelitic rocks from the inner Aiuruoca-Andrelândia *Nappe*, Southern of the São Francisco craton, SE Brazil. *Jou. of South American Earth Sciences*, 16: 725-741.
- Teixeira, A.L. 2000. Análise das bacias da transição Proterozóico-Fanerozóico do Estado de São Paulo e adjacências. Tese de Doutorado, IGC-USP (inédita): 158pp.
- Trouw, R.A.J., Ribeiro, A., Paciullo, F.V.P. 1983. Geologia estrutural dos Grupos São João del Rei, Carrancas e Andrelândia, Sul de Minas Gerais. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 55(1):71-85.
- Trouw, R.A.J. & Pankhurst, R.J. 1993. Idades radiométricas ao sul do Cráton do São Francisco: Região da folha Barbacena, Minas Gerais. In: II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, Salvador, BA. 1993, *Anais...*, 260-262.
- Trouw, R.A.J., Heilbron, M., Ribeiro, A., Paciullo, F., Valeriano, C.M., Almeida, J.C.H., Tupinambá, M., Andreis, R.R. 2000. The central segment of Ribeira Belt. *Tectonic Evolution of South America*, Rio de Janeiro, 2000: 287-310.
- Trouw, R.A.J., Paciullo, F.V.P., Ribeiro, A., Bittar, S., Almeida, J.C.H. 2002. Mapa Geológico, Folha Caxambu, 1:100.000. Projeto Sul de Minas, Etapa 1. COMIG, UFRJ, UFMG.
- Vlach, S.R.F., Campos Neto, M.C., Negri, F.A. 1999. Datação de eventos metamórficos em monazita com microsonda eletrônica: exemplos de rochas supracrustais do sudeste brasileiro. In: Simpósio de Geologia do Sudeste 6, SBG-UNESP, Boletim de Resumos: p14.