

Mapa tectono-estratigráfico da região centro-sul do Estado de Rondônia baseado em dados integrados de sensores remotos e gamaespectrométricos

Paulo Veneziani ¹
Athos Ribeiro dos Santos ¹
Jorge Silva Bettencourt ²
Rosana Okida ³

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{paulo, athos}@ltid.inpe.br

² Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo
Rua do Lago, 562 – Cidade Universitária – 05508-080 – São Paulo - SP, Brasil
jsbetten@usp.br

³ GEOAMBIENTE – Sensoriamento Remoto S/C Ltda.
Av. Anchieta 117 – 12242-280 – São José dos Campos – SP, Brasil
rosana@geoambiente.com.br

Abstract. Significant advances in understanding the tectonic stratigraphic evolution of the central – southern region in the Rondônia State were acquired by using the following: 1- spaceborne optical (Landsat TM) imagery; 2- aerial side looking radar (GEMS) imagery; 3- digital integrated products Landsat TM/aerial gammaespectrometry and; 4- field work along previous selected profiles. This region is part of an Intraplate Strike Slip Belt with Paleo/Neoproterozoic ages, characterised by three ductile and brittle transpression phases, locally transtensive, and extensive reactivations with pulses at the end of the Proterozoic and beginning of the Paleozoic, at the Mesozoic and the Tertiary. The area is well known due to its mineral potential specially Sn ore. From the tectonic – stratigraphic viewpoint the region is problematic due to several drawbacks such as physiographic complexity, high contrast between tropical rainforest and intensive land use and large areas without outcrop. The objectives of this work were: 1- to show methodological criteria to obtain geological information by using remote sensing imageries and integrated products Landsat TM/aerial gammaespectrometry and; 2- to show the Tectonic -Stratigraphic Map of the studied area.

Palavras chave: Tectonic-stratigraphic map, Rondônia; optical, SAR and gamma TC data; digital fusion; mapa tectono-estratigráfico; Rondônia; dados ópticos, de radar e gama CT; fusão digital.

1. Introdução

Em regiões como a porção centro-sul do estado de Rondônia, onde localiza-se à Província Estanífera de Rondônia (PER) e uma série de outros prováveis depósitos minerais de Cu, Au e diamantes, é necessária a aquisição de dados geológicos, tectono-estratigráficos, para se conseguir os conhecimentos básicos regionais dos controles das mineralizações. No entanto, as dificuldades de mapeamento são significativas e devidas essencialmente aos seguintes fatores: grandes áreas com o relevo fortemente arrasado e poucos afloramentos; contraste entre regiões com uso de solo ostensivo e com a floresta amazônica intacta; estações chuvosas que praticamente inviabilizam o acesso a determinadas localidades e finalmente, a atividade garimpeira nas áreas de ocorrência de cassiterita que destruíram as feições geológicas e estruturais, que continham importantes informações à respeito dos controles das mineralizações. Projetos envolvendo pesquisadores dos institutos de geociências da USP e UNESP/Rio Claro e do INPE (responsável pelo sensoriamento remoto), vêm sendo desenvolvidos. Neste trabalho

apresenta-se um dos resultados, o Mapa Tectono-Estratigráfico da Região Centro-Sul do Estado de Rondônia (**Figura 1**) elaborado a partir da interpretação de dados de sensores remotos (TM-Landsat e GEMS-Radambrasil), integrados parcialmente com dados gamaespectrométricos e de cerca de 331 pontos de campo.

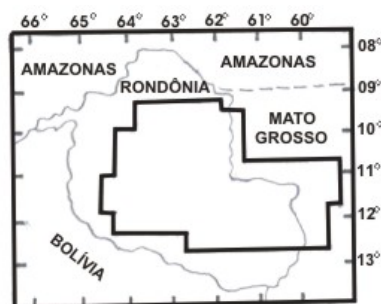


Figura 1. Localização da área de estudo

2. Base de dados

Foram utilizados os seguintes dados:

- 1 – Imagens TM Landsat-5: dados digitais para integração com geofísica e em cópias em papel na escala de 1: 250.000;
- 2 – Mosaicos de imagens GEMS do RADAMBRASIL na escala de 1: 250.000;
- 3 – Dados aerogamaespectrométricos (CT, K, U e Th) pertencentes aos projetos Pacaás Novos de 1978, Serra dos Parecis de 1979 e Rio Madeira de 1974, da CPRM. Os dados possuem intervalo de amostragem de 1 s, altura de vôo de 150 m, direção de linha de vôo N-S e espaçamento entre as linhas de vôo de 2 km.

3. Critérios Metodológicos

3.1 Processamento dos dados aerogamaespectrométricos

Os dados aerogamaespectrométricos foram “mosaicados” e “gridados” a partir do algoritmo de mínima curvatura (RANGRID), que permite a interpolação dos dados ajustando uma superfície 2D, de tal forma que, a curvatura da superfície seja minimizada (GEOSOFT 1996). Assim, foram efetuadas interpolações que geraram malhas regulares, cujas dimensões das células equivalem à 1/4 do espaçamento médio, nominal, entre as linhas de vôo, isto é, 500 metros. Essa dimensão implica na perda de algumas informações obtidas paralelamente às linhas de vôo, ou seja, todos os comprimentos de onda menores que o dobro da dimensão da célula. Por outro lado, na direção normal às linhas de vôo haverá uma subamostragem.

Posteriormente, os dados foram submetidos ao filtro DCOS (*Directional Cosine*) com grau de 0.5, que tem a finalidade de eliminar os *trends* paralelos às linhas de vôo (N-S), e ao filtro Hanning com 1 ciclo, que elimina as altas frequências, suavizando os valores da malha.

As malhas foram reamostradas para um tamanho comum de pixel (30 m), no ambiente PCI, utilizando interpolador cúbico, a fim de serem integradas com o mosaico das imagens TM Landsat.

O tamanho comum de pixel foi determinado após verificar os erros médios quadráticos (RMSs) das imagens Landsat corrigidas geometricamente. Na reamostragem dos dados para um valor comum de pixel, levou-se em consideração que, para quaisquer tamanhos de pixel comum,

não há mudança significativa na distribuição e na forma das anomalias, como mencionado por Santos (1999) e Okida (2001). As malhas reamostradas para 30 metros foram escalonadas de 32 *bits* para 8 *bits*, georreferenciadas e transformadas para pseudo-cor, para posterior integração com o mosaico das imagens Landsat.

3.2 Correção geométrica, retificação radiométrica e geração do mosaico das imagens Landsat

As imagens Landsat foram corrigidas geometricamente utilizando polinômio de 1^o grau e interpolador vizinho mais próximo. Para tal, foram utilizadas as cartas topográficas como referência, bem como as imagens adjacentes já corrigidas geometricamente. Os erros quadráticos médios foram em torno de 30 m.

Foi utilizado o sistema de projeção UTM, em zona 20, row L e datum SAD-69 (D165), com 30 m. Após a correção geométrica, fez-se a retificação radiométrica de todas as imagens. Esse processo foi necessário para a geração do mosaico das imagens Landsat.

3.3 Integração dos Produtos Orbitais e Dados Aerogeofísicos

A metodologia para a geração dos produtos integrados é baseada nos trabalhos realizados por Paradella (1995), Paradella et al. (1997), Harris et al. (1994), Rencz et al. (1994), Santos (1999), e Okida (2001), que usaram a transformação IHS (*Intensity, Hue, Saturation*). No sistema IHS as cores podem ser descritas por três grandezas quantitativamente específicas e independentes sob o ponto de vista da percepção visual:

- a) Intensidade (I): corresponde à energia total ou brilho associado à cor. É a grandeza que apresenta maior percepção de resolução espacial pelo olho humano, seguida pela matiz e pela saturação, respectivamente;
- b) Matiz (H): representa a cor dominante;
- c) Saturação (S): é associada com a pureza da cor, ou seja, a porcentagem de luz branca em uma imagem.

A relação entre essas grandezas com o espaço RGB é feita por modelos de transformação, que permitem a manipulação das composições coloridas do espaço RGB, no domínio do espaço IHS. O algoritmo de transformação IHS permite, ao se inserir, por exemplo, três bandas de uma imagem nos respectivos canais R, G e B, determinar os parâmetros de intensidade, matiz e saturação da mesma, realizar diversas manipulações de forma controlada e voltar novamente ao espaço RGB. Assim, foi feita a manipulação dos parâmetros I, H e S das pseudo-cores dos dados aerogamaespectrométricos. Posteriormente, fez-se a transformação inversa, IHS para RGB, substituindo o canal intensidade (I) original pelo produto com maior resolução espacial, preservando o canal matiz (H) e substituindo o canal saturação (S) por um valor de nível de cinza constante (DN), com o intuito de realçar as cores. Tal fato deve-se a componente S não produzir bons resultados quando substituída por qualquer dado, em função da maior dificuldade do olho humano em reconhecer as variações de saturação nas transformações IHS. Além disso, desta forma é possível preservar as características texturais da cena.

Para a integração Landsat e dados aerogamaespectrométricos, o canal I foi substituído pela banda 4 e a matiz pela pseudo-cor dos dados aerogamaespectrométricos. A **Figura 2** exibe a imagem resultante da integração na região onde ocorrem vários maciços dos YGR. A segunda área, para a qual havia disponibilidade dos dados gama, localiza-se aproximadamente entre os paralelos 11°30' S e 12°40' S e os meridianos 59°30' W e 61°45' W.

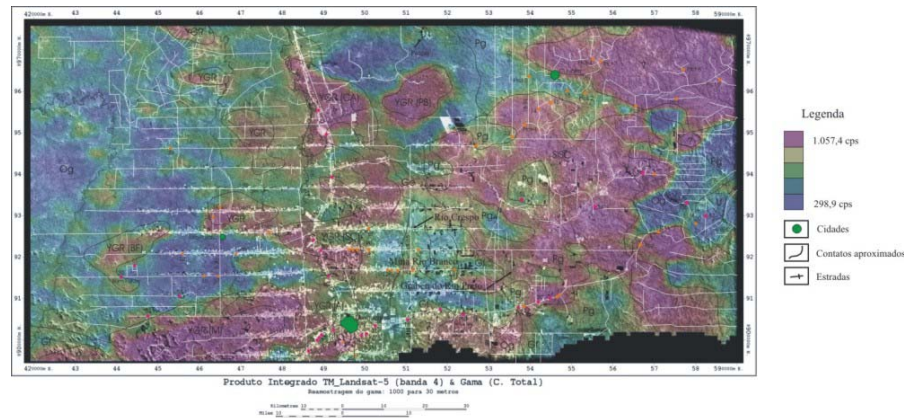


Figura 2. Integração digital TM Landsat (banda 4) e gama CT (Fonte: Okida, 2001).

4. Unidades geológicas

A **tabela 1** mostra de maneira simplificada as unidades geológicas presentes na área de estudo.

IDADE	UNIDADE GEOLÓGICA
CENOZÓICO	COBERTURAS CENOZÓICAS Depósitos Aluvionares de Canais Fluviais e de Planícies de Inundação (QH) Cobertura Sedimentar Indiferenciada (TQ)
MESOZÓICO	BACIA DOS PARECIS Formação Parecis (Kp1, Kp3) Formação Anari (bca4, bca5)
PALEOZÓICO	Formação Fazenda da Casa Branca (Pc.) Formação Pimenta Bueno (PCpb) Formação Cacoal (SDc)
NEOPROTEROZÓICO	BACIA DE RONDÔNIA Formação Palmeiral (MNP3)
	<i>Younger Granites</i> de Rondônia (YGR) +/-1,08 Ga Básicas Nova Floresta (MNnf) +/-1,3 a +/-1,0 Ga FAIXA OROGÊNICA POLICÍCLICA GUAPORÉ Suíte Ígnea Costa Marques (Ncm) +/-1,3 a +/-1,0 Ga Suíte Granítica Rio Pardo (Mrp) +/-1,3 a +/-1,0 Ga
MESOPROTEROZÓICO	Suíte Intrusiva Básico – Ultrabásica Cacoal (Mc) +/-1,3 a +/-1,0 Ga Seqüência Metavulcano-Sedimentar Nova Brasilândia(Mnb)+/-1,4 a +/-1,0Ga Suíte Intrusiva Alto Candeias (Mac) +/-1,4 a +/-1,0 Ga Grupo Beneficente (Mb) +/-1,6 a +/-1,4 Ga Suíte Intrusiva Serra da Providência (Msp) +/-1,6 a +/-1,4 Ga Suíte Vulcânica Roosevelt (Mr) +/-1,6 a +/-1,4 Ga
PALEOPROTEROZÓICO/ MESOPROTEROZÓICO	Complexo Santa Luzia (PMsl) +/-2,3 a +/-1,6 Ga Complexos Jamari e Jaru (PMjj) +/-2,3 a +/-1,6 Ga

Tabela 1. Unidades Geológicas (adaptado de Scandolaro et al., 1999).

Os litotipos destas unidades estão relacionados no mapa tectono-estratigráfico (Fig. 3). Ressalta-se que neste, os complexos Jamari e Jarú foram englobados e encontram-se assinalados como PMjj.

5. Tectônica/estrutural regional

As características tectônicas-estruturais regionais verificadas nas unidades geológicas são condizentes com as dos *Intraplate Strike-Slip Belt* (Woodcock & Schubert, 1994) que consistem no desenvolvimento de estruturas de alto ângulo que ocorrem tanto na listofera continental quanto na oceânica. A deformação nestes cinturões é caracterizada na superfície, por arranjos de zonas de cisalhamento transcorrente anastomosadas, com diversos *bends* e que podem se estender por várias centenas de quilômetros.

Os movimentos tectônicos e conseqüentes gerações de estruturas de natureza dúctil, dúctil - rúptil e rúptil vem sendo estudados há vários anos, pelos autores deste trabalho, no Estado de Rondônia. Para que haja uma melhor compreensão da evolução geotectônica da região estudada apresenta-se a seguir, de forma simplificada, os resultados obtidos até a presente data.

Autores como Scandola (1997), Veneziani et al. (1996, 1998, 2001), Okida et al. (1999) e Santos (1999) haviam reconhecido movimentos ora destrais, ora sinistrais para as direções de cisalhamento orientadas em torno de E-W no Estado de Rondônia. Veneziani et al. (1998), à luz de evidências obtidas através da interpretação de produtos de sensoriamento remoto e dados de campo, sugeriram uma vergência de NNW para SSE seguida por uma de NE para SW. Desta forma, para o primeiro caso, ter-se-ia movimentação dextral para a direção de cisalhamento +/- E-W, sintéticas para as secundárias no quadrante NW e antitéticas no NE, e principal direção distensiva orientada em torno de N-S. Para o segundo caso, movimentação sinistral ao longo de +/- E-W, inversão de movimento nos quadrantes NW e NE, e a principal direção distensiva orientada em torno de N70 – 80E. Esta fase foi sugerida como pós - intrusão da Suíte Intrusiva Serra da Providência, pois deformou os granitos que a compõem.

Posteriormente, novos levantamentos de campo realizados pelos autores deste trabalho, acrescentaram dados mais esclarecedores à respeito dos movimentos tectônicos diferenciados no tempo, que ocorreram ao longo das direções mencionadas. Foi possível identificar três fases de movimentação: (1) a primeira devida ao fluxo de massa rochosa (vergência) de NE-ENE para SW-WSW, ocorrida durante o Mesoproterozóico, correspondente ao estágio compressivo do ciclo orogênico Rio Negro – Juruena (1,80 a 1,70 Ga); (2) a segunda com fluxo de N para S gerou estruturas transpressivas e transtensivas/duplexes divergentes (localizados), que consistiram no controle inicial do alojamento dos maciços graníticos com idades entre 1.606 e 1.532 Ma e; (3) a terceira com fluxo de ENE para WSW, caráter predominantemente rúptil, também gerou duplexes divergentes/bacias romboédricas e foi responsável pelo controle do alojamento dos maciços graníticos com idades de 1,08 a 0,97 Ga.

6. Mapa tectônico-estratigráfico

O mapa (**Figura 3**) exibe a atual configuração geológica regional da área. Foi elaborado na escala original de 1:500.000. O cotejo entre os diferentes produtos de observação foi fundamental nos seguintes aspectos: 1 – geometria de observação – imagens TM-Landsat; 2 – uso do solo – imagens de radar por serem mais antigas e; 3 – delimitação de unidades em áreas com o relevo arrasado – imagens integradas gama-TM.

MAPA TECTONO-ESTRATIGRÁFICO DA REGIÃO CENTRO-SUL DE RONDÔNIA - Cinemática da Terceira Fase de Movimentação

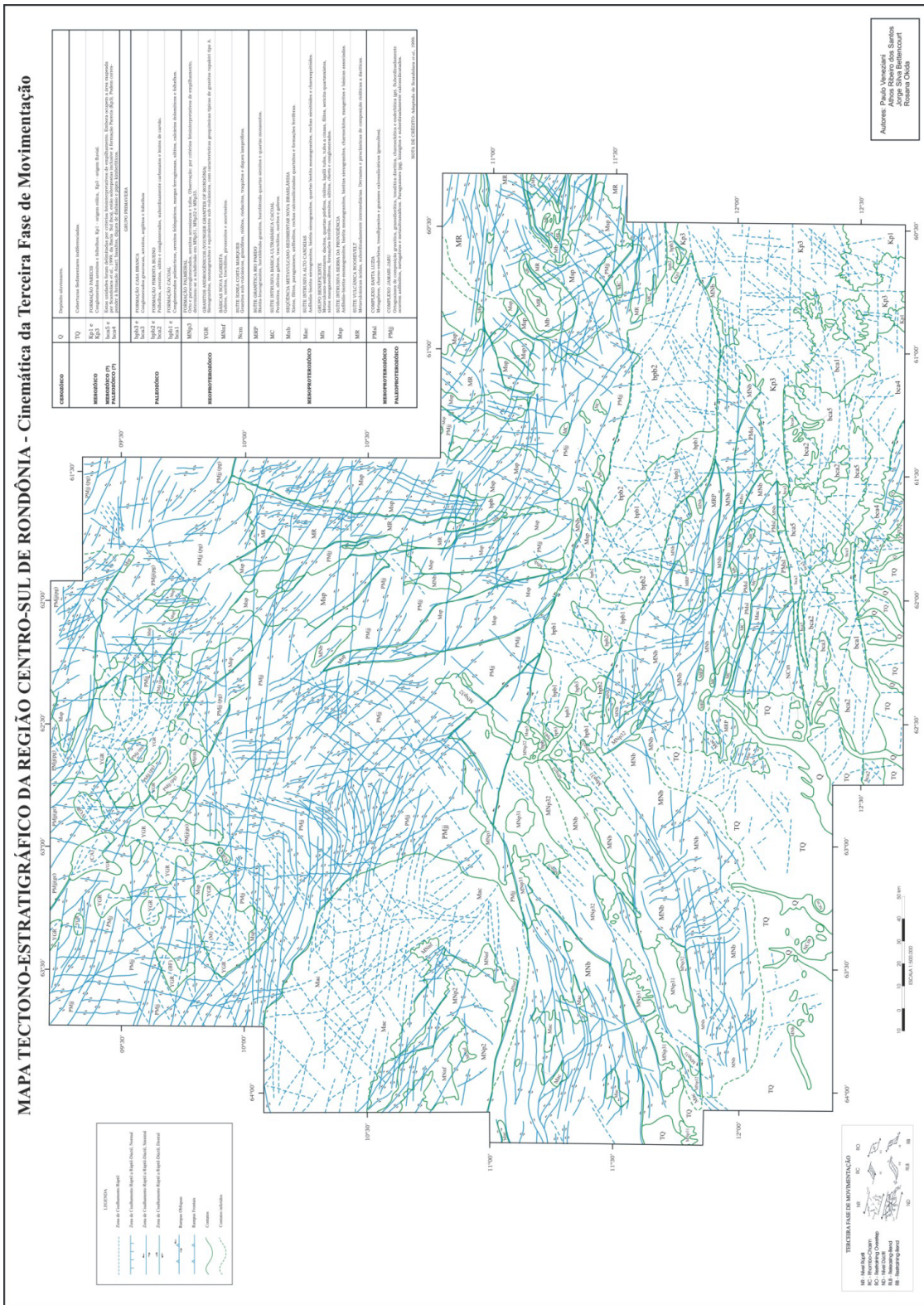


Figura 3. Mapa Tectono-Estratigráfico da região Centro-Sul de Rondônia.

Os movimentos indicados ao longo das zonas de cisalhamento estão relacionados com a terceira fase de movimentação. Esses são devidos a vergência de NE para SW. A natureza das deformações é não-coaxial, progressiva e predominantemente rúptil, embora em alguns locais com representantes de níveis crustais mais profundos, encontram-se estruturas de origem rúptil-dúctil. Três setores com características deformacionais peculiares podem ser destacados:

Setor 1 – estende-se do limite norte da área até as cercanias do paralelo 10°00' S;

Setor 2 – estende-se do paralelo 10°00' S até a diagonal de E para W que une os paralelos 11°30' S e 11°00' S;

Setor 3 – estende-se desta diagonal até os limites a sul da área.

No primeiro setor, a combinação dos movimentos ao longo das direções orientadas em torno de N70W (Y ou D), N60E (T) e secundariamente N-S (X) e NW-SE (R') é a responsável pela formação de estruturas de afastamento (*rhomb-chasms*, *releasing bends*, modelo do rodapé do mapa) que criaram as condições favoráveis para o alojamento dos YGR, principalmente na área que se estende a partir do meridiano 61°00' W para W. Embora tais intrusões apresentem um caráter comprovadamente anorogênico observam-se deformações de caráter rúptil a rúptil-dúctil, principalmente em suas bordas, que atestam e confirmam o caráter transtensivo localizado da fase em questão.

Storti et al. (2003) citam que estudos de campo regionais, em locais de reativação de antigas zonas de cisalhamento rúptil, sugerem que tais zonas de fraqueza podem atingir grandes profundidades. Nesta situação ocorrem modificações texturais e retrometamorfismo nas rochas cisalhadas, sob condições mesocrustais e mantélicas superiores. Estes processos desenvolvem-se particularmente em regiões de grande fluxo de fluidos aquosos ou ricos em CO₂, onde as zonas de cisalhamento verticais a subverticais encontram-se alinhadas paralelamente. Portanto, os cinturões *strike-slip* podem consistir em importantíssimos canais de fluxo de magma e/ou soluções hidrotermais que dão origem aos depósitos minerais, como é o caso da área dos YGR. Das proximidades do meridiano 61°00' W em direção a E a combinação dos movimentos ao longo das direções N70W e N-S foi condicionante da convergência de blocos.

O segundo setor, em sua maior parte é caracterizado pela convergência de blocos dada pela combinação dos movimentos ao longo das direções orientadas em torno de E-W (P), N70W (Y ou D), N20W (X), N40E (R1). No entanto, na porção W, entre os paralelos 10°30' S e 11°00' S e nas proximidades do meridiano 61°30' W em direção a W, a combinação dos movimentos ao longo das direções em torno de E-W (P), N70W (Y ou D) e N60E (T) favoreceu a formação de estruturas tipo *rhomb-chasms* e *releasing bends*, propícias a ocorrência de vulcanismo e embaciamento. Nesta área afloram as rochas Básicas Nova Floresta (Mnf) e a Formação Palmeiral (Mnp2) do Grabben dos Pacaás Novos.

As zonas de cisalhamento rúptil, orientadas segundo N60E (T), estendem-se para NE, cortando a Suíte Alto Candeias e a área do primeiro setor, onde localizam-se os YGR. Toda esta região, que engloba partes dos primeiro e segundo setores, tem características análogas às dos modelos teórico-empíricos de bacias de afastamento.

A ocorrência da Formação Palmeiral (Mnp3) entre os meridianos 61°00' W e 61°30' W e corpos isolados da Suíte Básica-Ultrabásica de Cacoal corroboram o caráter transtensivo localizado desta fase. Porém, é no terceiro setor que a transtensão se manifesta de maneira mais notória e observa-se que a persistência dos movimentos ultrapassa os limites do Neoproterozóico invadindo o Paleozóico. Nele se incluem as Suítes Intrusivas Costa Marques, Rio Pardo e as bacias do Grabben de Uopiones (Proterozóica) e Pimenta Bueno/Cacoal (Paleozóicas).

Destacam-se inicialmente, como feições de maior amplitude, de E para W as bacias de Pimenta Bueno/Cacoal (N e S – Bpb e Bca) e o Grabben de Uopiones. As primeiras, controladas por zonas de cisalhamento rúptil orientadas em torno de E-W (P), N70W (Y ou D), N70E (R), apresentam-se intensamente fraturadas na transversal orientada em torno de N60E (T). Tal arranjo é característico de bacias *pull-apart* (afastamento, *rhombo-chasms*). Dados obtidos em nível de afloramentos indicam movimentação sinistral para as direções orientadas em torno de E-W e um componente vertical bastante acentuado. Secundariamente, zonas de cisalhamento rúptil orientadas em torno de N-S (X e R') exercem controles menos acentuados do ponto de vista regional (Fig. 3). Tais fatos indicam uma fase de transição do Neoproterozóico para o Paleozóico com mudança de regime transtensivo para tracional (gravidade).

Para W, estende-se o Grabben do Uopiones (Formação Palmeiral), com idade Neoproterozóica (Scandolara et al., 1999). Esta feição geológica é controlada nitidamente por zonas de cisalhamento rúptil-dúctil orientadas em torno de N70E (R), E-W (P) e N60E (T). A configuração geométrica é compatível com a de estruturas *releasing bends* (**Figura 3**).

Com relação aos granitos das Suítes Intrusivas Rio Pardo e Costa Marques que ocorrem no terceiro setor, ainda faltam dados específicos para se formular hipóteses sobre seus alojamentos, especialmente para os últimos. Quanto ao Rio Pardo, dados de campo mostram evidências sintectônicas. As deformações verificadas apontam para uma natureza rúptil-dúctil.

As demais unidades (Complexo Santa Luzia – PMsl, Suíte Alto Candeias – Mac e Seqüência Nova Brasilândia – Mnb) exibem deformação rúptil a rúptil-dúctil, gerada durante a terceira fase de movimentação e superposta às fases anteriores. Outro fato de destaque verificado neste setor é a ocorrência de unidades Mesozóicas e Terciárias. Ao observar-se o mapa tectono-estratigráfico (Fig. 3) verifica-se a ocorrência de sistemas de fraturas (falhas de gravidade) orientadas segundo as direções das antigas linhas de fraquezas crustais. Como os regimes tectônicos destes períodos são distensivos, atestados pela ocorrência do embaciamento, deposição e vulcanismo (Mesozóico), fica evidente, que do ponto de vista regional, tais sistemas de fraturas representam reativações na vertical, das antigas zonas de cisalhamento Pré-Cambrianas.

7. Conclusões

- 1 – Os produtos de sensores remotos e aqueles resultantes da integração com dados aerogamaespectrométricos são imprescindíveis para a elaboração de mapas geológicos e sínteses tectono-estratigráficas regionais.
- 2 – A utilização de imagens de sensores ópticos e de radares evita que informações estruturais sejam perdidas em função da geometria de observação. Além disso, no caso específico deste trabalho, ameniza sobremaneira os efeitos causados pelo desmatamento/uso do solo, pois as imagens do GEMS são de épocas em que estes últimos não eram tão acentuados.
- 3 – A visão sinóptica permite a comparação com modelos de deformações crustais regionais, o que impede a particularização setorial que pode prejudicar o entendimento dos processos evolutivos.
- 4 – O enquadramento dos resultados obtidos é fundamental para o entendimento dos controles tectono-estruturais de fenômenos como o embaciamento, vulcanismo, metamorfismo, intrusivos e deformacionais.

Referências

Harris, J., Bowie, C.; Rencz, A.N.; Graham, D. Computer enhancement technique for the integration of remotely sensed, geophysical and thematic data for the geosciences. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 20, n. 3, p. 210-221, 1994.

Okida, R.; Veneziani, P.; Bettencourt, J.S. Controle tectônico - estrutural dos maciços Santa Clara, Oriente Novo, Jararaca e União (RO) utilizando dados de sensoriamento remoto e aerogamaespectrométricos. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, 1999, Manaus. **Anais...** Manaus: SBG, 1999, p. 494-497.

Okida, R. **Aplicação do sensoriamento remoto e aerogamaespectrometria ao estudo do controle estrutural dos granitos estaníferos de Rondônia**. 2001. 127p. Tese de Doutorado. IG-USP, São Paulo. 2001.

Paradella, W.R. Assessment of the digital integration of airborne SAR with Landsat TM and gamma ray airborne data for geological mapping in the Carajás Mineral Province, Brazil. **Technical Report**. CCRS: Ottawa, Ontario, Canada, 1995, 41p.

Paradella, W.R.; Bignelli, P.A.; Veneziani, P.; Pietsch, R.W.; Toutin, T. Airborne and spaceborne Synthetic Aperture Radar (SAR) integration with Landsat TM and gamma-ray spectrometry for geological mapping in a tropical rainforest environment, the Carajás Mineral Province, Brazil. **International Journal Remote Sensing**, v. 18, n. 7, p. 1483-1501, 1997.

Rencz, A.N.; Harris, J.R.; Waton, G.P.; Murphy, B. Data integration for mineral exploration in the Antigonish Highlands, Nova Scotia: applications of GIS and RS. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 20, n. 3, p. 257-267, 1994.

Santos, S.L.C. **Integração digital de dados RADARSAT S2, TM LANDSAT e aerogamaespectrométricos: contribuição ao estudo de corpos graníticos mineralizados da Província Estanífera de Rondônia**. 1999. 168p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), INPE, São José dos Campos. 1999.

Scandolaro, J.E. (coord.) Mapa Geológico do Estado de Rondônia. 1:1.000.000. CPRM, 1997

Scandolaro, J.E. (coord.) et al. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia: texto explicativo e Mapa Geológico do Estado de Rondônia, escala 1:1.000.000. CPRM, **Programa de Levantamentos Básicos do Brasil**, Brasília, 1999, 97p.

Storti, F.; Holdsworth, R.E.; Salvini, F. Intraplate strike-slip deformation belts. In: Geological Society, London. **Special Publications**, n. 210, p.1-14, 2003.

Veneziani, P.; Anjos, C.E.; Bettencourt, J.S.; Okida, R. Caracterização de movimentos tectônicos ao longo das principais linhas de fraqueza do Estado de Rondônia, com imagens TM-Landsat: resultados preliminares. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, 1996, Salvador. **Resumos Expandidos...** Salvador, 1996, v. 2, p. 455-458.

Veneziani, P.; Anjos, C.E.; Okida, R.; Bettencourt, J.S.; Santos, A.R. Cronologia dos movimentos tectônicos em Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 40, 1998. Belo Horizonte, **Resumos Expandidos...** Belo Horizonte, 1998, p.401.

Veneziani, P.; Okida, R.; Bettencourt, J.S. Movimentos tectônicos ao longo das principais linhas de fraquezas crustais na Província Estanífera de Rondônia (PER) e sua implicação no alojamento dos maciços graníticos. In: SBG, **Geology of the SW Amazonian Craton: State-of-the-Art**, 2001. São Paulo, p. 105-109.

Woodcock, N.H.; Schubert, C. **Continental atri-ke-slip tectonics**. In: Hancock, P.L. (ed.) **Continental tectonics**. Pergamon Press, Oxford, 1994, p. 251-263.