

INTEGRAÇÃO DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E AEROGAMAESPECTROMÉTRICOS PARA O ESTUDO DA BACIA DE PIMENTA BUENO/CACOAL NO ESTADO DE RONDÔNIA, BRASIL

PAULO VENEZIANI¹
ATHOS RIBEIRO DOS SANTOS¹
ROSANA OKIDA²

¹INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515 – 12245-970 – São José dos Campos – SP, Brasil
{paulo,athos}@ltid.inpe.br

²GEOAMBIENTE – Sensoriamento Remoto S/C Ltda.
Av. Anchieta 117 – 12242-280 – São José dos Campos – SP, Brasil
Info@geoambiente.com.br

Abstract. The Pimenta Bueno/Cacoal basin (Paleozoic aged) is located at southeast Rondônia State. This region, with a heterogeneous relief, covered partially by tropical rain forest and with intensive land use is still problematic from the tectono-stratigraphic knowledge. However, the basal units of this basin contain important ore deposits (Cu, Au, Sn) which must to be evaluated correctly. Spaceborne optical (Landsat TM) imageries and digital integrated product (Landsat TM/airborne gamma-ray) have been applied to tectono-stratigraphic mapping at 1: 250,000 scale. It was possible to map the basin limits and to individualise its formations. From the tectonic point of view it was possible to characterise three ductile and brittle transpression phases (Meso to Eoproterozoic) and Paleozoic extensional reactivation.

Keywords: geologic remote sensing, tectonic evolution, Bacia de Pimenta Bueno/Cacoal.

1. Introdução

A região sudeste do Estado de Rondônia apresenta características fisiográficas e de uso - ocupação do solo que dificultam sobremaneira o mapeamento geológico. Por outro lado, ocorrências minerais significativas, como por exemplo de Cu, Sn e Au, despertam o interesse de companhias mineradoras que, no entanto, têm suas atividades de prospecção dificultadas em função da inexistência de conhecimentos tectono – estratigráficos mais específicos, na região.

Com o objetivo de elaborar um mapeamento geológico – estrutural – tectônico, mais detalhado em relação aos pré-existentes, que constituísse uma base mais segura para os levantamentos específicos de campo e menos onerosa que a elaboração de campanhas intensivas de detalhe por toda a região, optou-se pelo uso de dados TM-Landsat-5 e gamaespectrométricos (Contagem Total, dos projetos Pacaás Novos de 1978 e Serra dos Parecis de 1979, da CPRM) integrados digitalmente através da técnica de IHS. Estes produtos integrados foram interpretados segundo critérios morfoestruturais e considerando-se, conjuntamente, as respostas gamaespectrométricas.

O principal alvo de interesse neste trabalho foi a Bacia de Pimenta Bueno/Cacoal, pois importantes ocorrências minerais são encontradas em suas unidades basais. Foram delimitadas, na escala de 1: 250.000, 3 unidades estratigráficas no segmento norte da bacia e 4 no segmento sul. Do ponto de vista tectono – estrutural foram identificadas antigas linhas de fraquezas crustais (+/- E-W, +/- N70W, +/- N45W, +/- N-S, +/- N20E, +/- N45E e +/- N70E), ao longo das quais observou-se movimentos diferenciados transpressivos, localmente transtensivos, que definiram três fases distintas de deformação.

2. Geologia Regional

A área de estudo (Fig. 1) situa-se na região sudeste do craton Amazônico, inclusa na Província Estrutural de Tapajós, segundo subdivisão proposta por Almeida *et al.* (1977). A revisão feita por Tassinari (1996) propôs uma série de províncias geocronológicas, do Proterozóico Inferior ao Mesoproterozóico: Rio Negro – Juruena (1,80Ga – 1,55Ga), Rondoniana – San Ignacio (1,50Ga – 1,30Ga) e Sunsás – Aguapei (1,25Ga – 1,00Ga). Os modelos de faixas moveis formulados para a região foram baseados, fundamentalmente, em dados geocronológicos que necessitam, segundo Scandolaro *et al.* (1999), ser reinterpretados do ponto de vista de seu real significado geológico. Estes últimos autores propuseram a denominação Faixa Orogênica Policíclica Guaporé.

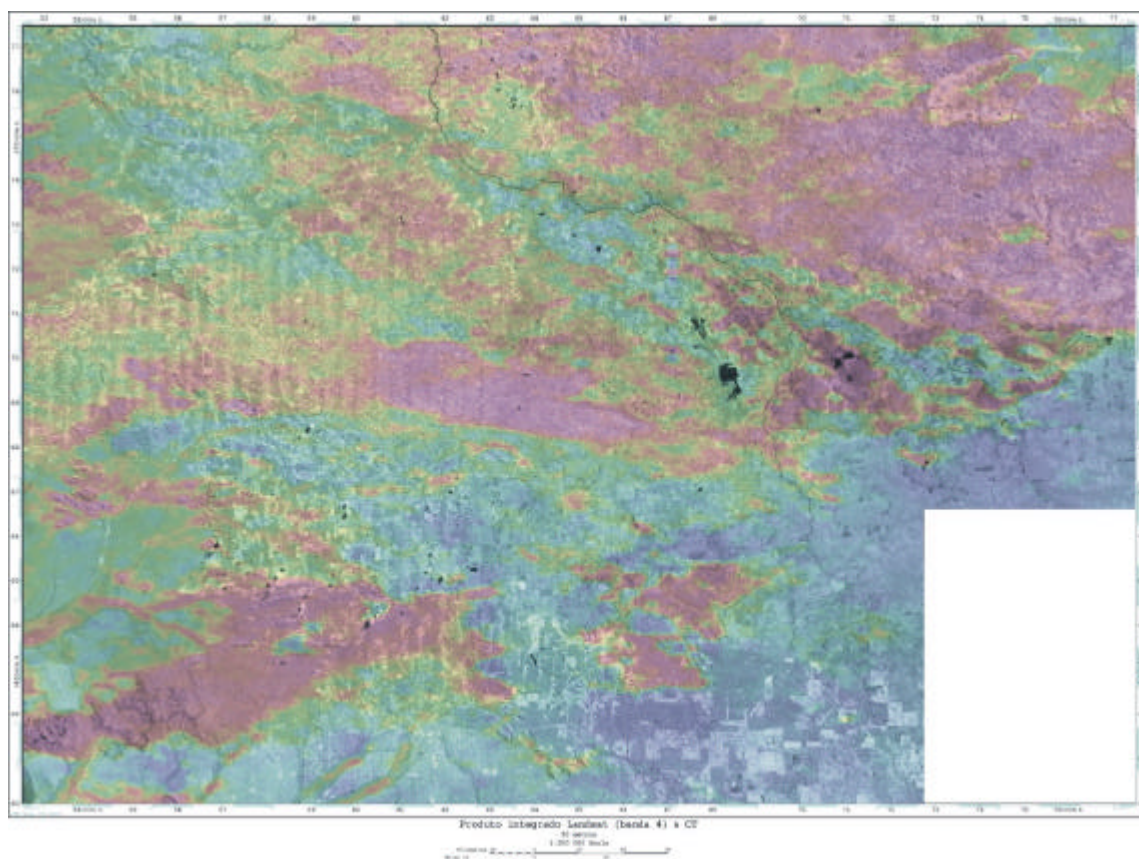


Figura 1 – Produto integrado TM-Landsat banda 4/gama CT, na área de estudo.

A Bacia de Rondônia (Scandolaro *et al.*, 1996) corresponde à uma cobertura sedimentar proterozóica. É do tipo sinéclise, constituída essencialmente por sedimentos fluviais e que foi preservada, posteriormente, em *grabens* (Pacaás Novos, Uopianes e São Lourenço). Parte da Bacia Intracratônica dos Parecis representa a cobertura sedimentar (com básicas e ultrabásicas) paleozóica/mesozóica na região. Preenchem a denominada Fossa Tectônica de Rondônia (Siqueira, 1989).

A área de estudo está inserida nesse contexto geológico e engloba as unidades relacionadas na Figura 2.

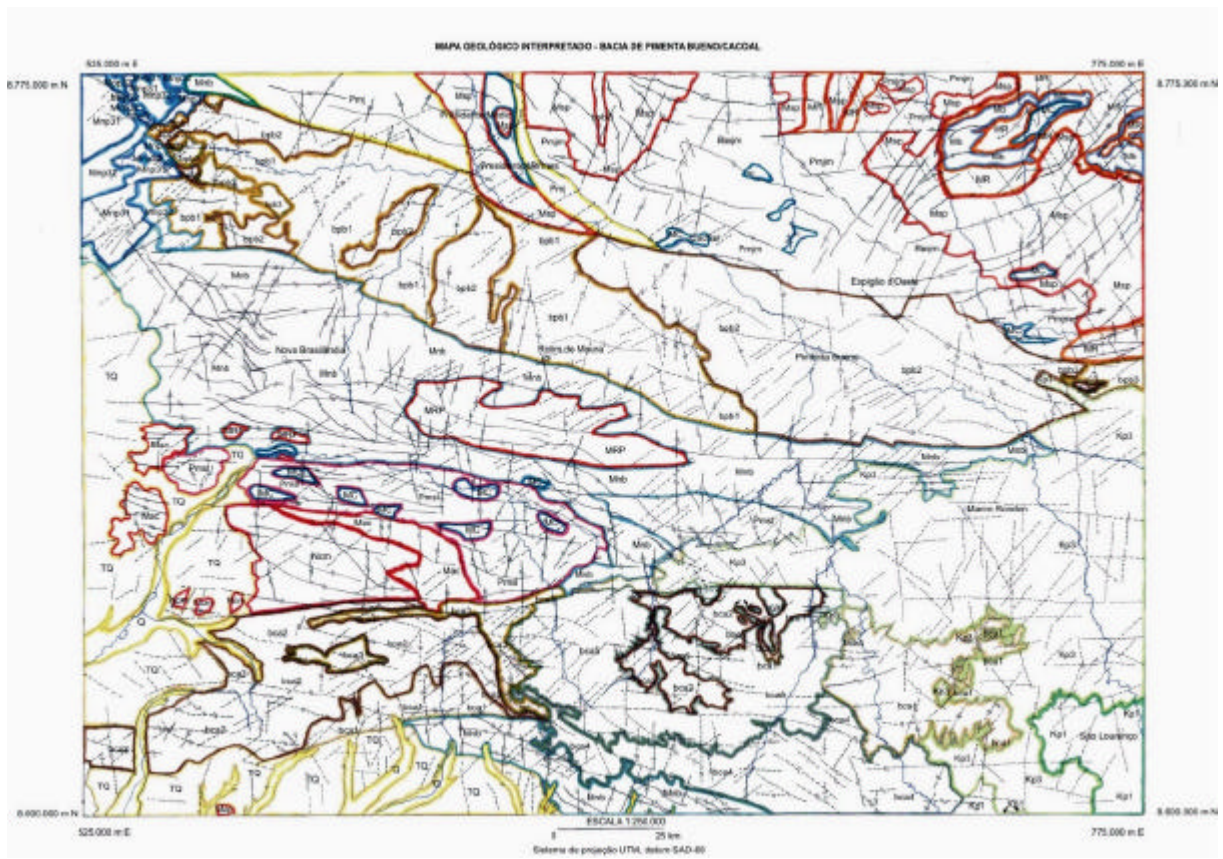


Figura 2 – Mapa Geológico Interpretado. Legenda: Q – depósitos aluvionares de canais fluviais e de planície de inundação; TQ – cobertura sedimentar indiferenciada; **(Mesozóico/Paleozóico)** Bacia dos Parecis: Kp1, Kp3 – Formação Parecis; Bca4 e Bca5 – unidades superiores da bacia sul; Bpb3 (bacia norte) e Bca3 (bacia sul) – Formação Fazenda Casa Branca; Bpb2 (bacia norte) e Bca2 (bacia sul) – Formação Pimenta Bueno; Bpb1 (bacia norte) e Bca1 (bacia sul) – Formação Cacoal; **(Neoproterozóico)** Bacia de Rondônia: MNp3-1 e Mnp3-2 – Formação Palmeiral; Faixa Orogênica Policíclica Guaporé: Ncm – Suíte Ígnea Costa Marques; **(Mesoproterozóico)** Mrp – Suíte Granítica Rio Pardo; Mc – Suíte Intrusiva Básico – Ultrabásica Cacoal; Mb – Grupo Beneficente; Mnb – Seqüência Metavulcano – Sedimentar Nova Brasilândia; Mac – Suíte Intrusiva Alto Candeias; Msp – Suíte Intrusiva Serra da Providência; Mr – Suíte Vulcânica Roosevelt; **(Paleoproterozóico/Mesoproterozóico)** PMsl – Complexo Santa Luzia; PMj – Complexo Jarú; PMjm – Complexo Jamari; ZCT dúctil a rúptil; ZCT rúptil

Em relação a evolução tectônica – estrutural regional, os movimentos e conseqüentes gerações de estruturas de natureza dúctil, dúctil - rúptil e rúptil vêm sendo estudados há vários anos, por vários autores. Scandolaro *et al.* (1995), Scandolaro (1997), Veneziani *et al.* (1996, 2001), Okida *et al.* (1999, 2000) e Veneziani & Santos (2002) reconheceram movimentos ora destrais, ora sinistrais para as direções de cisalhamento orientadas em torno de E-W. Veneziani *et al.* (2001), baseados na interpretação de dados de sensores remotos e levantamentos de campo, observaram

que as inversões do sentido dos movimentos ao longo das antigas linhas de fraquezas crustais (já citadas) estavam relacionadas à diferentes vergências que definiam três fases distintas de deformação. A primeira 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); 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 a terceira com fluxo de ENE para WSW, caráter predominantemente rúptil. Durante a terceira fase desenvolveram-se as condições responsáveis pela formação das bacias/grabens de Uopianes e Pimenta Bueno/Cacoal. A sedimentação desta última ocorreu já no Paleozóico, época a partir da qual predominaram movimentos distensivos, com picos no Mesozóico e no Terciário.

3. Processamento, correção e integração dos dados de sensoriamento remoto e aerogamaespectrométricos

Os dados aerogamaespectrométricos foram “mosaicados” e “gridados” a partir do algoritmo de mínima curvatura (RANGRID, GEOSOFT 1996). Foram geradas malhas regulares, cujas dimensões das células equivalem à 1/4 do espaçamento médio, nominal, entre as linhas de vôo, isto é, 500 metros. Utilizaram-se os filtros DCOS (*Directional Cosine*) para eliminar os *trends* paralelos às linhas de vôo, e Hanning com 1 ciclo, que suaviza os valores da malha (Vasconcellos *et al.* 1994). Essas malhas foram reamostradas para um tamanho comum de pixel (30 m). Nesta reamostragem dos dados para o valor comum de pixel, considerou-se que não há mudança significativa na distribuição e na forma das anomalias (Okida 2001). As malhas reamostradas foram escalonadas de 32 *bits* para 8 *bits*, georreferenciadas e transformadas para pseudo-cor, para posterior integração com o mosaico das imagens Landsat.

As imagens foram corrigidas geometricamente utilizando-se as cartas topográficas do IBGE (1: 250.000) como referência. Os erros quadráticos médios foram em torno de 30 m. Utilizou-se o sistema de projeção UTM. A seguir, fez-se a retificação radiométrica de todas as imagens para a geração do mosaico.

A metodologia para a geração dos produtos integrados é baseada nos trabalhos realizados por Harris (1991), Rencz *et al.* (1994), Paradella *et al.* (1997), Okida (2001) e Veneziani & Santos (2002), que usaram a transformação IHS (*Intensity, Hue, Saturation*).

Foram realizadas as manipulações das composições coloridas dos espaços RGB e IHS, gerando-se as pseudo-cores dos dados aerogamaespectrométricos. Para a integração Landsat e dados aerogamaespectrométricos, o canal I foi substituído pela banda 4 e a matiz pela pseudo-cor dos dados aerogamaespectrométricos. O produto foi gerado na escala de 1:250.000.

4. Resultados

Utilizou-se critérios morfoestruturais específicos integrados às respostas gamaespectrométricas (CT) dos diferentes litotipos. Foram elaborados os seguintes mapas: rede de drenagem detalhada; controle estrutural da rede (acamamentos, foliações, fraturas) e feições lineares de relevo. A sobreposição desta carta com a imagem integrada TM-Landsat/gama (CT) (Fig. 1) permitiu a individualização de unidades com respostas e graus de deformação semelhantes.

O confronto desses dados com aqueles preexistentes (bibliográficos e de campo) permitiu a elaboração do mapa tectono – estratigráfico. As interpretações dos movimentos/deformações tectônicas foram baseadas na comparação com modelos de deformacionais teórico – empíricos.

4.1 Mapa geológico interpretado: unidades litotectônicas (Fig. 2)

As unidades pré – cambrianas, com origens, idades, graus de metamorfismo e de deformação diferentes, estão justapostas devido às remobilizações propiciadas pelos movimentos diferenciais (nas diversas fases de movimentação), ao longo das zonas de cisalhamento. Portanto, a legenda do mapa (Fig. 2) foi baseada em Scandolaro *et al.* (1999), considerando-se a intensidade de deformação.

Na Bacia Paleozóica Pimenta Bueno/Cacoal destacaram-se as seguintes unidades:

Formação Cacoal (Bpb1 e Bca1) Apresenta respostas gamaespectrométricas diferenciadas, predominando respostas moderadas a altas a norte e, a sul, respostas baixas. Os contatos com as rochas pré – cambrianas são tectônicos, definidos por falhamentos que, inicialmente, apresentaram movimentos transtensivos e no decorrer da evolução paleozóica comportaram-se como falhas normais.

Formação Pimenta Bueno (Bpb2 e Bca2) As unidades que nas bacias norte e sul, apresentam respostas gamaespectrométricas semelhantes, predominando aquelas muito altas. Provavelmente, tal fato liga-se à ocorrência de sedimentos finos, como folhelhos e siltitos e a matéria orgânica das lentes de carvão. A ocorrência de bolsões com respostas intermediárias a baixas pode relacionar-se às ocorrências de arenitos e conglomerados. Os contatos com as rochas pré – cambrianas são tectônicos, idênticos àqueles discutidos para a Formação Cacoal. Com relação às unidades que as sotopõem e sobrepõem observou-se, ora serem erosivos (com controles estruturais) ora controlados por falhamentos.

Formação Fazenda Casa Branca ((Bpb3 e Bca3) Foi definida por critérios fotointerpretativos, isto é, por estar sobreposta às unidades já descritas. Na bacia Norte, apresenta baixas respostas gamaespectrométricas, provavelmente por predominarem conglomerados, grauvacas e arenitos. Na bacia Sul, apresenta respostas altas a baixas. As primeiras são devidas ao predomínio localizado de folhelhos e argilitos. Os contatos com as unidades sobrepostas e sotopostas são semelhantes aos anteriormente definidos.

Unidades superiores da bacia Sul (Bca4 e Bca5) Foram definidas por critérios fotointerpretativos e por apresentarem respostas gamaespectrométricas muito baixas e baixas. O posicionamento estratigráfico das unidades não pode ser definido com exatidão à luz dos dados atuais. Ao comparar-se com os dados de Scandolaro *et al.* (1999), podem ser correlacionadas à Formação Anari (soleiras de gabros, diabásios e basaltos com kimberlitos associados), portanto, de idade mesozóica, fora do contexto da Bacia de Pimenta Bueno. No entanto, a unidade que a sobrepõe (inclusive a Formação Parecis, Kp1 e Kp3), ocupa grande área, considerada por Scandolaro *et al.* (op. cit.) como sendo da referida bacia. Desta forma, pertenceria à Formação Parecis, do Mesozóico (Cretáceo). Os contatos destas unidades com as sobrepostas e sotopostas são semelhantes aos anteriormente definidos.

4.2 Evolução tectono – estrutural

As fases de movimentação descritas por Veneziani *et al.* (2001) foram identificadas nos produtos utilizados. A primeira fase de movimentação, desenvolvida no período de 1,80 a 1,70 Ga está

esquemática na figura 3. A direção principal de cisalhamento (Y ou D), orientada em torno de E-W, apresentou movimentação sinistral. As demais direções comportaram-se de acordo com o esquematizado. A caracterização cinemática dos movimentos foi definida nos produtos de sensores remotos e confirmada no nível de afloramentos, em pontos pré-selecionados (Veneziani *et al.* 1996, 2001).

As deformações em questão, não ocorrem nas rochas com idades mais novas que 1,70 Ga. As estruturas desta fase encontram-se intensamente transpostas e/ou sobrepostas por aquelas geradas nas segunda e terceira fases, mas podem ser reconhecidas em núcleos mais preservados (lentes de cisalhamento) das unidades litotectônicas dos complexos Jamari, Jaru e Santa Luzia e nas seqüências vulcano – sedimentares Nova Brasilândia e Roosevelt. A deformação é progressiva por cisalhamento simples, não coaxial, de natureza dúctil. É provável que o Graben dos Uopianos/Formação Palmeiral tenha se desenvolvido durante esta fase de movimentação, em zona de transtensão localizada, cujas direções principais de controle orientavam-se segundo +/- N45E (T) e +/- E-W (Y ou D).

A segunda fase de movimentação desenvolvida no período de 1.606 a 1532 Ma está esquematizada na figura 4. A direção principal de cisalhamento, orientada em torno de N45w, apresentou movimentação sinistral (vergência de N para S). As demais direções comportaram-se como o esquematizado.

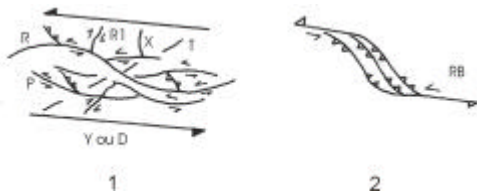


Figura 3 – Representação esquemática da primeira fase de movimentação ao longo das principais linhas de fraquezas crustais regionais: +/- E-W, +/- N70W, +/- N45W, +/- N-S, +/- N20E, +/- N45E e +/- N70E; 1 – modelo teórico – empírico de zona de cisalhamento dúctil sinistral (modificado de Biddle & Christie – Blick, 1985); 2 – modelo teórico – empírico de *restraining bend* (modificado de Biddle & Christie – Blick, 1985); σ_1 paralelo a T (vergência de NE para SW).

A caracterização cinemática dos movimentos é bem ressaltada nas regiões centro e norte – nordeste da área. No nível de afloramentos está descrita por Veneziani *et al.* (1996) e Okida *et al.* (1999, 2001). Horst – grabens (bacias romboédricas, figura 4) em níveis crustais superiores e

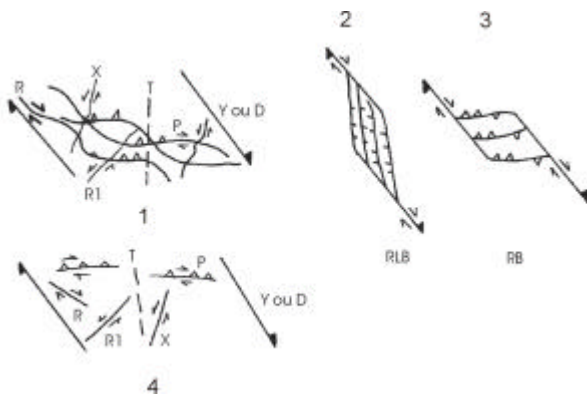


Figura 4 – Representação esquemática da segunda fase de movimentação ao longo das principais linhas de fraquezas regionais: +/- E-W, +/- N70W, +/-N45W, +/- N-S, +/- N20E, +/- N45E e +/- N70E; 1, 2, 3 e 4 – modelos teórico – empíricos (modificados de Biddle & Christie – Blick, 1985) de zonas de cisalhamento dúcteis destras, *releasing bend* dúcteis – rúpteis, *restraining bend* dúcteis – rúpteis, zonas de cisalhamento rúpteis destras, respectivamente; σ_1 paralelo a T (vergência de N para S).

releasing bends em níveis profundos controlados, essencialmente, pelas direções estruturais +/- N45W (Y ou D) e +/- N-S (T), em zonas transtensivas, criaram as condições favoráveis para os alojamentos da Suite Intrusiva Serra da Providência e embaciamento, vulcanismo e sedimentação da Sequência Metavulcano – Sedimentar Roosevelt (Veneziani *et al.* 2001).

A terceira fase desenvolveu-se no Neoproterozóico. Criou as condições favoráveis para a ascensão dos granitos anorogênicos (Suite Intrusiva Santa Clara e Younger Granites de Rondônia, 1,08 a 0,97 Ga), a norte da área estudada e nesta, para a geração das bacias de Pimenta Bueno e Cacoal. A formação das referidas bacias relaciona-se a horst – grabens típicos de bacias romboédricas, com os controles estruturais principais exercidos pelas direções +/- N70W a E-W e +/- N50E. Caracteriza-se por fenômenos generalizados de transtensão, com rejeitos horizontais a subhorizontais de pequena amplitude, seguidos por movimentos gravitacionais expressivos do final do Neoproterozóico ao início do Paleozóico. Os movimentos ao longo das principais linhas de fraquezas crustais estão esquematizados na figura 5.

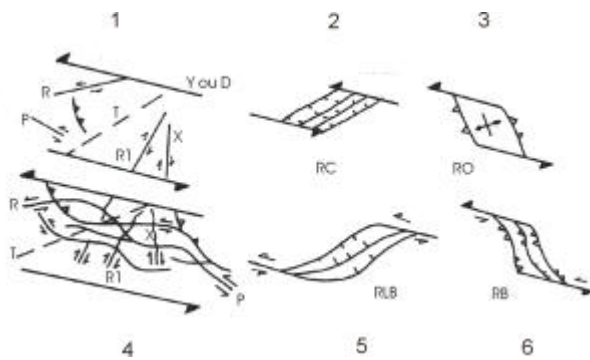


Figura 5 – Representação esquemática da terceira fase de movimentação ao longo das principais linhas de fraquezas crustais regionais: +/- E-W, +/- N70W, +/- N45W, +/- N-S, +/- N20E, +/- N45E e N70E; 1, 2, 3, 4, 5, 6 – modelos teórico-empíricos (modificados de Biddle & Christie-Blick, 1985) de zona de cisalhamento sinistral, *rhombo-chasm*, *restraining overstep* rúptil, zona de cisalhamento rúptil sinistral, *releasing bend* dúctil, *restraining bend* dúctil, respectivamente. *Rhomb-chasm* é a feição dominante na região. As outras feições são achadas localmente; σ_1 paralelo a T (vergência de NE para SW).

A importância desta fase reside nos controles do embaciamento e deposição das unidades que constituem as bacias Pimenta Bueno – Cacoal. Os controles estruturais são bastante evidentes e marcados por falhamentos que orientam-se, principalmente, segundo as direções +/- N70W a E-W, N45 a 50E e NNW a NNE. Ao correlacionar a orientação destas estruturas com as correspondentes das fases anteriores, obtêm-se os seguintes resultados:

(1) +/- E-W, Y ou D da primeira fase; (2) +/- N70W, Y ou D da terceira fase; (3) +/- N45W, Y ou D da segunda fase; (4) +/- N45E, T da primeira fase; (5) +/- N50E, T da terceira fase; (6) NNW a NNE, T da segunda fase; (7) NNW a NNE, X e R' das primeira e terceira fases.

As estruturas orientadas segundo E-W propiciaram um escalonamento das unidades geológicas, colocando rochas basais das bacias em contato com unidades pré – cambrianas. Ressalta-se, também, o controle segundo estruturas em torno de N-S, evidenciado pelo rebaixamento escalonado de blocos no rumo leste.

Iniciados no Paleozóico, os fenômenos distensivos persistiram no tempo até a atualidade. As antigas linhas de fraquezas crustais foram reativadas, com picos no Mesozóico (representantes cretácicos da Bacia dos Parecis) e no Terciário.

5. Conclusões

- 1 – O produto integrado TM-Landsat/aerogamaespectrométrico (CT) mostrou-se bastante adequado para o mapeamento, pois em uma única imagem é possível analisar as morfoestruturas e as respostas radiométricas dos diferentes tipos litológicos;
- 2 – A análise tectônica – estrutural é totalmente indispensável, pois tipos litológicos com diferentes composições podem representar respostas gamaespectrométricas semelhantes. Somente os diferentes graus de deformação permitem distingui-los.

Referências

- Almeida, F.F.M.; Brito Neves, B.B.; Fuck, R.A. 1977. Províncias estruturais Brasileiras. In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande, *Atas...*, p. 363 – 391.
- Biddle, K.T. & Christie-Blick, N. (eds.) 1985. Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation. Tulsa. Soc. Econ. Paleont. Min., p.1-32 (Publ. Sp. n. 37).
- Harris, J. 1991. Mapping of regional structure of eastern Nova Scotia using remotely sensed imagery: implication for regional tectonics and gold exploration. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 17(2):122-135.
- Okida, R.; Veneziani, P.; Bettencourt, J.S. 1999. Controle tectônico - estrutural dos maciços Santa Clara, Oriente Novo, Jararaca e União (RO) utilizando dados de sensoriamento remoto e aerogamaespectrométricos. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Manaus, *Anais*, p. 494-497.
- Okida, R.; Veneziani, P.; Bettencourt, J.S. 2000. Tectonic control of rapakivi granite massifs at the Rondônia Tin Province (RTP), Brazil. In: CPRM/SBG, International Geological Congress, 31, Rio de Janeiro, *CD-ROM*.
- Okida, R. 2001. Aplicação do sensoriamento remoto e aerogamaespectrometria ao estudo do controle estrutural do granitos estaníferos de Rondônia. Tese de doutoramento. IG-USP, São Paulo, 127p.
- Paradella, W.R.; Bignelli, P.A.; Veneziani, P.; Pietsch, R.W.; Toutin, T. 1997. 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*, 18(7):1483-1501.
- Rencz, A.N.; Harris, J.R.; Waton, G.P.; Murphy, B. 1994. Data integration for mineral exploration in the Antigonish Highlands, Nova Scotia: applications of GIS and RS. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 20(3):257-267.
- Scandolaro, J.E.; Rizzotto, G.J.; Silva, C.R.; Bahia, R.B.C.; Quadros, M.L. do E.S. 1996. Revisão geológica do Estado de Rondônia e áreas adjacentes. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, *Anais*, v.1, p. 47-50.
- Scandolaro, J.E.; Silva, C.R.; Rizzotto, C.J.; Quadros, M.L.E.S.; Bahia, R.B.C. 1995. Compartimentação litoestrutural da porção ocidental do Craton Amazônico – Estado de Rondônia. In: SBG, Simpósio Nacional de Estruturas Tectônicas, 5, Gramado, *Resumos Expandidos*, p. 84-86.
- Scandolaro, J.E. (coord.) 1997. Mapa Geológico do Estado de Rondônia. 1:1.000.000. CPRM.
- Scandolaro, J.E. (coord.) et al. 1999. 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, 97p.
- Siqueira, L.P. 1989. Bacia dos Parecis. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, 3 (1-2): 3 – 16.
- Tassinari, C.C.G. 1996. O Mapa Geocronológico do Craton Amazônico no Brasil: revisão dos dados Isotópicos (Texto de Livre Docência). São Paulo, IG/USP, 130p.

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

Veneziani, P.; Okida, R.; Bettencourt, J.S. 2001. 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. São Paulo, p. 105-109.

Veneziani, P. & Santos, A.R. 2002. Projeto CODELCO. *Relatório Técnico*. Inédito, 28p.