INTEGRAÇÃO DIGITAL DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO, AEROMAGNETOMETRIA E TOPOGRAFIA NA DEFINIÇÃO DO ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA REGIÃO DO RIO UATUMÃ (BACIA DO AMAZONAS)

Fernando P. de Miranda; Cristina M. Bentz; Luciano E. Neves da Fonseca; Cláudio C. Lima - Centro de Pesquisas da PETROBRÁS - CENPES; **Kátia C. Nunes; Antônio R.A.Costa** - Distrito de Exploração do Norte - PETROBRÁS - DEXNOR; **Raimundo Almeida Filho; Carlos A. Felgueiras** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

INTRODUÇÃO As finalidades de um sistema de informações geográficas (SIG) são: aumentar a eficiência de manuseio de dados cartográficos e possibilitar a combinação de informações codificadas espacialmente. Tal tecnologia torna exeqüível, por exemplo, a integração digital de dados geológicos e geofísicos obtidos em uma bacia sedimentar. O SIG desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é um sistema complementar ao SITIM-SR (Sistema de Tratamento de Imagens - Sensoriamento Remoto), sendo disponível no mesmo ambiente que este (plataforma compatível com IBM PC e sistema operacional DOS). O objetivo do trabalho foi verificar as potencialidades do SIG do SITIM em trabalhos de prospecção de hidrocarbonetos, como parte do intercâmbio técnico-científico existente entre a PETROBRÁS/CEMPES e o INPE. A região do Rio Uatamã foi escolhida para estudo porque a PETROBRÁS está desenvolvendo neste local um levantamento sísmico de reconhecimento. Os resultados da pesquisa poderão, portanto, contribuir no processo de descoberta de acumulações comerciais de óleo e gás nesta porção geologicamente pouco conhecida da Bacia do Amazonas.

ORGANIZAÇÃO DE DADOS NO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG): A unidade de trabalho em um sistema de informações geográficas (SIG) é denominada "projeto". Cada projeto corresponde a uma determinada região geográfica. Um projeto é formado por "planos de informação" (PI's). Um PI reúne todos os dados que se referem a um certo aspecto da região estudada. Por exemplo, em um projeto contendo informações sobre topografia, geologia e aeromagnetometria, cada uma dessas características é organizada dentro de um PI independente. Tais PI's podem ser posteriormente combinados ou realçados através de técnicas de processamento digital de imagens, de modo a gerar PI's derivados. No presente trabalho, os PI's foram organizados da seguinte maneira:

a) PI's de geologia e dados exploratórios: (1) mapa geológico (Projeto RADAMBRASIL, Araújo *et al.*, 1976); (2) drenagem; (3) topografia (modelo numérico de elevação (MNE) baseado em cartas 1:100.000 da DSG/Ministério do Exército); (4) lineamentos morfológicos; (5) anomalias morfoestruturais de drenagem (segundo o conceito de Soares *et at.*, 1981); (6) dados de campo (estruturais, paleontológicos e geoquímicos); (7) imagem TM-Landsat (Órbita 230, ponto 062, bandas 3,4 e 5, obtida em 03/08/86) (8) dados exploratórios (localização de linhas sísmicas e poços).

b) PI's de aeromagnetometria: (1) campo magnético anômalo (altitude de vôo: 500 m; linhas de vôo N/S espaçadas de 2.0 Km); (2) campo magnético anômalo continuado 2000 m acima; (3) campo magnético anômalo continuado 500 m para baixo; (4) campo magnético anômalo reduzido ao pólo (diferença de fase = 60°); (5) mapa de províncias magnéticas; (6) lineamentos magnéticos.

c) PI's derivados: (1) com base em modelos matemáticos de sombreamento (derivada primeira nas direções NE-SW ou NW-SE), foram geradas imagens com sombreamento sintético, a partir dos PI's de topografia e campo magnético anômalo; (2) através da transformação IHS (*intensity, hue and saturation*), foram cambinados em uma única imagem de saída, respectivamente, os PI's de geologia e topografia, topografia e campo magnético anômalo, geologia e campo magnético anômalo.

PRINCIPAIS RESULTADOS As imagens obtidas por meio de transformação IHS mostraram-se úteis no mapeamento de lineamentos morfológicos com expressão magnética. Os níveis de cinza do campo magnético anômalo foram selecionados para representar os valores de intensidade (I), enquanto que ao matiz (H) corresponderam os dados de topografia. A saturação foi mantida constante. Tal técnica mostrou-se também adequada na identificação de contatos geológicos coincidentes com fortes gradientes magnéticos e possivelmente relacionados a falhas.

Nesse caso, o mapa geológico forneceu a informação de cor na imagem, visto que cada unidade estratigráfica correspondeu um matiz (H) específico. Os níveis de cinza do campo anômalo, por sua vez, controlaram a intensidade (I) da imagem.

A aplicação do sombreamento sintético como técnica de realce direcional foi efetiva na definição de lineamentos magnéticos. A principal feição detectada através de tal metodologia possui direção ENE-WSW e apresenta aproximadamente 250 Km de extensão. Outros lineamentos importantes têm direção WNW-ESE. Apesar de se desenvolverem ao longo de cursos notavelmente retilíneos, os rios Urubu e Preto da Eva não são controlados por feições do embasamento magnético, pois os mesmos se orientam na direção NNW-SSE.

Foi verificada a presença de um importante *trend* morfoestrutural definido por anomalias de drenagem alinhadas na direção ENE-WSW, em associação com o conspícuo lineamento magnético mencionado no parágrafo anterior. O mapeamento de refletores sísmicos na seção paleozóica comprovou a existência dessa importante feição estrutural, relacionada ao tectonismo transpressivo eocretáceo que ocorreu nas bacias do Solimões e Amazonas. Além disso, falhas detectadas no mapa de contorno estrutural sísmico da base da Formação Alter do Chão (de idade neocretácea a terciária)

correspondem, em superfície, a estruturas observadas em afloramentos ao longo da rodovia que liga Manaus a Itacoatiara. Tal fato é sugestivo da ocorrência de um tectonismo pós-Alter do Chão na região de estudo.

O mecanismo focal de um terremoto de moderada magnitude e com epicentro no baixo curso do Rio Negro, próximo ao limite leste da área de estudo, indica a existência de um regime neotectônico compressivo naquela região (Assumpção, 1990). A direção NNW de σ_1, definida pelo mecanismo focal, é paralela ao curso dos rios Urubu e Preto da Eva, sugerindo um controle dos mesmos pelo campo de tensões neotectônicas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.V.F., *et al.* - 1976 - Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL, Folha SA.21 Santarém. Rio de Janeiro, p.510 (Levantamento de Recursos Naturais, 10).

ASSUMPÇÃO, M. - 1990 - Direção dos esforços intraplaca na América do Sul, Tese de Livre Docência, Departamento de Geofísica, Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 59p.

SOARES, P.C. *et al.* - 1981 - Análise morfoestrutural integrada com imagens de RADAR e LANDSAT da Bacia do Paraná. São Paulo, PAULIPETRO - Consórcio IPT-CESP.

ASSOCIAÇÃO ROCHA - VEGETAÇÃO NA REGIÃO APIAÍ - IPORANGA, COM BASE EM SENSORIAMENTO REMOTO

Gilberto Amaral - IG, UNICAMP/ IG - USP

INTRODUÇÃO A discriminação litológica, a partir de produtos de sensoriamento remoto, em regiões densamente cobertas de vegetação, é tarefa muito difícil. Os tradicionais métodos, envolvendo o comportamento espectral de minerais e rochas, aplicam-se tão somente a regiões áridas ou glaciais, onde aqueles alvos podem apresentar-se desprovidos de coberturas de solo e/ou vegetação. Em regiões tropicais úmidas, como é o caso do Brasil, muito raramente rochas são observáveis diretamente na superfície, através de técnicas de sensoriamento remoto (AMARAL,1984). O que estes sistemas observam é na realidade o comportamento espectral da cobertura vegetal, às vezes com alguma mistura do solo subjacente.

Geobotânica é um ramo da geoquímica que se ocupa das rela-ções entre a composição química de solos e a cobertura vegetal que sobre eles se desenvolve. Esse relacionamento pode se manifestar de diversas maneiras, desde pequenas alterações na frequência relativa entre espécies, até o total impedimento de desenvolvimento de vegetação. Em situações específicas, anomalias geoquímicas nos solos alteram o metabolismo e até o aspecto dos vegetais. Nestes casos, modificações na estrutura foliar podem ser acompanhadas por alterações no comportamento espectral, em particular na interface entre o visível e o infravermelho (BRUCE e HORNSBY,1987; PARADELLA e BRUCE,1990; AMARAL,1992). Com base nessas alterações, é possível que produtos de sensoriamento remoto mostrem diferenças no comportamento espectral da cobertura vegetal desenvolvida sobre diferentes tipos de solos, derivados de distintas litologias. Em casos muito particulares, o condicionamento da cobertura vegetal é ocasionado por processos de natureza mais física (alta permeabilidade dos solos, rigidez de crostas pedológicas, etc.), mas sempre ligados à litologia.

PRINCÍPIOS BÁSICOS O comportamento espectral dos vegetais é caracterizado por faixas de absorção ou reflexão ligadas aos pigmentos contidos nos cloroplastos e idênticos fenômenos ligados ao conteúdo de água e espaços nas folhas. Na faixa do visível (0.4 - 0.7 micrômetros), as regiões do azul e do vermelho são marcadas por forte absorção, ao passo que na região do verde ocorre reflexão. Estes fenômenos são ocasionados pelos pigmentos ligados à fotossíntese. Ao se passar do visível para o infravermelho, a refletividade aumenta de algo entre 5 e 15 % para cerca de 45%, fenômeno este devido à estrutura foliar e seu conteúdo em água. Nas curvas de reflectância de vegetais, essa su-bida é denominada "red edge" e ocorre no intervalo 0.69 - 0.74 micrômetros. Muitas das alterações espectrais, ligadas a fenômenos geobotânicos, manifestam-se naquele "red edge", deslocando-o para um lado ou para outro ("red shift" ou "blue shift"). Por exemplo, o fenômeno da clorose, que é o amarelecimento das folhas por diminuição no conteúdo em pigmentos, ocasiona um deslocamento do "red edge" em direção a comprimentos de ondas menores ("blue-shift"). Alterações na estrutura foliar, que resultem num aumento relativo do teor em pigmentos causa um deslocamento no sentido inverso ("red-shift"). Deste modo, intervalos espectrais que incorporem o "red-edge" terão maiores chances de mostrar aqueles fenômenos de natureza geobotânica.

Infelizmente, poucos dos sistemas de sensoriamento remoto orbital possuem canais naquela região de interesse. O sensor MSS dos satélites LANDSAT, em seu antigo canal 6, investiga o intervalo 0.7-0.8 micrometros. O canal 3 dos IRS (Indian Remote Sensing Satellite) também abrange aquele intervalo. Os demais satélites em orbita ou planejados para os próximos anos, não possuem bandas naquele intervalo (SPOT-XS, LANDSAT-TM, JERS-OPS, RADARSAT-MAS, e outros).

RESULTADOS De modo a testar preliminarmente a aplicabilidade de sensoriamento remoto orbital para estudos geobotânicos, foi selecionada a região entre Apiaí e Iporanga,