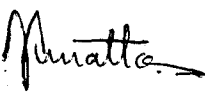


1. Publicação nº INPE-2589-PRE/237	2. Versão	3. Data Nov., 1982	5. Distribuição ☐ Interna ☒ Externa ☐ Restrita
4. Origem DSR	Programa CEA		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) POTENCIAL INPE SENSORIAMENTO REMOTO DADOS SÍSMICOS DADOS GEOLÓGICOS AQUISIÇÃO INFORMÁTICA DADOS GEOFÍSICOS PROCESSAMENTO			
7. C.D.U.: 681.3.01:528.711.7:55			
8. Título INPE-2589-PRE/237		10. Páginas: 18	
POTENCIAL DO INPE/CNPQ EM AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS GEOLÓGICOS E GEOFÍSICOS		11. Última página: 13	
		12. Revisada por  Juércio Tavares de Mattos	
		13. Autorizada por  Nelson de Jesus Parada Diretor	
9. Autoria Icaro Vitorello Celso de Renna e Souza			
Assinatura responsável 			
14. Resumo/Notas O INPE/CNPq possui grande competência tecnológica na aquisição, tratamento e interpretação de dados de satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto, de cargas úteis de balões e de experimentos científicos, com aplicações já desenvolvidas em estudos científicos espaciais e atmosféricos, bem como em áreas de aplicação, como a Meteorologia, Geologia, Cartografia, Oceanografia, etc. Neste Seminário serão apresentadas: a) a experiência do INPE no reconhecimento de feições morfoestruturais, indicadas por padrões de drenagem e lineamentos obtidos a partir de dados de vários sensores remotos, tendo como objetivo a otimização de levantamentos geofísicos voltados à identificação de possíveis estruturas trapeadoras de hidrocarbonetos e b) as técnicas da Informática já desenvolvidas para o tratamento e apresentação gráfica de dados, realce visual de imagens de satélite, correção atmosférica dessas imagens, detecção automática de bordas, etc. Comentários serão feitos sobre a possível aplicação dessa tecnologia, já gerada, ao tratamento de dados para prospecção de petróleo, bem como sobre a formação de Mestres e Doutores em Sensoriamento Remoto e Informática, para desenvolverem pesquisas científicas e tecnológicas na área.			
15. Observações Trabalho submetido para apresentação nos Anais do Seminário sobre Aquisição e Processamento de Dados Sísmicos para prospecção de Petróleo, dias 16 e 17 de agosto de 1982, Salvador - BA.			

POTENCIAL DO INPE/CNPq EM AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS GEOLÓGICOS E
GEOFÍSICOS

Ícaro Vitorello
Celso de Renna e Souza

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
C.P. 515 - São José dos Campos - SP - Brasil

RESUMO

O INPE/CNPq possui grande competência tecnológica na aquisição, tratamento e interpretação de dados de satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto, de cargas úteis de balões e de experimentos científicos, com aplicações já desenvolvidas em estudos científicos espaciais e atmosféricos, bem como em áreas de aplicação, como a Meteorologia, Geologia, Cartografia, Oceanografia, etc. Neste Seminário serão apresentadas: a) a experiência do INPE no reconhecimento de feições morfoestruturais, indicadas por padrões de drenagem e lineamentos obtidos a partir de dados de vários sensores remotos, tendo como objetivo a otimização de levantamentos geofísicos voltados à identificação de possíveis estruturas traçadoras de hidrocarbonetos e b) as técnicas da Informática já desenvolvidas para o tratamento e apresentação gráfica de dados, realce visual de imagens de satélite, correção atmosférica dessas imagens, detecção automática de bordas, etc. Comentários serão feitos sobre a possível aplicação dessa tecnologia, já gerada, ao tratamento de dados para prospecção de petróleo, bem como sobre a formação de Mestres e Doutores em Sensoriamento Remoto e Informática, para desenvolverem pesquisas científicas e tecnológicas na área.

ABSTRACT

INPE/CNPq has high technological competence in the acquisition, treatment and interpretation of meteorological and remote sensing satellite data, balloon payloads, and scientific experiments, with applications already developed in spacial and atmospheric scientific studies, as well as in application areas, such as meteorology, geology, cartography, oceanography, etc. During this seminar the following topics will be presented: a) INPE's experience in the recognition of morphological structures that are indicated by drainage patterns and lineaments obtained from several remote sensing data, with the objective of optimizing geophysical surveys directed at the identification of possible hydrocarbon trapping structures, and b) computer processing techniques developed for the treatment and graphic presentation of data, visual enhancement of satellite data, atmospheric correction, automatic border detection, etc. Commentaries will be made of possible application of this technology, already developed, in the treatment of data for petroleum prospecting, and about the academic formation of personnel in Remote Sensing and Information Sciences, at the Master and PhD levels, to develop scientific and technological research in the area.

1 - INTRODUÇÃO

O INPE/CNPq agradece o convite formulado pelo Secretaria Especial de Informática - SEI, os co-patrocinadores deste evento e a anfitriã e patrocinadora, Universidade Federal da Bahia - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica.

O INPE/CNPq, como principal entidade civil responsável pelo desenvolvimento das atividades espaciais no Brasil, tem atuação nas áreas de Ciência Espacial e de Atmosfera, Aplicações Espaciais e Tecnologia e Sistemas Espaciais.

Muito embora o INPE/CNPq ainda não tenha contribuído diretamente para a aquisição e processamento de dados sísmicos, duas de suas áreas de atividades, Sensoriamento Remoto e Informática, têm grande potencialidade de uso em prospecção de petróleo (Sabins, 1974; Halbouty, 1976; Florensky et alii, 1977). Esta apresentação tem como objetivo abordar este aspecto e, com isto, espera-se atender aos objetivos do Seminário quanto ao apoio dos Institutos e Centros de Pesquisa ao desenvolvimento de metodologia e à capacitação nacional voltada à prospecção de petróleo.

Na área de Sensoriamento Remoto o INPE/CNPq tem como finalidade a recepção, processamento e distribuição de imagens do sistema LANDSAT, como também o desenvolvimento e transferência de metodologias de aplicação de dados de sensoriamento remoto, em diversas áreas de monitoramento de recursos naturais, e o desenvolvimento de recursos humanos.

Como a maioria dos dados de sensoriamento remoto encontra-se em forma de imagens, cuja tecnologia de coleta foi estruturada para atender ampla gama de interesses na área de Ciências Naturais, processamentos e realçamentos de imagens tornam-se necessários para melhor utilização em aplicações específicas, como no caso da Geologia por exemplo. Desta maneira, uma outra preocupação do INPE/CNPq reside no desenvolvimento de procedimentos para a manipulação, por computador

res, de imagens digitais, com o fim de facilitar a extração de informações.

A área de Informática, como suporte para praticamente todas as outras atividades do Instituto, desenvolve algoritmos, produz "pacotes" de aplicação e desenvolve pesquisas em processamento de imagens; inteligência artificial; linguagens, compiladores e tradutores; engenharia de software; e métodos numéricos. Também nessa área, o esforço na formação de recursos humanos é considerável.

2 - SENSORIAMENTO REMOTO NA PROSPECÇÃO DE HIDROCARBONETOS

As técnicas de sensoriamento remoto, associadas a outros métodos convencionais de mapeamentos litológicos e estruturais, têm sido consideradas como uma nova e imprescindível alternativa na prospecção de hidrocarbonetos, visto que podem contribuir para minimizar o tempo e os custos envolvidos nos estudos exploratórios (Simpson, 1978; Soares et alii, 1981). De fato, a experiência de algumas empresas que trabalham em regiões de difícil acesso e geologicamente pouco conhecidas na parte leste de Kenya e Egito, por exemplo, tem demonstrado que produtos de sensores remotos são indispensáveis para reconhecimentos regionais durante os estágios iniciais da pesquisa de hidrocarbonetos (Bentz and Gutman, 1977; Miller, 1975). Estes estudos podem definir as áreas que carecem de maiores detalhes, como também servir de orientação na escolha de direções e espaçamentos das malhas geofísicas, na interpolação entre perfis e extrapolação regional, no acompanhamento dos trabalhos, e na integração de dados (Vincent and Drake, 1976; Vincent and Coupland, 1980).

De uma maneira geral, produtos de sensoriamento remoto têm sido amplamente empregados em mapeamentos geológicos de caráter regional. Como o Brasil é altamente carente de mapas geológicos, o sensoriamento remoto tem contribuído significativamente, pois oferece um meio rápido e econômico de extrapolação dos conhecimentos geológicos de uma região para outra. Para tanto, informações estruturais e

litológicas são obtidas através do levantamento de: a) contatos litológicos associados a variações de solo e de densidade e tipos de vegetação; b) contatos associados a variações topográficas e quebras de relevo; c) densidade e padrão de drenagem; e d) densidade e direções de lineamentos.

No caso específico de prospecção de hidrocarbonetos, a literatura indica três tipos de abordagens que utilizam dados de sensoria-
mento remoto:

- 1 - Estudo regional de feições lineares em bacias sedimentares e terrenos metamórficos que as circundam, como nos trabalhos de Florensky et alii, 1977; Fillippone, 1978; Peterson, 1979; Fussel, 1980; Vincent e Coupland, 1980; Parrish et alii, 1980; e Soares et alii, 1982.
- 2 - Identificação de anomalias morfoestruturais em bacias sedimentares, como mostrado nos artigos de Soares et alii, 1981; Miranda, 1981; Barreto et alii, 1982; Liu e Meneses, 1982.
- 3 - Análise de anomalias de reflectância na vegetação e/ou solo associadas a microexudações, como apresentada nos estudos de Donovan, 1974; Parrish et alii, 1980; Kirby, 1980; e Cunha, 1982.

Destes três tipos de abordagens, a experiência do INPE/CNPq tem sido principalmente no desenvolvimento e aplicação de metodologia sistemática para a interpretação de imagens, visando a classificação de anomalias morfoestruturais em função da ordem e grau de estruturação dos elementos de relevo e da rede de drenagem.

Como resultado destes estudos, tem sido demonstrado que a utilização de imagens permite a identificação de anomalias morfoestruturais em curto espaço de tempo e a custo relativamente baixo, facilitando sobremaneira os trabalhos de Geofísica, locação de poços estratigráficos, integração de dados, etc.

3 - DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HUMANOS NA ÁREA DE SENSORIAMENTO REMOTO

A escassez de recursos humanos tem sido diagnosticada como sendo uma das principais barreiras para maior disseminação das técnicas de sensoriamento remoto no Brasil. Por isso, o INPE/CNPq tem atuado na área acadêmica através do curso de mestrado. Já graduou mais de 40 pessoas em diversas áreas de aplicação, além de oferecer outros cursos de treinamentos de curta duração. O INPE/CNPq realiza também atividades de cooperação técnica-científica com universidades e empresas, através de desenvolvimento de projetos em conjunto, estágios e consultoria técnica.

4 - ATIVIDADES NA ÁREA DE INFORMÁTICA

Nas atividades de aquisição, crítica, processamento, armazenamento, recuperação e apresentação de dados, o computador é elemento imprescindível. Sabe-se também que a fração do custo de instalação e operação de sistemas de computação dedicada ao desenvolvimento de programas ("software") vem crescendo continuamente e já se aproxima dos 80% do total.

Ciente desses fatos, vem o INPE formando pessoal especializado e montando uma equipe de pesquisa e desenvolvimento na área de Informática, com a finalidade principal de apoiar seus programas e projetos.

Os sistemas descritos a seguir são aqueles, já desenvolvidos no INPE, que estão mais próximos das utilizações de Informática na aquisição, processamento e apresentação de dados sísmicos, em particular, e geofísicos em geral. Todos eles são ilustrados com apresentação de "slides".

4.1 - Apresentação gráfica de dados.

A saída de dados de sistemas de processamento tinha, no início do uso corrente de computadores, a forma de enormes listagens de tabelas de números. A mente humana, no entanto, tem grande capacidade de apreensão de formas e padrões espaciais e muito pouca capacidade de relacionamento numérico. Assim, a apresentação de grandes massas de dados em forma de gráficos é muito mais natural e eficiente.

O sistema CARTAS foi desenvolvido totalmente no INPE, com a finalidade de produzir saídas gráficas, em forma de isolinhas e perspectivas, a partir de dados escalares em um campo de duas dimensões, de sigualmente espaçados. O sistema utiliza vários métodos de interpolação, à escolha do usuário, para produzir uma grade uniforme fina, a partir da qual outros algoritmos produzem as curvas de nível (isolinhas) desejadas e as perspectivas. Estas (como mostrado pelos "slides") podem ser obtidas de qualquer ponto de visada, tanto acima como abaixo da superfície que estiver sendo representada.

O sistema já foi utilizado no INPE para plotar, entre outros:

- curvas de nível e perspectivas de relevo de terreno, de ilhas e portos, a partir de dados digitalizados de Cartas Náuticas, para a Marinha Brasileira;
- idem para o fundo do mar na embocadura de portos, com dados obtidos por batimetria;
- diagramas de irradiação para fontes eletromagnéticas para antenas;
- diagramas de irradiação para as antenas propriamente ditas;
- perspectivas para campos elétricos em seções de guias de ondas para microondas;

- curvas de mesmo afastamento entre o Geóide e o Elipsóide (SAD-69) e correspondente perspectiva;
- visualização do posicionamento, no terreno, de pistas de aterrisagem para aeroportos, com o correspondente cálculo de cubagem do aterro a ser movimentada.

Naturalmente, o sistema poderá ser usado para "display" de dados geofísicos, obtidos através de processamento de dados sísmicos.

4.2 - Realce visual de imagens de satélite.

O tratamento digital de imagens de Sensoriamento Remoto, como são as do satélite LANDSAT e serão as do SPOT, leva a dois fins distintos: no primeiro caso, a análise e interpretação de imagens são feitas pelo próprio computador, utilizando algoritmos bastante sofisticados; no caso do INPE, estes algoritmos e o "software" correspondente foram desenvolvidos localmente. No segundo, a análise e as interpretações são feitas visualmente, geralmente com consultas a outros dados conhecidos, como os obtidos de trabalhos de campo (chamados "verdade terrestre"). O tratamento de imagem pode ser diferenciado de acordo com o seu uso final.

Para a interpretação visual, uma série de técnicas foram desenvolvidas; as mais simples consistem, essencialmente, em se fazer rotações dos eixos no espaço de características ("feature space"), com o fim de melhor "espalhar" os dados e tornar suas diferenças mais visíveis. Outros métodos exploram a resposta do sistema visual humano para "esticar" o histograma de imagem, realçando assim as diferenças entre níveis de cinza.

São mostrados resultados obtidos por:

- realce por principais componentes - área do porto de Tubarão;

- mesma área, método de análise canônica, que tenta maximizar a relação entre a variância de média das classes ("clusters") e a soma das variâncias das classes;
- combinação de "esticamentos" de histogramas e o método das principais componentes.

4.3 - Correção atmosférica de imagens de satélite.

A influência da atmosfera na qualidade das imagens obtidas através de satélite é marcante. Para aplicações em Geologia, Geofísica, Cartografia, Oceanografia, etc, a correção dos efeitos atmosféricos melhora a qualidade da interpretação, reduzindo a probabilidade de erro.

A irradiação eletromagnética solar sofre atenuação e espalhamento ao atravessar duas vezes a atmosfera, a caminho e de volta do alvo no solo. Desenvolveram-se, no INPE, modelos atmosféricos, algoritmos e programas interativos que permitem, de forma eficiente e rāpida, corrigir esses efeitos.

São mostrados, por comparação de imagens antes e depois da correção, os seguintes casos específicos:

- Vale do Paraíba - correção para profundidade ótica do aerossol igual a 0,24; albedo, 0,20; elevação solar, 40⁰; com dados de radiossondagem do Aeroporto de Congonhas, São Paulo.
- Baía da Guanabara - Canal 5 e composição colorida, com dados de radiossondagem do Aeroporto do Galeão, Rio de Janeiro.

4.4 - Aquisição de dados de satélites.

Além de imagens de Sensoriamento Remoto, o INPE rastreia e recebe imagens de satélites meteorológicos. Esses são de dois tipos: os de órbita baixa, como a série TIROS-N, e os de órbita síncrona(geostacionários) como o GOES e o METEOSAT. O Instituto domina inteiramente

a tecnologia do projeto, construção e operação de estações de recepção, aã incluída a recepção de mensagens enviadas pelas Plataformas de Coleta de Dados, descritas a seguir.

Serão mostradas fotos das seguintes instalações:

- antena de rastreo e aquisição de imagens do AVHRR/TOVS dos sa télites TIROS-N;
- estação de recepção AVHRR;
- imagem típica do AVHRR adquirida no INPE;
- antena para o satélite GOES;
- imagem típica do SMS/GOES, adquiridas diariamente no INPE;
- detalhes da estação de recepção SMS/GOES;
- segundo protótipo do sistema de "display" de imagens em desenvolvimento no Instituto;
- tela típica do "display" de imagens, com parte da América do Sul codificada em cores.

4.5 - Plataformas de Coleta de Dados.

Tanto os satélites de órbita polar como os geostacionários possuem sistemas a bordo que permitem a retransmissão,concorrente com a de imagens, de dados adquiridos pelas plataformas remotas.

O sistema ARGOS, para os satélites da série TIROS-N, foi projetado e implantado pelo "Centre National d'Estudes Spatiales"(CNES) em colaboração com o "National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA). Este sistema permite a utilização de plataformas fixas ou mô veis, servindo também como seu localizador. A plataforma possui uma an tena omnidirecional, para evitar o problema de rastreo, e transmite seus dados continuamente, em intervalos que variam de 40 a 200 segundos. Quando a plataforma entra no ângulo de visada do satélite e este no da estação receptora, a informação pode ser transferida.

Já o satélite geostacionário SMS/GOES (o Brasil recebe dados de um dos cinco satélites dessa família) permite três tipos de plataforma: interrogáveis, autotemporizadas e de emergência. Estas últimas transmitem seus dados somente quando os parâmetros, que são monitorados, excedem valores críticos predeterminados.

Os dois primeiros lançamentos da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) levarão, a órbitas baixas, dois satélites repetidores para estações do tipo ARGOS (compatíveis com esse sistema), permitindo até 1000 estações que serão colocadas no território brasileiro ou no oceano. O projeto das plataformas já foi feito e várias delas estão em funcionamento utilizando os satélites TIROS-N.

Construídas para serem autônomas, alimentadas por placas de células solares que carregam uma bateria comum de 12 v, essas plataformas necessitam de um mínimo de manutenção e podem ser colocadas em qualquer ponto do território nacional, mesmo os de mais difícil acesso.

São mostradas fotos dos seguintes equipamentos:

- transmissor INPE para o sistema PCD/ARGOS;
- transmissor INPE/ARGOS em teste de bancada, para as interfaces;
- plataforma INPE/ARGOS em teste de campo, com unidade de teste desenvolvida no Instituto;
- maquete do 1º satélite brasileiro da Missão Espacial Completa.

4.6 - Conclusões.

Embora ainda não tenha atacado o problema do processamento de dados sísmicos, o INPE possui um alto grau de capacitação técnica na aquisição, tratamento e apresentação de dados em geral. Essa capacitação é comprovada pelos sistemas já projetados e desenvolvidos no Instituto, alguns dos quais foram apresentados nesta palestra.

Quanto à formação de pessoal especializado, capaz de dedicar-se à pesquisa e desenvolvimento na área, o Curso de Computação Aplicada vem formando Mestres e Doutores em várias subáreas da Ciência de Computação. Credenciado em 1977, o Curso já formou 36 Mestres em várias especialidades, cujo nível é comparável com programas semelhantes no exterior. Como todos os Cursos do INPE, a inscrição é aberta a candidatos com curso superior, sendo a maioria dos aceitos provenientes de cursos de Engenharia, Matemática, Física e Ciência de Computação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO, M.L.K; CÔRREA, W.A.G.; GUERRA, S.M.S.; LUZ, M.E.R.; REDAELLI, R.; SOARES, P.C. Análise Morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na Bacia do Paranã. II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1982, no prelo.
- BENTZ, F.P.; GUTMAN, S.I. LANDSAT data contribution to hydrocarbon exploration in foreign regions. In: Woll, T.W.; Fischer, W.A. eds. Proceedings of First Annual W.T. Pecora Memorial Symposium, Oct., 75. U.S. Geological Survey Prof. Paper 1015, 1977, pp. 83-92.
- CUNHA, F.M.B. Significado das reflectâncias anômalas registradas na vegetação da Bacia do Alto Amazonas. II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 1982, no prelo.
- DONOVAN, T.J. Petroleum Microseepage at Cemont field, Oklahoma - evidence and mechanism. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1974, v. 58, pp. 429-446.
- FILLIPPONE, W.R. Correlation of Basement tectonics and Hydrocarbon Accumulations. International Conference on Basement tectonics, 3rd Conference - Dwango, Colorado, 1978, p. 17.
- FLORENSKY, P.V.; PETROUKO, A.S.; SHORIN-KONSTANTINOV, B.P. Combined formalized processing of space image and geologic-geophysical data in connection with the study of deep structure of petroliferous platform regions. U.S.G.S. Prof. paper 1015, 1977, pp. 339-354.
- FUSSEL, J. Lineaments lead to oil in wyoming. Geotimes, 1980, v. 25, nº 5, pp. 19-20.
- HALBOUTY, M.T. Application of LANDSAT imagery to petroleum and mineral exploration. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1976, v. 60, pp. 745-793.
- KIRBY, M.E. An Evaluation of Image Processing Methods Applied to LANDSAT data for The Detection of an Arctic Natural Oil Seep. Proceedings of the 14th Int. Symp. on Remote Sensing of Environment - Costa Rica, 1980, p. 791.

- LIU, C.C.; MENESES, P.R. A utilização de dados de vários sensores na análise de feições morfoestruturais de interesse a pesquisa de petróleo. II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 1982, no prelo.
- MILLER, J.B. LANDSAT images as applied to petroleum exploration in Kenya. NASA Earth Resources Survey Symposium. NASA TM x-58. 168, 1975, v.1-B, pp. 605-624.
- MIRANDA, F.P. Sistemática de Interpretação de dados do sistema LANDSAT e de imagens de radar para a pesquisa petrolífera. Tese preliminar de Mestrado. Departamento de Recursos Humanos, INPE, inédito, 1981, 31 p.
- PARRISH, J.B.; SWIRYDCZUK, K; VINCENT, R.K. LANDSAT interpretation of Parana Basin, Brasil. Geospectra Corporation Report, inédito, 1980.
- PETERSON, R. Oil and gas exploration by pattern recognition of lineaments associated with bends in wrench faults. Proceedings of the 13th Int. Sympos. on Remote Sensing of Environment. Michigan, 1979.
- SABINS, F.F. Oil exploration and digital processing. Photogrammetric Engineering, 1974, V.XL, nº 10, pp. 1197-1200.
- SIMPSON, C.J. LANDSAT: developing techniques and applications in mineral and petroleum exploration. Journal Aust. Geol. Geophys. 1978, v. 3, pp. 181-191.
- SOARES, P.C.; MATTOS, J.T.; BALIEIRO, M.G.; BARCELLOS, P.E.; MENESES, P.R.; GUERRA, S.M.S.; CSORDAS, S.M. Análise Morfoestrutural Regional com imagens de radar e LANDSAT na Bacia do Paraná. Anais do 3º Simpósio Regional de Geologia. Curitiba. 1981. v. 1. pp.201-216.
- SOARES, P.C.; BARCELLOS, P.E.; CSORDAS, S.M.; MATTOS, J.T.; BALLIEIRO, M.G.; MENESES, P.R. Lineamentos em imagens e radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 1982, no prelo.

VINCENT, R.K.; DRAKE, B. Potential Use of LANDSAT data for Petroleum Exploration in the Michigan Basin. Proceedings of the 15th Annual Conference of the Ontario Petroleum Inst., Canada, 1976, pp. 1-23.

VINCENT, R.K.; COUPLAND, D.H. Petroleum exploration with LANDSAT in Bay Country, Michigan. An interim Case Study. Proceedings of the 14th Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Costa Rica, 1980, pp. 379-387.