

ANÁLISE DOS LINEAMENTOS FOTOGEOLÓGICOS NA REGIÃO
DE ITACARÉ (BA): UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Chan Chiang Liu
José Eduardo Rodrigues

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

RESUMO

O exame das imagens LANDSAT e de radar (SLAR) do sul da Bahia revela inúmeras feições lineares que podem ser agrupadas em cinco sistemas, conforme suas direções: $N65^{\circ}E$, $N70^{\circ}W$, $N45^{\circ}W$, $N40^{\circ}E$ e $NS/N15^{\circ}E$. Com base em suas expressões topográficas, seus padrões de distribuição e seu relacionamento mútuo, dois pares de fraturas conjugadas de cisalhamento podem ser consideradas: um formado pelos sistemas $N65^{\circ}E$ e $N70^{\circ}W$ e o outro pelos sistemas $N40^{\circ}E$ e $N45^{\circ}W$, sendo que o primeiro é o mais antigo e é sempre seccionado pelos lineamentos do segundo. Seus ângulos de conjugação medem 45° e 85° e têm bissetrizes com direções E-W e N-S, respectivamente. De acordo com as teorias sobre os ângulos de conjugação, o primeiro destes pares deve ter sido gerado por uma compressão E-W, sob condições de pressão confinante e temperatura baixas. O outro par conjugado ($N40^{\circ}E$ e $N45^{\circ}W$) deve estar relacionado a uma forte compressão N-S. Os lineamentos $NS/N15^{\circ}E$, para os quais não há conjugação, concordam com a estruturação regional citada na literatura, representada pelas direções da foliação e dos eixos de dobramentos.

ABSTRACT

Examination of LANDSAT and SLAR images in Southern Bahia reveals numerous linear features, which can be grouped into five sets, based on their trends: $N65^{\circ}E$, $N70^{\circ}W$, $N45^{\circ}W$, $N40^{\circ}E$ and $NS/N15^{\circ}E$. Owing to their topographic expressions, distributive patterns and mutual relationships, the lineament sets of $N65^{\circ}E$ and $N70^{\circ}W$ directions, as well as the sets of $N40^{\circ}E$ and $N45^{\circ}W$, can be considered as two pairs of conjugate-shear fractures and the former is older and is always cut by the latter. Their conjugate-shear angles are 45° and 85° and their bisector lines are approximately in east-west and north-south directions, respectively. According to the theory on the conjugate-shear angles, the former conjugate-shear fractures would be caused by an east-west compression, under a condition of low confining pressure and temperature. The other conjugate pair ($N45^{\circ}W$ and $N40^{\circ}E$) would be caused by a

strong compression in north-south direction. The lineaments with NS/N15°E trend are concordant with the regional structures represented by foliations and axis of folding.

1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem havido um crescente aumento de interesse pelo estudo dos lineamentos devido à demanda de novos métodos de investigação geológica e, principalmente, ao desenvolvimento experimentado pelas técnicas de sensoriamento remoto.

A observação de imagens da superfície terrestre, obtidas a grandes altitudes por aeronaves ou espaçonaves, permite aos geólogos uma visão sinótica de extensas áreas e a visualização do "fabric" estrutural de uma região, ou seja, dos sistemas dominantes de feições lineares, relacionáveis com o arcabouço tectônico regional (Lee et alii, 1974).

Para a execução deste trabalho foi escolhida uma área no sul da Bahia, delimitada pelos paralelos 14°07' e 14°28'S e pelos meridianos 38°57' e 39°44' Oeste, cortada pelo baixo curso do rio de Contas e seu tributário, o rio Gongoji (Figura 1).

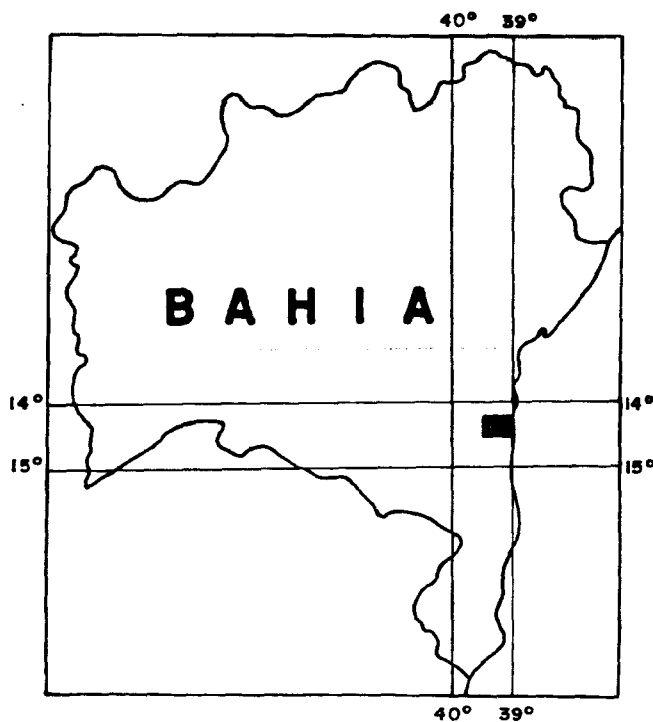


Fig. 1 - Mapa de localização.

O objetivo do estudo ora apresentado é mostrar que o sensoriamento remoto pode permitir a definição e a análise das feições lineares naturais, bem como a inferência sobre a natureza das forças tectônicas responsáveis pelos padrões estruturais regionais identificados.

Para tanto, foram utilizadas as imagens INPE/LANDSAT-173207-120808-6 (canal 6) e INPE/LANDSAT-173207-120808-7 (canal 7), datadas de 26/7/73 e que mostram azimute solar de 49° e ângulo de elevação solar de 39° , bem como o mosaico de radar (Projeto RADAMBRASIL) que engloba a área escolhida (SD-24-Y-B), todos em escala de 1:250.000.

O propósito desta publicação é apenas o de mostrar os resultados fotointerpretativos e uma inferência sobre os esforços envolvidos no processo, esperando que no futuro esses resultados possam ser comparados com a verdade terrestre.

2 - AMBIENTE GEOLÓGICO

Exceto em seu limite oriental, coberto pelos sedimentos meso e cenozóicos que compõem a Bacia de Camamu, a área abrangida por este estudo é constituída pelos terrenos pré-cambrianos denominados Complexo Jequiré por Lima et alii (apud Oliveira et alii, 1982). Este Complexo foi dividido por Pedreira et alii (1976) em três blocos tectônicos, com base em critérios litológicos, estruturais e geocronológicos: blocos Lençóis, Jequié e Itabuna, sendo este o mais oriental, mais recente e que abrange a área pesquisada.

Oliveira et alii (1982) citaram que o Bloco Itabuna "é caracterizado pela predominância de rochas de composição básica a intermediária, tais como pircclasitos e gnaisses enderbíticos, com menores quantidades de gnaisses charnockíticos". Pedreira et alii (1976) dividiram a sequência granulítica que compõe o Complexo Jequié (por eles denominado apenas *Pré-Cambriano C*) em duas unidades litoestratigráficas: uma basal, composta por piroxênio-granulitos e outra de topo, formada por granulitos migmatizados.

Estudos geocronológicos realizados por Cordani e Lyer (1979) revelaram idades Rb-Sr entre 2270 ± 40 Ma e 2290 ± 90 Ma (eventos tardios do Ciclo Jequié) para as rochas do bloco Itabuna, no limite norte do qual foram observadas idades mais novas (2000 Ma) atribuídas a um retrabalhamento das rochas arqueanas durante o Ciclo Transamazônico (Bartels et alii, 1977).

Com relação aos lineamentos estruturais, poucas linhas têm sido descritas e poucas informações têm sido colocadas nos mapas, contrastando com a abundância com que tais feições podem ser detectadas nas imagens de grandes altitudes (SLAR e LANDSAT).

Pedreira et alii (1976) citaram, rapidamente, que a estruturação regional, representada pelos eixos de dobras e lineamentos do Bloco Itabuna, acompanha concordantemente os contornos do Bloco Jequié. Na área deste trabalho esta direção é aproximadamente NNE.

Esse "trend" foi ratificado em trabalhos posteriores. Mascarenhas et alii (1979) concordaram com a orientação NNE para os eixos de dobras e lineamentos estruturais e incluíram em seu mapa geológico falhas cujas direções variam entre ENE e NE. Oliveira et alii (1982) incluíram a foliação de transposição entre as estruturas com direção NNE e foram mais pródigos em classificar como falhas alguns dos lineamentos cartografados.

Pedreira et alii (1978) e Inda e Barbosa (1978) divergiram parcialmente dos trabalhos acima referidos e citaram a direção N-S para os eixos dos dobramentos regionais e para a foliação.

Conforme será mostrado nas próximas Seções, um número exponencialmente maior de lineamentos do que os observados na literatura pode ser identificado nas imagens LANDSAT e SLAR, os quais condicionam sem margem de dúvida a formatação dos elementos do relevo na área estudada. Isto inclui sistemas de lineamentos com direções gerais situadas no quadrante NW e para os quais não se encontra nenhuma referência na literatura.

3 - NOMENCLATURA E DEFINIÇÕES

Nos primórdios deste século, o geólogo William Herbert Hobbs propôs o termo *lineamento* para as linhas do relevo que revelam a arquitetura do embasamento. Durante as décadas seguintes muitas definições e termos adicionais foram elaborados e erroneamente utilizados como sinônimo de lineamento, tais como: linear, lineação, fratura, traço de fratura, etc. Esta proliferação de termos, frequentemente vagos e contraditórios, serviu apenas para obscurecer e minimizar a importância de tais elementos no contexto geológico. Assim, antes de pretender inferir o real significado dos lineamentos, é necessário que se definam com clareza sua terminologia e sua conceituação.

Neste trabalho, as palavras *linear* e *lineamento* estão usadas conforme a definição de Sabins Jr. (1978) que concorda integralmente com O'Leary et alii (1976) de que *linear* deve ser usado apenas como um adjetivo para descrever a forma de uma feição no terreno. Neste sentido, *feição linear* seria um bom termo para descrever a geometria de um objeto, sem conotação genética ou estrutural. A expressão *lineamento* na conceituação de Sabins Jr. (1978) diz respeito a uma feição linear, topográfica ou tonal, num terreno, foto ou mapa e que pode representar uma zona de fraqueza estrutural.

4 - AS IMAGENS MSS-LANDSAT E SLAR

O maior ou menor grau de facilidade com que as feições geológicas são representadas nas imagens LANDSAT e SLAR depende, entre outros fatores, do tipo do terreno e seu grau de erosão.

Entre as características intrínsecas do sensoriamento remoto podem-se destacar a direção de varredura do sensor e o ângulo de elevação e o âzimuth solares como parâmetros importantes na extração de informações geológicas, principalmente nos casos em que estas são mais bem caracterizadas por suas expressões topográficas. Isto é devido ao fato de que os baixos ângulos de iluminação podem, por realce de sombreamento, destacar os elementos topográficos pouco expressivos. Por outro lado, nas áreas com relevo acentuado, um baixo ângulo de iluminação pode promover excessivo sombreamento, ocultando alguns detalhes.

A órbita fixa do LANDSAT faz com que ele passe sobre o mesmo ponto da Terra a períodos constantes e aproximadamente no mesmo horário. Assim, embora o horário local não mude, haverá diversos ângulos de elevação solar para um determinado local, em virtude do diferente posicionamento da Terra em relação ao Sol em diferentes épocas do ano.

Da mesma forma, também o âzimuth solar varia com o tempo e com a latitude. Diferentes direções de iluminação solar provocam diferentes efeitos no imageamento das feições da superfície e podem influir na análise e interpretação dos lineamentos, em especial daqueles representados por elementos topográficos. Cabe destacar ainda que os lineamentos com direções próximas

ã do azimute solar serão menos destacados no LANDSAT devido ao menor realce por sombreamento. Assim, a observação de imagens obtidas sob azimute solares diferentes é recomendada para minimizar esta deficiência.

Cuidados adicionais devem ser tomados com relação às feições lineares com direções próximas à de varredura do LANDSAT (N81W), uma vez que tendem a ser confundidas com as linhas de ruído eletrônico que normalmente surgem durante o imageamento. Esta distorção pode ser corrigida pela integração de dados obtidos a partir da análise de imagens LANDSAT e SLAR, uma vez que a direção de varredura desses dois sistemas são diferentes. No caso da área deste estudo, estas direções são aproximadamente ortogonais.

Por fim, a resolução geométrica ou espacial das imagens também exerce um papel importante na detecção dos lineamentos. No sistema MSS-LANDSAT esta resolução é relativamente pequena uma vez que seu campo-de-visada-instantânea ("pixel" ou elemento de imagem) é de 79 x 79 m no terreno para os LANDSATs 1, 2 e 3, e de cerca de 82 x 82 m para o LANDSAT 4. Por outro lado, a resolução espacial do radar é de apenas 25 x 25 m, de modo que é esperado que alguns detalhes observados nas imagens SLAR não possam ser definidos nas imagens MSS-LANDSAT.

5 - INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS

Os aspectos relevantes em sensoriamento remoto incluem: a) atributos espectrais que servem para enfatizar contrastes na reflectância dos alvos, ou seja, para avaliar as variações nos níveis de cinza de uma imagem, as quais podem permitir a diferenciação dos diversos materiais na superfície; b) atributos espaciais que informam sobre as características geomórficas, os padrões e as texturas dos terrenos, e são aplicáveis à identificação dos lineamentos naturais; c) atributos temporais que refletem as mudanças sazonais do clima e da iluminação e, conseqüentemente, permitem diferentes visões do terreno, auxiliando tanto na diferenciação da litologia quanto dos lineamentos.

Tendo em vista que as estruturas geológicas se revelam principalmente através das características topográficas dos terrenos, dois aspectos devem ser considerados na análise das imagens, principalmente no caso das imagens MSS-LANDSAT. Primeiro, que a análise das características multiespectrais pouca contribuição trará ao estudo dos lineamentos, posto que os contrastes tonais podem esmaecer e mesmo ocultar a expressão da topografia. Segundo, que o realce por sombreamento é o fator mais importante na fotointerpretação de lineamentos. Uma elevação solar e um azimute adequado tenderão a realçar as formas de relevo, melhorando a observação dos lineamentos naturais nas imagens.

Alguns tipos de tendência ao erro devem ser considerados na interpretação visual de imagens. Os erros pessoais são minimizados quando as imagens são interpretadas mais de uma vez, a tempos diferentes, e as interpretações das imagens LANDSAT e SLAR feitas de forma independente, com posterior correlação dos resultados obtidos, de modo a compor um mapa único. A geometria do imageamento também influi na extração de informações sobre as feições lineares naturais. O LANDSAT tem direções de iluminação e de varredura diferentes, havendo, portanto, duas tendências direcionais ao erro. Já no sistema de radar a iluminação e o imageamento têm a mesma direção e, por isto, ocorre apenas uma tendência direcional ao erro. Estas distorções podem ser minimizadas por meio de cautelosa correlação entre os dados obtidos a partir de cada uma destas fontes, individualmente.

6 - CLASSIFICAÇÃO DOS LINEAMENTOS

Numerosos trabalhos têm focalizado a classificação de lineamentos e feito sugestões no sentido de que estas classificações sejam baseadas em critérios tais como sua suposta origem, seu tipo de expressão no terreno ou sua extensão. A classificação com base na origem dos lineamentos é extremamente difícil e restritiva, principalmente quando se trabalha sobre áreas pouco conhecidas e compostas por rochas forte e complexamente deformadas. Alguns autores agrupam os lineamentos segundo sua expressão geomórfica. Esta classificação é incompleta e pouco prática, porque uma feição linear pode ser expressa por uma variada gama de formas topográficas (escarpas, cristas, vales, etc.) e porque um mesmo tipo de feição geomórfica pode ser gerada por fenômenos geológicos tão distintos quanto, por exemplo, uma falha ou uma ação erosiva diferencial. A classificação baseada no comprimento dos lineamentos é amplamente difundida, mas igualmente deficiente. Ao contrário do que ocorre com as feições mais conspícuas, a definição do comprimento dos lineamentos mais sutis poderá ser um tanto diferente para diferentes fotointérpretes. Além disso, conforme a escala e as condições do terreno, um lineamento poderá se mostrar contínuo ou segmentado. Desta forma, é mais prático e fácil, e menos restritivo, adotar uma classificação baseada na direção dos lineamentos, uma vez que, embora o detalhamento possa variar de acordo com a experiência dos fotointérpretes, todos eles observarão certamente os mesmos "trends" de lineamentos, localizados ou de âmbito regional. Critérios secundários, tais como a expressão topográfica e o relacionamento espacial, podem fornecer subsídios para a definição dos subsistemas nos quais eventualmente de possa subdividir os sistemas principais.

Nas figuras 2 e 3 estão representados os lineamentos extraídos do MSS-LANDSAT (canais 6 e 7) e do mosaico de radar, respectivamente. É bastante notável a diferença no tipo e no nível de informação obtida em cada um desses produtos e a maneira como esses dados de complementam.

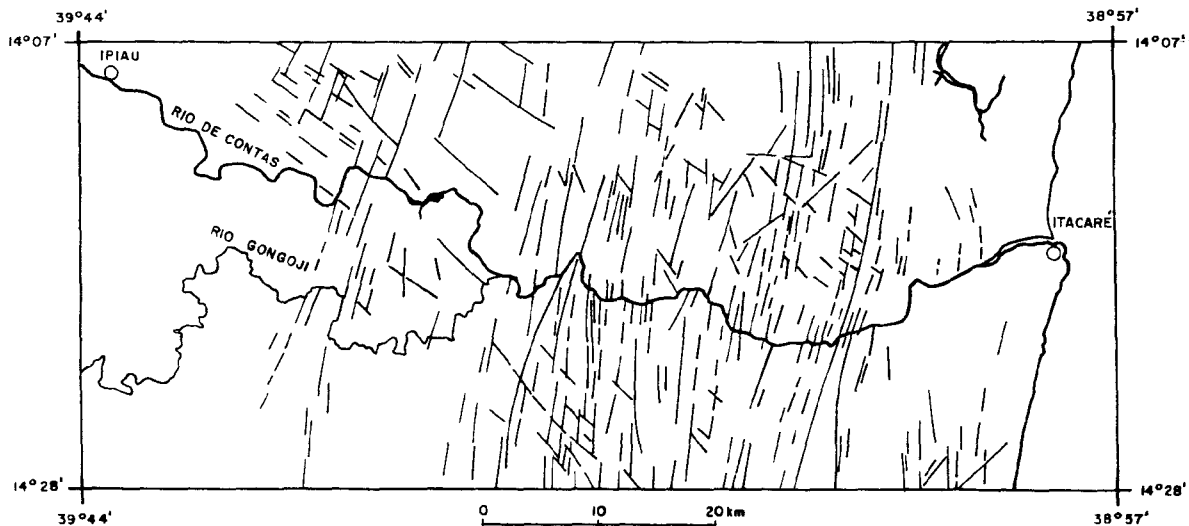


Fig. 2 - Lineamentos extraídos do MSS-LANDSAT.

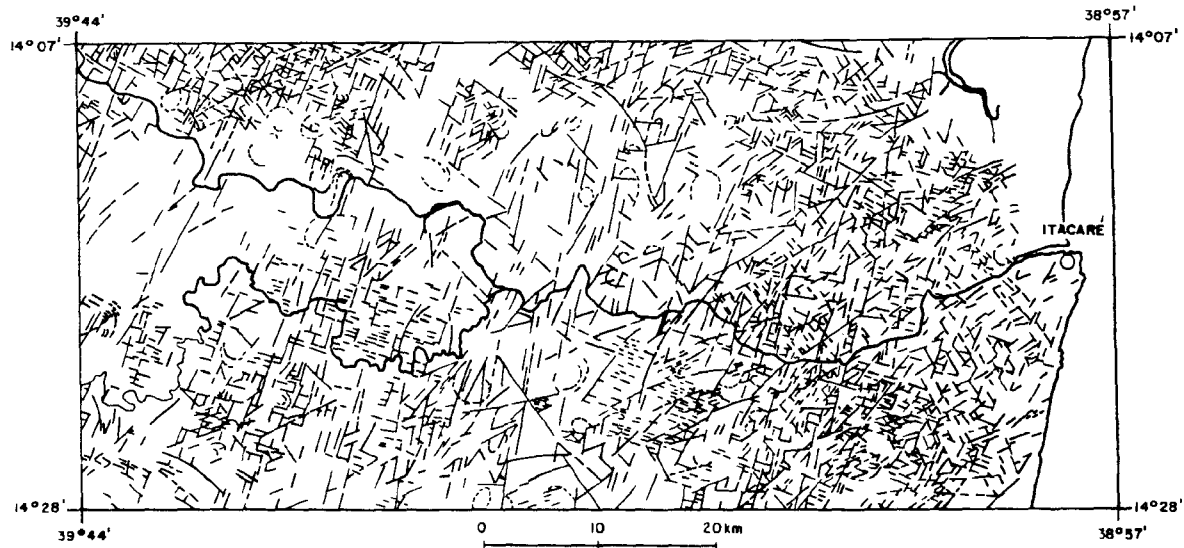


Fig. 3 - Lineamentos extraídos do mosaico de radar.

As Figuras 4 e 5 mostram os lineamentos dos sistemas com direções $N70^{\circ}W$ e $N65^{\circ}E$, respectivamente, que foram transferidos da Figura 3. Estes dois sistemas têm, como características próprias, o fato de representarem feições lineares estreitas, curtas e pouco marcantes e estarem sempre truncados pelos outros sistemas, formados por lineamentos mais possantes.

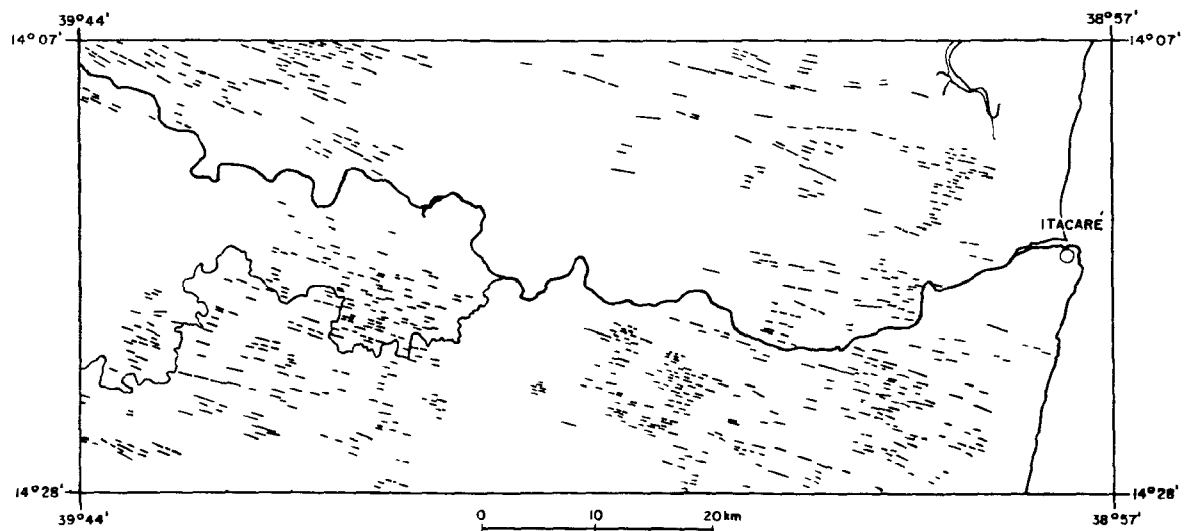


Fig. 4 - Lineamentos do sistema $N70^{\circ}W$.

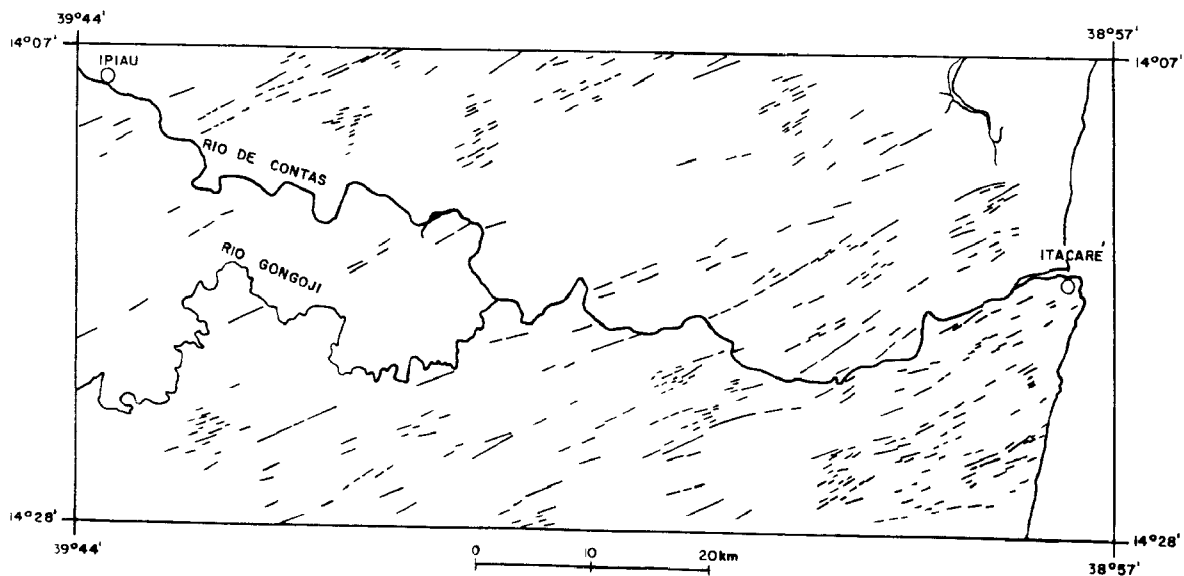


Fig. 5 - Lineamentos do sistema N65⁰E.

As Figuras 6 e 7 apresentam os lineamentos dos sistemas com direções N45⁰W e N40⁰E, respectivamente, que foram extraídos das Figuras 2 e 3. Estes sistemas são constituídos por lineamentos longos e conspícuos, que seccionam os elementos dos sistemas N70⁰W e N65⁰E, mas que são cortados pelos lineamentos do sistema NS/N15⁰E.

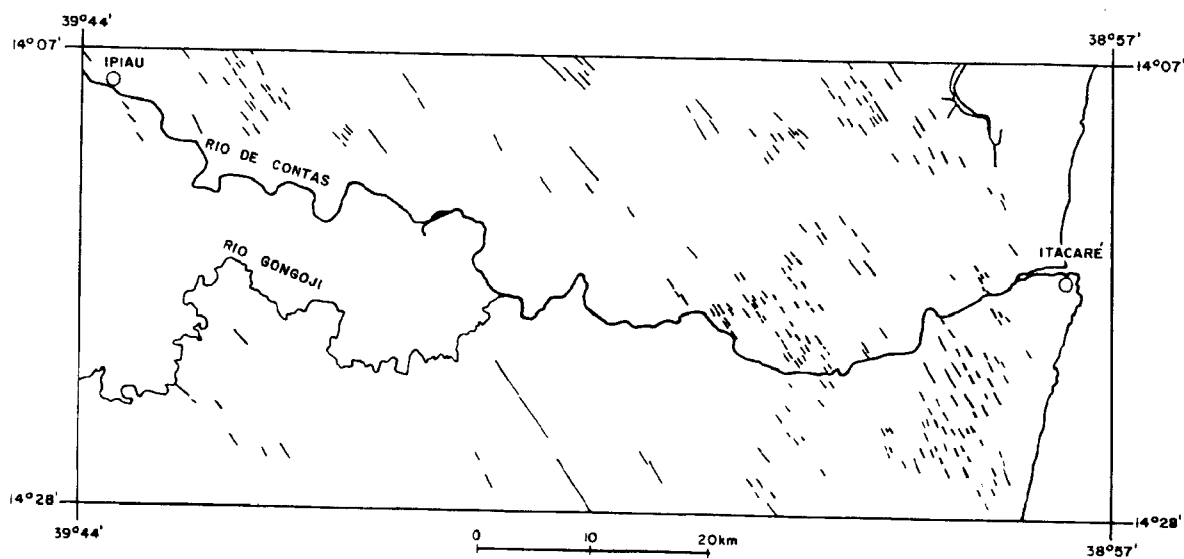


Fig. 6 - Lineamentos do sistema N45⁰W.

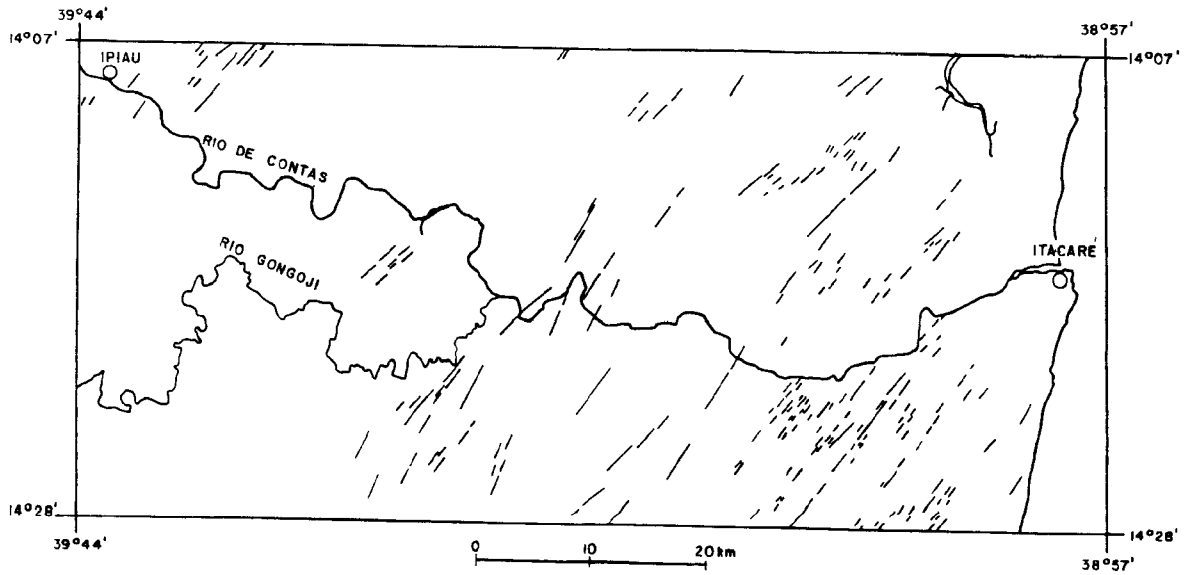


Fig. 7 - Lineamentos do sistema $N40^{\circ}E$.

A Figura 8 representa o sistema de lineamentos $NS/N15^{\circ}E$ que foi também extraído das Figuras 2 e 3. Este sistema é formado pelos lineamentos maiores e mais nítidos de toda a área e que cortam todos os demais sistemas.

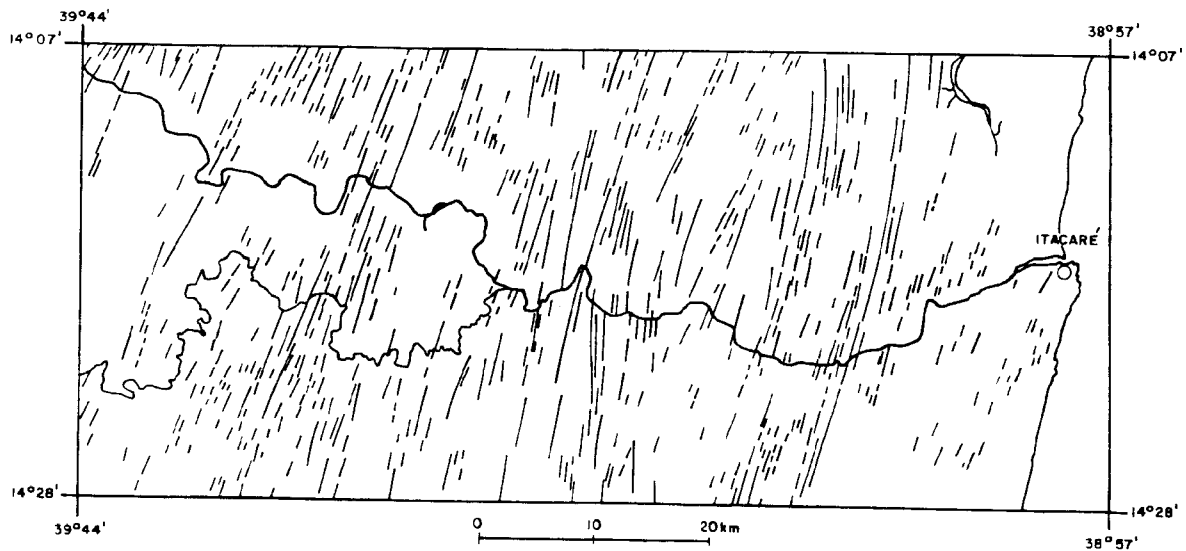


Fig. 8 - Lineamentos do sistema $NS/N15^{\circ}E$.

7 - INFERÊNCIA TECTÔNICA DOS LINEAMENTOS

Muitos pesquisadores têm estudado a relação entre a magnitude dos ângulos conjugados de cisalhamento e os movimentos tectônicos que os geram. De acordo com a relação dos esforços, estabelecida por Mohr, o ângulo entre os planos de cisalhamento é um pouco menor que 90° e a sua bissetriz é o eixo do máximo esforço compressivo. Segundo Billings (1954), quando se submete uma rocha a uma compressão crescente, ocorre um par de fraturas de

cisalhamento sob um ângulo de conjugação sempre menor que 90° (em geral em torno de 60°), cuja bissetriz é a força compressiva. Com relação aos ângulos de conjugação menores, Badgley (1965) citou que "muitos pares de fraturas com pequenos ângulos de conjugação têm sido observados no campo. Alguns geólogos se inclinam a interpretar tais padrões como o resultado de uma compressão horizontal, considerando que atualmente tais padrões são produzidos provavelmente por movimentação vertical de blocos. Nesse caso, a bissetriz do pequeno ângulo de conjugação será paralela ao eixo de um sistema de "horsts" ou de um dobramento". Handin e Hunger (Badgley, 1965) efetuaram experimentos sobre as modificações no valor do ângulo de conjugação relacionadas a mudanças na pressão confinante, na temperatura e na própria força compressiva. Desses experimentos ficou claro que: a) quando a temperatura é constante e tanto a pressão confinante quanto a compressão aumentam, o ângulo de conjugação aumenta de 28° até 60° ; b) o mesmo ocorre quando a pressão confinante e a compressão permanecem fixas mas a temperatura aumenta; c) o ângulo de conjugação aumenta progressivamente de 28° a 64° quando a temperatura, a pressão confinante e a compressão aumentam.

Com base nos princípios expostos pode-se considerar os lineamentos dos sistemas $N70^{\circ}W$ e $N65^{\circ}E$ como um provável par conjugado de fraturas de cisalhamento. Estes lineamentos distribuem-se mais ou menos homoganeamente por toda a área (Figuras 4 e 5, respectivamente) e seus comprimentos situam-se entre 1 e 2,5 km. Podem ser considerados como os lineamentos mais antigos da área e representam, talvez, rupturas geradas pelos eventos tectônicos mais velhos. O ângulo de conjugação deste par é de 45° e sua bissetriz (esforço compressivo) tem direção aproximada E-W. O valor deste ângulo permite inferir que os lineamentos destes sistemas tenham se formado sob condições de pressão confinante e temperatura baixas.

Os lineamentos $N45^{\circ}W$ e $N40^{\circ}E$ podem também ser considerados como um par de fraturas conjugadas de cisalhamento. Eles têm comprimento médio da ordem de 4 km e se concentram na porção mais próxima ao litoral (Figuras 6 e 7), sendo mais raros no interior. Como já foi referido anteriormente, são mais jovens que os sistemas $N70^{\circ}W$ e $N65^{\circ}E$. Seu ângulo de conjugação é de 85° , com bissetriz N-S. É lícito considerar que estes lineamentos foram gerados por uma forte compressão N-S que teve atividade mais ou menos restrita à região próxima ao litoral.

Os lineamentos do sistema $NS/N15^{\circ}E$ são bastante nítidos nas imagens LANDSAT, aparecendo sob a forma de vales e encostas muito bem marcados, retilíneos ou suavemente encurvados, com comprimentos até 200 km e distribuídos por toda a área estudada. Estes lineamentos seccionam todos os outros sistemas e, por isso, podem ser considerados como representantes das estruturas com atividade mais tardia na região. A direção geral destes lineamentos é concordante com a estruturação regional das rochas do Complexo Jequiê, resultante da orientação NS a NNE da foliação e dos eixos de dobras (Pedreira et alii, 1976; Mascarenhas et alii, 1979; Oliveira et alii, 1982; Pedreira et alii, 1978).

É importante que se tenha em mente que não necessariamente todas as estruturas de uma área estarão representadas nas imagens LANDSAT e SLAR. Assim, é aceitável que algumas estruturas, tais como foliações, juntas de pequeno porte e eixos de dobras, possam não constituir lineamentos nas imagens. Por outro lado não se pode deixar de considerar que uma interpretação tectônica pertinente, a partir do estudo de lineamentos, deve ser apoiada no conhecimento de dados petrológicos, petrogenéticos e geocronológicos,

bem como em estudos estruturais de detalhe. Por este motivo as inferências tectônicas descritas nos parágrafos anteriores devem ser encarados sob o ponto de vista metodológico e interpretativo, esperando-se que no futuro trabalhos de maior detalhamento possam ratificar sua consistência.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADGLEY, P.C. Structural and tectonic principles. New York, Harper and Row, 1965. 521 p.
- BARTELS, R.L.; TORQUATO, J.R.; OLIVEIRA, M.A.F.T. A geochronological investigation in granulitic terrain northeast of Feira de Santana, Bahia State. In: VIII SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, Campina Grande, 1977. Boletim Especial. Campina Grande, SBG, 1977. p. 18-19.
- BILLINGS, M.P. Structural Geology. 2 ed. New Jersey, Prentice-Hall, 1954. 514 p.
- CORDANI, U.G.; LYER, S.S. Geochronological investigation on the Precambrian granulitic terrain of Bahia, Brazil. Precambrian Res., 9:255-274, 1979.
- INDA, H.A.V.; BARBOSA, J.F. Texto explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000. Salvador, SME/CPM, 1978.
- LEE, K.; KNEPPER, D.H.; SANATZKY, D.L. Geologic information from satellite images. In: SHAHROKHI, F. ed. Remote Sensing of Earth resources. Tullahoma, TN. Space Institute of the Univ. of Tennessee, 1974. v. 3, p. 411-447.
- MASCARENHAS, J. de F.; PEDREIRA, A.J. de C.L.; GIL, C.A.A.; NEVES, J.P. das OLIVEIRA, J.E. de; SILVA FILHO, M.A. da; MARINHO, M.M. Geologia da região centro oriental da Bahia; Projetos Bahia - Bahia II - Sul da Bahia; relatório integrado. Brasília, 1979. (DNPM, Geologia 11: Seção Geologia Básica, 8).
- O'LEARY, D.W.; FRIEDMAN, J.D.; POHN, H.A. Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. Bulletin of the Geological Society of America, 87:1463-1469, 1976.
- OLIVEIRA, E.P. de; LIMA, M.I.C. de; CARMO, U.F. do; WERNICK, E. The Archean granulite terrain from east Bahia, Brazil. Revista Brasileira de Geociências, 12(1/3):356-368, mar/set 1982.
- PEDREIRA, A.J. de C.L.; CORDANI, U.G.; LYER, S.S.; CAMPOS, D. de A.; CAMPOS, D.R.B. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; Folha Salvador (SD.24). Brasília, DNPM, 1976.
- PEDREIRA, A.J. de C.L.; KISHIDA, A.; TORQUATO, J.R.; MASCARENHAS, J. de F. Inventário e reavaliação do conhecimento geológico da parte central do cráton do São Francisco. Anais da Reunião Preparatória para o Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais. Salvador, SME/CPM, (Publicação Especial nº 3), 1978.
- SABINS JR., F.F. Remote sensing, principles and interpretation. San Francisco, CA., W.H. Freeman, 1978. 426 p.