

**CONTRIBUIÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA COMPARTIMENTAÇÃO
MORFOTECTÔNICA E MORFOESTRUTURAL DA BACIA DO PARANÁ
"GRUPO SÃO BENTO", RS, E SUAS RELAÇÕES COM AS
ESTRUTURAS REGIONAIS DO EMBASAMENTO.**

ANTONIO AUGUSTO SOARES FRASCA¹

NÉLSON AMORETTI LISBOA²

CEPSRM - Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento
Remoto e Meteorologia

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Bento Gonçalves, 9500

91501-970 - Porto Alegre, RS, Brasil

Departamento de Geodésia do Instituto de Geociências
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Bento Gonçalves, 9500

91509-900 - Porto Alegre, RS, Brasil

Abstract. A Bacia do Paraná, no RS, sofre a influência de dois amplos padrões estruturais. Em sua porão ocidental, as forma es geológicas da bacia sofrem a interferência do Arco de Rio Grande e ao sistema de falhas NW associado. Na sua parte oriental, estas mesmas forma es geológicas sofrem a interferência dos padrões estruturais associados ao Cinturão Móvel Dom Feliciano e ao sistema de falhas NE-SW e N-S. Como consequência destas amplas áreas de descontinuidade estrutural, vários ciclos de soerguimentos crustais diferenciados em suas amplitudes, afetam a Bacia do Paraná, codificando sua geometria e compartimenta o estratigráfica. Analisou-se regionalmente, os modelados de disseca o do relevo e a rede de drenagem do extremo sul do Planalto Meridional do RS, determinando-se três grandes unidades morfotectônicas, a Fachada Atlântica, a Abóbada Central e a Abóbada Oeste. Cada um destes três compartimentos foram estudados em áreas tipo, sob o ponto de vista das morfoestruturas lineares de pequeno e médio porte, no que concerne ao comprimento, densidade e orienta o dos lineamentos, em mosaicos de RADAR (SLAR), imagens LANDSAT sensores MSS e TM e em aerofotos pancromáticas da faixa do visível. Na Fachada Atlântica, a área tipo escolhida situa-se na região do Lageado do Grande, município de São Francisco de Paula, RS, onde foram analisados lineamentos de médio e pequeno porte, associados a um modelo aplainado. A densidade de lineamentos varia em fun o do grau de disseca o do relevo, a orienta o preferencial   N30 -40  W, resultando um padrão de lineamentos em blocos poligonais.  reas an malas com densifica o de lineamentos na dire o N30 -40  W, resulta em padrão de lineamentos anelar concêntrico. Na Abóbada Central, a área tipo escolhida situa-se nas cabeceiras da Barragem do Passo Real, RS, abrangendo 8 municípios. Ali predominam lineamentos de

pequeno porte, em um modelado ondulado dissecado, densidade de lineamentos uniforme, com um equilíbrio da orientação destes lineamentos entre as direções $N30^{\circ}-40^{\circ}E$, $N30^{\circ}-70^{\circ}E$ e $N30^{\circ}-40^{\circ}W$, resultando padrão de lineamentos multidirecional e anelar concêntrico em zonas de intersecção das três direções mencionadas. Na Abóbada Oeste a área tipo escolhida situa-se no município de São Francisco de Assis, RS. Predominam, nesta área, lineamentos de pequeno porte em um modelado dissecado, com alta densidade de lineamentos, predominando a orientação $N30^{\circ}-40^{\circ}W$ com componente secundária $N30^{\circ}-40^{\circ}E$. Conclui-se que a unidade morfotectônica da Fachada Atlântica, pelos seus padrões de lineamentos, reflete os padrões estruturais do Cinturão Dom Feliciano, com anomalias localizadas, enquanto que a unidade morfotectônica da Abóbada Oeste, reflete padrões litoestruturais do Arco de Rio Grande. A Abóbada Central apresenta padrões de lineamentos que refletem a interferência dos dois padrões estruturais regionais.

INTRODUÇÃO

Este artigo tem por objetivo demonstrar as relações existentes entre as feições morfotectônicas e morfoestruturais do Grupo São Bento da Bacia do Paraná, RS, observáveis em imagens de Sensoriamento Remoto, com os grandes compartimentos geotectônicos do escudo Sul-riograndense.

O arcabouço tectônico da Bacia do Paraná, na área de estudo está constituído por duas grandes entidades geotectônicas:

O Arco do Rio Grande [Sanford & Lange (1960)] que representa um arqueamento crustal regional, estruturado desde o Paleozóico e transformado em sua forma atual no Mesozóico, com eixo de arqueamento segundo a direção NW. Associado a este arco ocorre uma significativa faixa de fraturas NW, descritas por Picada (1970), Reibeiro (1980) e Jost et al. (1984), que serão denominados neste trabalho de Sistema Arco e Falhas Rio Grande.

O Cinturão Móvel Dom Feliciano representa um cinturão orogênico exumado, formado durante o Proterozóico Superior e Paleozóico

Inferior. Associado ao cinturão, ocorrem diversas falhas de orientação NE e N-S.

Estas duas grandes entidades geotectônicas apresentam continuidade sob a Bacia do Paraná, evidenciando que os padrões morfotectônicos ocorrentes em superfície, representam feições do embasamento e zonas de fraturas refletidas na supraestrutura da Bacia do Paraná.

A compartimentação morfotectônica e os padrões morfoestruturais da Bacia do Paraná, RS, tem interesse do ponto de vista científico, como do ponto de vista prático, para as várias atividades extrativas como água subterrânea, ágatas e ametistas, gerenciamento e utilização do solo.

ANÁLISE MORFOTECTÔNICA REGIONAL

Entende-se por morfotectônica, o estudo de formas do relevo com significado tectônico e regional [Gold (1980)]. A identifica

ção de unidades morfotectônicas é favorecida pela análise de imagens de sensoriamento remoto, de pequena escala 1:1.000.000. Partindo-se da análise visual de mosaicos de RADAR SLAR, de imagens LANDSAT do sensor MSS, bandas 5 e 7, foi possível definir três unidades morfotectônicas no Grupo São Bento da Bacia do Paraná, RS, formadoras do Planalto Meridional, no seu setor sul-riograndense: Fachada Atlântica (1), Abóbada Oeste (2) e Abóbada Central (3), fig. 1.

A individualização destas unidades nos mosaicos e imagens analisadas, é percebida por diferentes modelados de dissecação, consequentes do soerguimento crustal diferencial Plio-Pleistocênico que afetou a plataforma brasileira [King (1965)], tendo, este, grande influência no traçado da rede de drenagem atual.

A unidade morfotectônica Fachada Atlântica (1), caracterizada-se por modelado aplainado-dissecado, com eixo de máximo soerguimento no extremo Leste, onde esta unidade é delimitada por abrupta escarpa. A Sul, a Fachada Atlântica limita-se por escarpas erosivas, as mais recuadas, devido ao máximo soerguimento moderno desta unidade.

A unidade morfotectônica Abóbada Oeste (2), individualiza-se por modelado aplainado-dissecado, com eixo de máximo soerguimento coincidindo aproximadamente com a calha do Rio Ibicuí. Limita-se a sudeste com o escudo Sul-riograndense, a Oeste penetra no Uruguai e a nordeste limita-se com a Abóbada Central.

A unidade morfotectônica Abóbada Central (3), caracteriza-se por modelado mamelonado-dissecado com eixo de máximo soerguimento no divisor de águas das bacias dos Rios Uruguai e Jacuí.

Esta unidade limita-se ao Norte com a calha do Rio Uruguai, para o ocidente com a unidade Abóbada Oeste e ao Sul termina por um escarpamento erosivo, menos recuado do que o da Fachada Atlântica, evidenciando soerguimento moderno moderado em relação a esta unidade.

Em cada uma destas unidades foi escolhida uma área tipo, onde se efetuou análise morfoestrutural em imagens LANDSAT, RADAR SLAR e fotografia aéreas em escalas que variam de 1:500.000, 1:250.000 e 1:110.000.

CARACTERÍSTICAS MORFOESTRUTURAIS DA ÁREA TIPO FACHADA DA ATLÂNTICA

A figura 2 representa o traçado dos lineamentos na área tipo da Fachada Atlântica (1) fig. 1, a partir de um mosaico de RADAR do projeto RADAM Brasil, na escala 1:250.000. Traçou-se os lineamentos correspondentes a vales, empregando-se o critério de não prolongar traços por inferência, de modo que o traçado corresponde às feições geomorfológicas e geológicas seguramente existentes no terreno.

A região estudada caracteriza-se geomorfologicamente por uma área mediana (a), pouco dissecada, balizada a Leste e Oeste por terrenos densamente dissecados (b) e medianamente dissecados. Predominam nesta área lineamentos de pequeno porte. A classificação de lineamentos aqui adotada é a proposta por Gold (1980). O padrão morfoestrutural predominante é o de blocos poligonais, onde os lineamentos de médio porte podem corresponder a falhas, provavelmente oriundas do embasamento da bacia, em que a área mediana (a) situa-se entre duas áreas

relativamente soerguidas (b) e (c), fato este evidenciado nas imagens pelos diferentes graus de dissecação dos blocos [Schuck et al. (1988)].

A orientação dos lineamentos é ilustrada pelo diagrama de rosetas (fig. 2), onde se verifica a predominância das disrupções, segundo a direção nordeste (N40°E), tornando-se evidente que a unidade morfotectônica da Fachada Atlântica guarda uma relação genética estrutural com os padrões estruturais associados ao Cinturão Móvel Dom Feliciano e ao sistema de falhas NE-SW associado.

CARACTERÍSTICAS MORFOESTRUTURAIS DA ÁREA TIPO ABÓBADA OESTE

A extração dos lineamentos da área tipo Abóbada Oeste (2), fig. 1, foi feita em imagens LANDSAT sensor MSS, nas bandas 5 e 7, por ter sido o produto de maior eficiência para a visualização destas feições.

A figura 3 corresponde ao traçado destes lineamentos, onde estes correspondem em terreno, a segmentos da drenagem, vales e escarpas e variações tonais nas imagens.

Geomorfologicamente, esta área apresenta-se como uma cuesta realçada, com vertentes inclinadas em direção Oeste, com extrema exposição de solos e intensa dissecação das encostas inter-montanas na porção Leste da área tipo. Esta exposição dos solos segue um padrão concêntrico, bordejando os limites morfoestruturais.

A área tipo Abóbada Oeste, caracteriza-se por apresentar lineamentos predominantemente de pequeno porte, orientados em

sua maioria para o quadrante NW, secundariamente ocorrem lineamentos de médio porte, orientados segundo a direção NE. A aquisição destas informações foram feitas de forma aleatória na imagem, onde foram computados cerca de 600 lineamentos e integrados no diagrama de rosetas da figura 3.

Verifica-se que as morfoestruturas típicas da Abóbada Oeste configuram padrões lineares e anelares, os quais foram expostos ao nível atual erosivo em função de soerguimentos crustais pós-Mesozóicos, que afetaram a Bacia do Paraná. Estes soerguimentos crustais podem ser materializados em três ciclos geomórficos distintos, que afetaram a região, conforme Lisboa (1990): Pediplanos residuais, Pediplanos intermediários e Pediplanos intermediários retrabalhados.

Desta forma, fica evidenciado que estas morfoestruturas estão intimamente relacionadas com os soerguimentos crustais diferenciados ocorridos na região, além do que, estes padrões morfoestruturais devem estar relacionados ou serem representativos das feições do embasamento e zonas de fraturas, refletidos na superestrutura da Bacia do Paraná, no caso o Sistema Arco e Falhas Rio Grande.

CARACTERÍSTICAS MORFOESTRUTURAIS DA ÁREA TIPO ABÓBADA CENTRAL

Para extração de lineamentos, os produtos que se mostraram mais eficientes na área foram imagens RADAR SLAR do projeto RADAM Brasil e fotografias aéreas pancromáticas da faixa do visível, do Serviço Geográfico do Exército, em escala 1:110.000, do ano

de 1975.

Nas imagens de RADAR foram pesquisados lineamentos de médio e pequeno porte e nas fotografias, os de pequeno porte e traços de fratura. A figura 4 representa o traçado dos lineamentos da área tipo da Abóbada Central (3), figura 1.

A área caracteriza-se por apresentar relevo uniforme mamelonado-dissecado, predominando lineamentos de pequeno porte multidirecionais, com distribuição de alta densidade, com setores de maior concentração nas direções NE e NW.

Além do padrão regional multidirecional, verifica-se na parte central da área um padrão anelar, o qual manifesta-se, também, no condicionamento da drenagem, fator este verificado por Takahashi (1991).

A observação espacial dos lineamentos através do diagrama de rosetas, anexo na figura 4, mostra orientação igualmente distribuída para os quadrantes NE e NW. Este fato caracteriza a Abóbada Central, como uma zona mediana entre as unidades morfotectônicas da Fachada Atlântica e da Abóbada Oeste, tendo sofrido de maneira uniforme a influência dos padrões estruturais do Sistema Arco e Falhas Rio Grande e dos padrões estruturais do Cinturão Móvel Dom Feliciano e do sistema de falhas NE-SW e N-S associados.

CONCLUSÕES

Em síntese, pode-se verificar que há uma grande correlação entre as morfoestruturas regionais com as feições tectônicas adjacentes à Bacia do Paraná.

As morfoestruturas presentes na Bacia, devido a escala de suas feições, são somente obser-

váveis em escalas orbitais e semi-orbitais, portanto, estas morfoestruturas devem refletir em superfície os movimentos estruturais do embasamento, condicionando a estas morfoestruturas o seu padrão direcional.

A materialização deste movimento crustais, fica evidenciada através dos ciclos geomórficos que afetam a cada região.

O zoneamento preliminar dos padrões de lineamentos de pequeno e médio porte do extremo Sul do Planalto Meridional, RS, estabelecido neste artigo é significativo na orientação da exploração de recursos naturais diversos, que ocorrem em cada uma das três unidades morfotectônicas propostas.

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMS, M.E. & SIEGAL, Barry S. Lithologic Mapping In: Remote Sensing in Geology. New York: John Wiley & Sons Inc. Cap.13, p. 381-418. 1980.
- AB'SABER, A.N. In: Geomorfologia. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Rio Grande do Sul. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, p. 1-17. 1969.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., Salvador, 1969. Anais... Salvador: SBG, v.1, p. 29-46. 1969.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-Paleozóico no Brasil. Revista Brasileira de Geociências, v.16, n.4, p.325-349. 1986.

- ASMUS, H.E.; PORTO, R. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Belém, 1972. Anais... Belém: SBG, v.2, p. 67-90. 1972.
- CARRARO, C.C.; EICK, N.C.; GAMMERMAN, N. O Domo do Itu. Porto Alegre, Instituto de Geociências, UFRGS. Mapa 3. 1972.
- CARRARO, C.C.; GAMMERMAN, N.; EICK, N.C.; BORTOLUZZI, G.; JOST, H.; PINTO, J.F. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Instituto de Geociências, UFRGS, Mapa 8. 1974.
- FULFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.V.; VIANNA, R.B. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. v. 12, n. 4, p. 590-611.
- GOLD, David P. Structural geology. In: SIEGAL, Barry; GILLESPIE, Alan. ed. Remote Sensing in geology. New York: John Willey & Sons Inc. Cap. 13, p. 419-484. 1980.
- LISBOA, N.A. Aspectos morfoestruturais e geomorfo genéticos do extremo sul-ocidental do planalto meridional, Quaraí, RS. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 12, p. 105-108. 1990.
- MACIEL FILHO, C.L.; SARTORI, P. L.P. Aspectos estruturais da região de São Francisco de Assis, RS. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 1, p. 53-65.
- RIBEIRO, M. Geossuturas do escudo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Balneário de Camburiú, 1980. Anais... Balneário de camburiú: SBG, v.5, p.2709-2718. 1980.
- SABINS Jr., Floyd F. Remote Sensing - principles and interpretation. 2nd. ed. New York: W.H. Freeman and Company. 449p. 1980.
- SANFORD, R.M.; LANGE, F.W. Basin study approach to oil evaluation of Paraná mesogeosyncline, South Brazil AAPG Bull, 44 (8), p. 1316-1370. 1960.
- SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E., MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. Anais... Porto Alegre: SBG, v.4, p. 41-65. 1974.
- SOARES, P.C. Elementos estruturais da parte nordeste da Bacia do paranã: classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. Anais... Porto Alegre: SBG, v.4, p.107-121. 1974.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FULFARO, V.J. Avaliação preliminar da evolução geotectônica das bacias intratectônicas brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. Anais... Porto Alegre: SBG, v.4, p.61-83. 1974.
- ZALAN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.L; ASTOLFI, A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANNO TO, O.A.; MARQUES, A. Tectonics and sedimentation of the Paraná Basin. In: GONDWANNA SEVEN PROCEEDINGS. SEVENTH INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, São Paulo, p.83-117. 1991.



FIG. 1 - UNIDADES MORFOTECTÔNICAS E LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS TIPO.

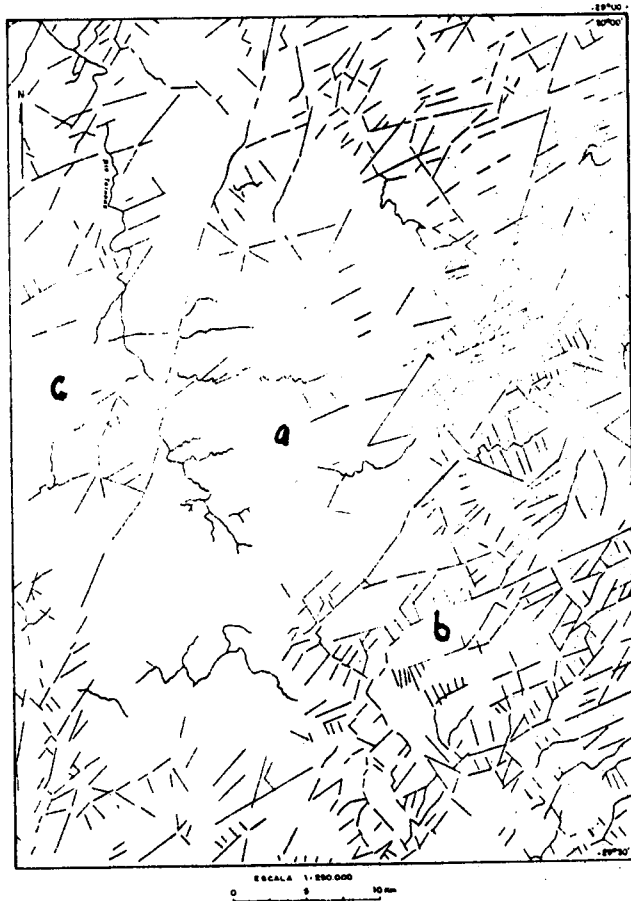
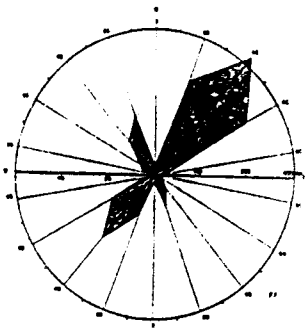


FIG. 2 - TRAÇADO DOS LINEAMENTOS E DIAGRAMA DE ROSETAS FACHA ATLÂNTICA

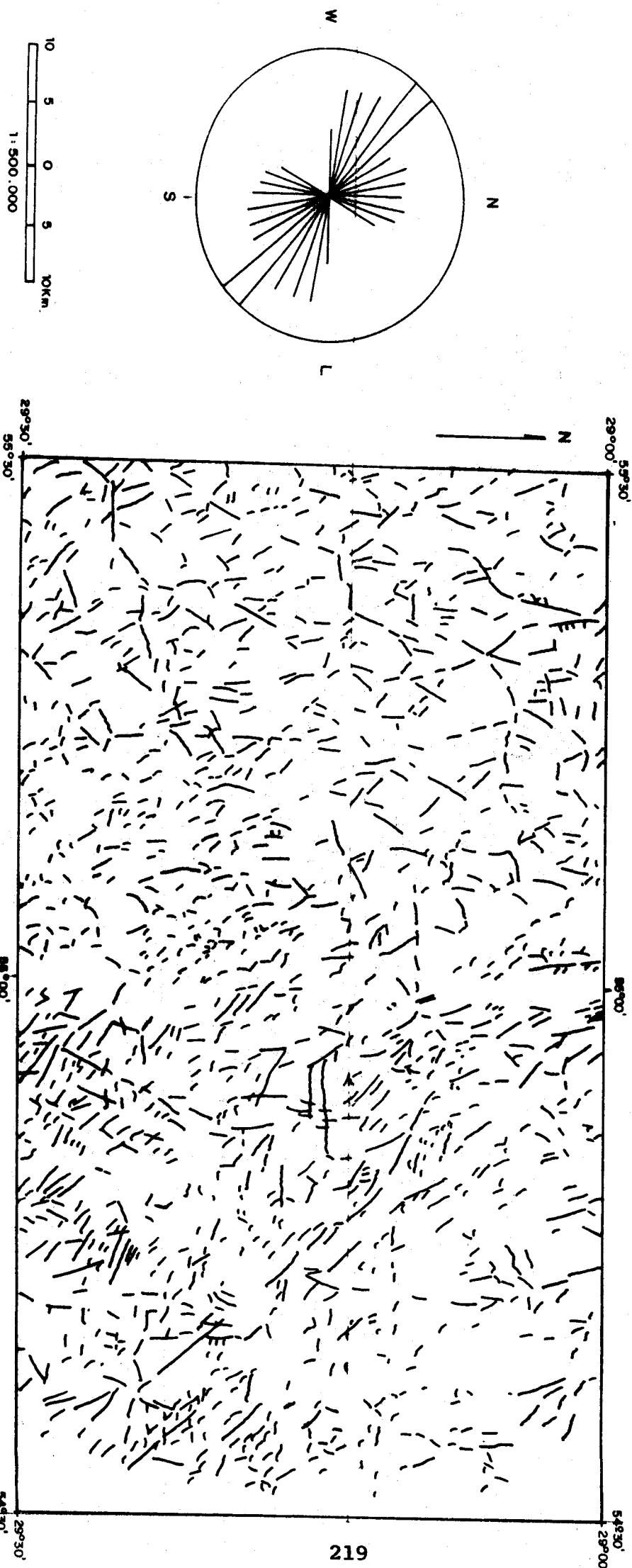


FIG. 3 - TRAÇADO DOS LINEAMENTOS E DIAGRAMA DE ROSETAS, ABÓBADA OESTE.

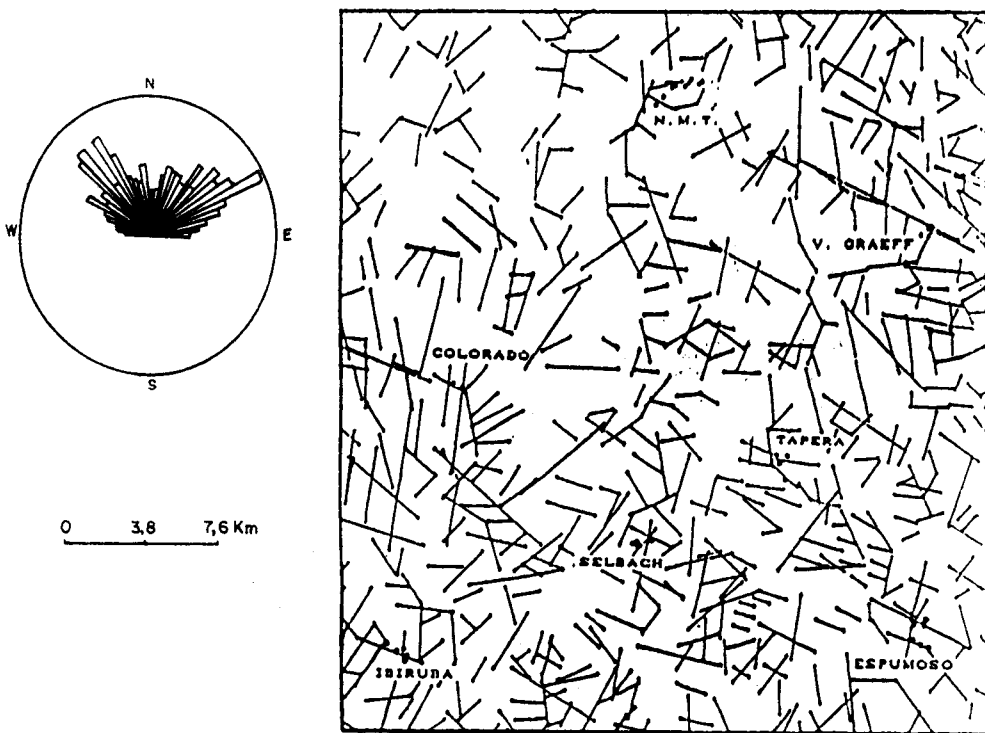


FIG. 4 - TRAÇADO DOS LINEAMENTOS E DIAGRAMA DE ROSETAS.
ABÓBADA CENTRAL.