

PALEOCORRENTES DA FORMAÇÃO BOTUCATU

Issa Cahibem Jabur *

RESUMO

O estudo apresenta informações das paleocorrentes em sedimentos sólidos da Formação Botucatu no setor SW do Rio Grande do Sul.

Simultaneamente foram obtidos dados estratigráficos quanto o posicionamento da unidade na região, para que não ocorressem erros na efetuação das medidas. Foram amostradas 25 localidades com uma média de 9,8 medidas por localidade. (Quadro I).

As análises estatísticas utilizadas, estão alicerçadas nos trabalhos de Steinmetz (1962), Alterberg e Briges (1963) e Bossi et alii (1977).

A metodologia empregada possibilitou calcular uma grande média (N28°E) para os paleoventos predominantes durante o Cretáceo na região estudada. Os dados comparados com aqueles obtidos por Medeiros (1980) para a região central do Rio Grande do Sul e Bossi et alii (1977) para o setor NE, evidencia que as Paleodunas do Grande ERG Botucatu eram originários por paleoventos dominantes de SW, no continente Sul Americano.

PALEOCURRENTS OF BOTUCATU FORMATION

ABSTRACT

The study presents information of the paleocurrents in eólics sediments of Botucatu Formation in the sector SW of Rio Grande do Sul.

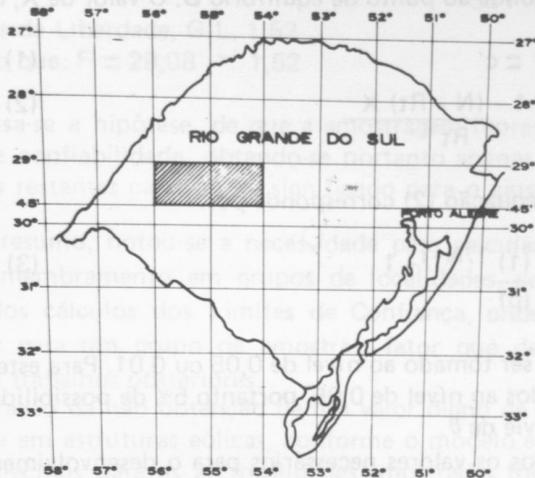
Simultaneously were obtained data stratigraphics in position of unit in region, in order not occur mistakes in effectuation of measures. 25 locality were showed with a medium of 9,8 measures by locality (Picture I).

The analysis statistics utilized are based in the works of Steinmetz (1962), Alterberg and Briges (1963) and Bossi et alii (1977).

The methodology employed possibilited to calculate a great medium (N 28° E) for the paleowinds predominant during the cretaceo in the region studyed. The data compared with those obtained by Medeiros (1980) for a center region of Rio Grande do Sul and Bossi et alii (1977) for a sector NE, evidence that the Paleodunes of Grande ERG Botucatu were originated by paleowinds dominate of SW, in the South American Continent.

*Professor do Departamento de Geografia da UEM — Área de Geografia

Localização Geográfica da Área



TÉCNICA DE ESTUDO E PROCESSOS ESTATÍSTICOS USADOS

Para os azimutes e mergulhos medidos, foi empregado inicialmente o método estatístico recomendado por STEINMETZ (1962), e posteriormente utilizou-se o de AGTERBERG e BRIGGS (1963), por ser o mais adequado para este estudo.

STEINMETZ (1962) revisando e analisando os métodos de orientação, procura indicar as vantagens dos métodos de computação tridimensional sobre os bidimensionais na elaboração de dados vetoriais. A análise baseia-se no caráter vetorial das observações obtidas, que devem ter direção, magnitude e sentido. No presente trabalho os vetores representam as superfícies dos estratos cruzados, a direção é determinada pelo rumo do azimute e o ângulo do mergulho, enquanto que a magnitude é avaliada arbitrariamente, podendo ser expressada pela variação granulométrica ou pelo tamanho das lâminas no estrato, quanto ao sentido é definido ou extrapolado, pois a direção do mergulho coincide com a direção do transporte.

Para melhor interpretação e ordenação da metodologia, as 25 (vinte e cinco) localidades pesquisadas foram separadas em 7 grupos. Nestes inclui-se o desdobramento da Folha de Cerro Grande em (1) e (2), e a eliminação da localidade de n.º 017, Estação Curuçu, rodovia Jaguarí-Santiago em razão da ocorrência de falhamento na região, dificultando a interpretação correta da localidade. Das 246 medidas efetuadas, eliminou-se 32, portanto 7,8% que não correspondem a população majoritária.

Para os cálculos dos valores do azimute e mergulho, e posteriormente os demais valores estatísticos, usou-se a planilha de cálculos de paleocorrentes (Tabela 1) (modificada de FISCHER, 1953). Os valores de **A** (azimute) e **D** (ângulo de inclinação), se dispõem nas colunas 1 e 2, sendo plotados os dados iniciais, achando-se os valores do **seno** e **cosseno** de **A** e **cosseno** e **seno** de **D**. Tomando cuidado com os sinais positivos e negativos dos quadrantes do círculo trigonométrico fundamental, a direção resultante será igual ao **arctg "a/b"** e o ângulo de inclinação, resultante do **arcsen "c"**. Obtêm-se assim, respectivamente, os valores de **A** e **D**; quanto ao valor de

θ é estabelecido em função do **arc cos c'** ou círculo de confiança ao redor da resultante, cujo centro corresponde ao ponto de equilíbrio D. O valor de X, corresponde a fórmula:

$$\text{onde: } \cos \theta = c' \quad (1)$$

$$\text{sendo: } c' = 1 - \frac{(N - R_t) X}{R_t} \quad (2)$$

onde X da equação (2) corresponde por:

$$X = \frac{(1)}{(p)} \frac{1}{N-1} - 1 \quad (3)$$

na equação (3) p pode ser tomado ao nível de 0,05 ou 0,01. Para este trabalho os valores de X foram calculados ao nível de 0,05, portanto 5% de possibilidade de que a direção da resultante se desvie de θ .

Estabelecidos os valores necessários para o desenvolvimento da análise estatística, procedeu-se o cálculo dos valores de (K) "Coeficiente de Precisão", STEINMETZ, (apud., p. 809), para os 7 grupos de localidades cujos valores são obtidos através da divisão dos valores do (K) máximo pelo (K) mínimo, cuja resultante é (a).

Portanto, uma hipótese não é rejeitada enquanto o valor de (a) não for superior ao valor de F (tabelado) (tab. A-8- DAVID, H.A., 1952) ao nível de 0,05 do limite de confiabilidade. Caso ocorrer o contrário a hipótese é recusada.

Para os 7 grupos de localidades calculadas, obteve-se os seguintes resultados, (tab. 2 a 8) onde:

- N — Número de medidas por localidade
- R_t — Valor do vetor para N observações
- \bar{A} — Azimute médio por localidade
- θ — Círculo de confiança ao redor da resultante
- K — Coeficiente de precisão
- a — Valor resultante de (K) limite de confiança
- F — Valor tabelado para 0,05 (Tab. A-8)

Obtidos resultados satisfatórios para os cálculos dos "Coeficientes de Precisão" passou-se a calcular a "Homogeneidade dos Vetores" utilizando-se a fórmula de WATSON e WILLIAMS (1956) e WATSON (1956a) STEINMETZ (apud., p. 809).

$$\text{sendo: } F = \frac{(N - q) (R_t - R_{\bar{t}})}{(q - 1) (N - R_t)} \quad (1)$$

- onde: N — número total das observações medidas
- q — número total de localidades
- R_t — soma dos valores de R_t para cada localidade
- R_t — Valor combinado para N observações
- F — Valor calculado (Tab. F. STANDARD) Graus de Liberdade

para: $F = (p-1).(q-1) . (p-1).(N-q)$ (2) (Tab. A-7b DIXON E MASSEY-1969)

Graus de Liberdade, G.L. 1,52
sendo que: $F = 29,08 > 1,52$

Recusa-se a hipótese, de que a amostragem representativa não satisfizes os 90% do nível de confiabilidade, obtendo-se portanto apenas os valores de A, D e θ , porém os valores restantes carecem de significado para o ajustamento da Grande Média.

Em resumo, notou-se a necessidade para calcular a Homogeneidade dos Vetores, do desmembramento em grupos de localidades, como ocorreu para o desenvolvimento dos cálculos dos Limites de Confiança, onde se estabeleceu resultados satisfatórios para um grupo de amostras, fator que deverá ser analisado com mais detalhes em trabalhos posteriores.

Em razão da não obtenção de um valor digno de confiança para o cálculo da Grande Média em estruturas eólicas, conforme o modelo estatístico empregado, os valores já estabelecidos para as 25 localidades amostradas foram novamente reavaliados, empregando um novo modelo estatístico, recomendado por AGTERBERG e BRIGGS (1963), para dados vetoriais em "RIPPLE MARKS".

Para o emprego deste novo modelo estatístico foram reavaliados valores azimutais, sendo que alguns foram modificados (reavaliados) e outros eliminados, constituindo um percentual baixo que não altera a avaliação do resultado final, BOSSI et alii (1977) e AGTERBERG e BRIGGS, (1963), eliminando apenas os componentes que não correspondem a população dominante, não alterando o significado azimutal das localidades.

Para a avaliação e interpretação das medidas de rumo (A) e a inclinação (D) por localidade usou-se o diagrama polar de GLENNIE (1970), como avaliador de um grupo de populações no corpo de uma duna (fig. 1) bem como a geometria da duna, cujo modelo (tamanho e forma) depende das condições de vento, topografia regional e do suprimento de areia.

GLENNIE (1970) reconhece no corpo de uma duna 4 populações distintas, sendo, uma dominante e uma quarta mais complexa, possivelmente resultante de direções revertidas do vento. (fig. 1).

População A — representam as camadas frontais de sotavento com ângulos íngremes de até 30,º e cujos azimutes oscilam até 40,º \pm do vetor resultante (\bar{A}), constituindo a população dominante, e representando para este trabalho 87% das populações analisadas.

População B — para o presente trabalho, subdividiu-se em população B1 (a esquerda da população A (fig. 1) e B2 à direita, são agrupamentos típicos de SEIF, quando em dunas barcanas representam uma população em escala minoritária, em Relação à População A, seus azimutes

oscilam entre 45° a 90° .

População C — populações localizadas a barlavento, possuem uma inclinação sempre inferior a 10° , possivelmente, são estratos originados por acrescentamento. São azimutes com mais de 90° , podendo esta população ser revertida para a População A.

População D — Mais complexa, possui mergulhos maiores que 10° e se localiza na face de barlavento, possivelmente são originadas por reversões da direção do vento.

Analisando os Diagramas Polares, representativos das 25 localidades amostradas (Figs. 2 à 8).

Conclui-se que os Depósitos Dunares da Formação Botucatu, quase em sua totalidade, são resultantes de Dunas do tipo Barcanas.

Para o procedimento estatístico, utilizando as populações plotadas nos diagramas polares, se fez necessário a não conjugação desses valores para a interpretação dos dados, em razão de que cada população corresponde a um sistema deposicional próprio em um campo de dunas, e que uma população "D" possui condições de deposição por paleoventos diferentes em relação às populações A e B. E sendo a população C condicionada a mesma dinâmica, das populações A e B mas com mergulho invertido.

BOSSI et alii (1977), considera 114° o range máximo tolerável para a aplicação da distribuição normal circular em uma análise estatística.

Para os valores azimutais representados, principalmente, por populações não dominantes e que na realidade não correspondem aos ventos dominantes, alguns foram reavaliados e outros modificados, seguindo as normas propostas por AGTERBERG e BRIGGS (1963) que constituem pequena porcentagem, que não influenciam na análise estatística pretendida.

As normas de avaliação para o modelo eólico usado como teste são:

- 1 — das 246 medidas azimutais eliminou-se 9,3% daquelas que não compunham a população dominante, portanto não alterando a média (\bar{A}). Normalmente estas medidas eliminadas recaem na população D, originadas por ventos que sofrem deflexões ou de tempestades de pequena duração.
- 2 — as populações C, possivelmente originadas por acrescentamento laminar a barlavento e com mergulho oposto à população (A), tem, portanto, condições para que seus azimutes sejam revertidos.
- 3 — algumas populações B1 e B2, podem ser recuperadas para aquela dominante (\bar{A}) quando o range estiver em uma média ponderável em torno de 114° , em relação ao azimute médio da localidade (\bar{A}) (BOSSI et al, 1977).

A Tabela 9 representa o modelo usado para a reavaliação das populações quando estas são comparadas com as planilhas de cálculos, verifica-se que os valores médios (\bar{A}) pouco ou quase nada se alteraram em relação a amplitude dos vetores analisados dentro de seus respectivos quadrantes.

Uma vez os valores corrigidos, torna-se necessário o estabelecimento da existência de correlação entre eles, ou seja, se ocorrer alguma dependência entre os azimutes lidos no conjunto de lóbulos que formam os corpos dunares, o modelo pretendido perderá seu significado.

Seguindo o modelo aplicado por (Crochan, 1947; Krumbein e Miller, 1953; apud. AGTERBERG e BRIGGS p. 398) para estes casos, faz-se necessário o "Cálculo da Independência das Medições" (Δ_{ij}) (Fig. 9), (desvio padrão com respeito a média).

Na realização do gráfico Δ_{ij} (fig. 9) os valores azimutais foram ajustados com respeito a média para cada localidade. As Tabelas 10 e 11 representam o modelo usado para os 7 grupos estudados.

Obtidos os valores (Δ_{ij}) para todas as localidades. Estes foram reunidos em uma única população, ordenados estratigraficamente no sentido descendente, como subsídio para a elaboração do gráfico da independência das medições. Os valores (Δ_{ij}) foram agrupados em 4 níveis estratigráficos.

0	—	15 m
15	—	30 m
30	—	45 m
	—	45 do topo da Formação

Analisando o gráfico (Δ_{ij}) (Fig. 9) verifica-se uma distribuição homogênea, sem encontrar dependência alguma nos 4 quadrantes. Caso ocorresse dependência nas medidas, os valores plotados se colocariam alinhados em uma das diagonais do gráfico, nesse caso seria impossível a continuidade da análise.

Testada a independência das medidas, processa-se em seguida a demonstração do "Ensaio de Normalidade de Distribuição", definindo em um campo de dunas sua média e sua variância. E constituindo a média para este caso a Grande Média resultante para a região.

Este Ensaio de Person (Tab. 12) é aplicado para uma avaliação entre o histograma e a curva normal ajustada sobre ele, (Fig. 10) demonstrando que a distribuição dos azimutes amostrados provém de uma população com densidade de distribuição normal.

Para o cálculo da variância média das localidades usou-se a expressão:

$$S_{\Delta}^2 = \frac{\sum f_{\Delta} (X_{\Delta} - \bar{X}_{\Delta})^2}{n - q} \quad (1)$$

$$\text{sendo: } S_{\Delta}^2 = \frac{\sum_{\Delta=1}^c f_{\Delta} (X_{\Delta} - \bar{X}_{\Delta})^2}{n - 1} \quad (2)$$

$$\text{e: } S_{\bar{x}}^2 \frac{S_{\Delta}^2}{n} = \theta^2 \quad (3)$$

Para a variância das médias onde (\bar{n}) 9,8, medidas por localidades (média).

Sendo θ^2 , estimador da variância da população amostrada em relação ao nível estratigráfico da formação, em que foram efetuadas as medidas, para este caso foram amostrados os estratos cruzados de grande porte da Formação Botucatu em 3 níveis (base, médio e topo).

Estabelecidos os valores das equações, 1, 2 e 3 e verificada a normalidade nas amostragens estudadas, aplica-se a lei de aditividade de variância onde:

$$S^2 = S_{\Delta}^2 + S_{\bar{x}}^2 = S^2 = \theta^2 \quad (4)$$

Os valores correspondentes as expressões 1, 2, 3 e 4 são os seguintes:

$$(1) - S^2 = 506,73$$

$$(2) - S_{\Delta}^2 = 449,92$$

$$(3) - S_{\bar{x}}^2 = 51,70$$

$$(4) - S'^2 = 501,62$$

Nota-se a aproximação de igualdade entre os valores de S^2 e S'^2 indicando que os testes da hipótese das variâncias possui efeito aditivo, (DIXON e MASSEY, 1969).

Analisando o Histograma (Fig. 10) e verificada a independência das medidas no gráfico (Fig. 9) observa-se que a população estudada possui normalidade na análise estatística, fato comprovado pelo Ensaio de Pearson (Tab. 12)

onde $p - 3 = 5 =$ Graus de liberdade

sendo $p = 8$ o número de classes consideradas com freqüência maior que 5.

onde χ^2 (distribuição) é $\approx 6,386$

Verifica-se na tabela A-6a (DIXON e MASSEY, 1969) que para:

$$P \quad \chi^2 (\text{calculado}) < \chi^2 (\text{tabelado}) =$$

tem-se:

$$P \quad (6,376 < 9,24) \quad 90\%$$

onde o valor estipulado 6,386 é menor que o tabelado, para 90%, comprovando a normalidade de distribuição Δ_{ij} , verificando portanto que as localidades amostradas possuem distribuição normal a nível de 90%, conforme a expressão (4).

Estabelecida a significância no Ensaio de Pearson, aplica-se o Teste de Bartlett (Tab. 13) (AGTERBERG e BRIGGS, apud. p. 409) **Ensaio de Igualdade de Variância**, como mediador de θ^2 , o qual é estimador de S_i^2 , demonstrando se ocorre ou não homogeneidade na variância, para a definição da Grande Média.

Este Ensaio é um mediador para a definição de populações normais, o valor encontrado F' é comparado com o valor F tabelado (tab. A-7c, DIXON e MASSEY, 1969)

$$\text{onde: } F' = (24 ; a) = 1,75$$

$$F_{0,95} (24 ; a) = 1,52$$

$$F_{0,99} (24 ; a) = 1,79$$

sendo: $F' < F$ ao nível de 0,99%, aceita-se a hipótese da igualdade da variância.

CÁLCULO DA GRANDE MÉDIA

É obtida pela fórmula:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^c \bar{X}_i}{c} \quad (5)$$

onde: $c = n.^o$ de localidade = 25

\bar{X}_i = média azimutal de cada localidade

Para o **Limite de Confiança da Grande Média**, foi usada a distribuição t , tabela estatística de (FISCHER e YATES (in DIXON e MASSEY, 1969) e (SPIEGEL, 1971). Na análise dos limites de confiança da **Grande Média**

$$\text{sendo: } P \left(\bar{\bar{X}} + t_{1/2a} \cdot \frac{Sc}{c} < \bar{\mu} < \bar{\bar{X}} + t_{1-1/2a} \cdot \frac{Sc}{c} \right) = A\% \quad (6)$$

onde: $A = 0,975\%$

$c = 25 - 1 =$ graus de liberdade

$$t_{1/2a} = 2,06$$

$$t_{1-1/2a} = -2,06$$

sendo o limite de confiança para a Grande Média obtida nos graus de Jaguari e São Francisco de Assis

$$P(358,73 < \bar{\mu} < 54,73) = 0,975\%$$

O resultado final das interpretações obtidas nos graus de Jaguari e São Francisco de Assis, são plotados em mapa regional, (mapa 1) representados por um grupo de setas de igual número de localidades visitadas, indicando o sentido dos paleoventos dominantes na região.

Os valores que representam os comprimentos das setas são obtidos pelos valores de $L = 100$ (Planilhas de Cálculos) dividido por um valor convencional. Neste caso optou-se por 1,5 em virtude da escala do mapa 1:250.000.

Quanto à abertura da Seta é obtido pela equação:

$$\text{Arc } \frac{\text{tg } b}{a} \quad (7)$$

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A soma geral dos vetores médios analisados pelo estudo dos estratos cruzados da Formação Botucatu, mostra um valor de N 28 E e com limites de confiança entre 359.^o e 55.^o para um nível de 0,975%. Demonstrando a hipótese de que as paleodunas do deserto Botucatu eram originárias em linhas gerais por paleoventos dominantes de SW (Mapa 1), confrontando com os resultados obtidos por (BIGARELLA e VAN EEDEN, 1970/71 e (BOSSI et al 1977) e MEDEIROS (1980).

A ocorrência de valores azimutais com predomínio de paleoventos de NE para SW, definidas nas localidades 08 Cerro Grande (1) A 264.^o, 011 Unistalda, A 225 e 010 e 015 Caraguataí com valores A 233.^o respectivamente, demonstram uma paleogeografia regional, possivelmente condicionada por variações barométricas, responsáveis por paleoventos regionais, como ocorre atualmente no Khamsin egípcio "vento de cinquenta dias", que teria sua origem no grande erg do deserto da Líbia, se intercalavam com os alísios dominantes de SW, condicionando em algumas áreas paleodunas opostas aqueles ventos dominantes.

Estes complexos deposicionais que ocorrem em um campo de dunas, tem origem em razão muitas vezes de ventos conflitantes, condicionamento topográfico, etc, dificultando certas informações básicas, para a interpretação de paleocorrentes em estratos cruzados (SHARP, 1966). Tais ocorrências fazem com que o emprego de modelos estatísticos, recomendados para dados vetoriais em estruturas sedimentares, determinem o estabelecimento de certas normas na interpretação dos dados analisados, quanto ao vetor resultante (REICHE, 1938, PINCUS, 1956) e (STEIMMETZ, 1962).

Seguindo-se a metodologia recomendada por AGTERBERG e BRIGGS, (1963), para o trabalho em foco, procurou-se analisar cuidadosamente os valores azimutais obtidos nas 25 localidades pesquisadas. Eliminando azimutes com range superior a 90.^o da média, os quais alteravam significativamente os valores de S_i^2 , de popu-

lações normais, acarretando uma heterogeneidade quando aplicado o teste de Bartlett e deformando uma hipótese que seria verdadeira.

BIBLIOGRAFIA

- AGTERBERG, F. P. & BRIGGS, G. 1963. Statistical Analysis of ripple marks in Atokan and Desmoinesian Rocks in the Arkoma Basin of East-Central, Oklahoma. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **33** (2): 393-410. 6 fig.
- BIGARELLA, J.J. 1971. Wind pattern deduced from dune morphology and internal structures. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, **28/29**: 21 fig.
- BIGARELLA, J.J. 1973. Textural characteristics of the Botucatu Sandstone. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, **31**: 85-94. 15 fig.
- BIGARELLA, J.J. 1973. Paleocorrentes e Deriva Continental (comparação entre América do Sul e África). *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, **31**: 141-224. 6 tab. 48 fig.
- BIGARELLA, J.J. & OLIVEIRA, M.A.M. 1966. Nota preliminar sobre as direções de transporte dos arenitos Furnas e Botucatu na parte Setentrional da Bacia do Paraná. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba, **18/20**: 247-56. 1 fig. 2 tab.
- BIGARELLA, J.J. & SALAMUNI, R. 1961. Early Mesozoic wind pattern as suggested by dune bedding in the Botucatu Sandstone of Brazil and Uruguai. *Bulletin of Geology Society of America*, New York, **72**: 1089-106.
- BIGARELLA, J.J. & VAN EEDEN, O.R. 1971. Mesozoic palacowind patterns and the problem of Continental Drift. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, **28/29**: 115-44.
- BOSSI et alii — 1977 — Paleocorrentes da Formação Botucatu nas Folhas de Monte Negro, Novo Hamburgo, Taquara, Gravataí e São Leopoldo, RS. — *Acta Geologica Leopoldensia*, Estudos Tecnológicos, São Leopoldo-RS- 3:84-109.
- DIXON, W.J. & MASSEY, F.J. 1969. *Introduction to Statistical Analysis*. Mc-Graw-Hill.
- GLENNIE, K.W. 1970. Desert Sedimentary Environments. In: *Developments in Sedimentology*, 14. New York, Elsevier.
- MEDEIROS, E.R.-1980- Estratigrafia e Paleocorrentes do Grupo São Bento na Região de Santa Maria, RS-Instituto de Geociências da UFRES-Inédito.
- McKEE, E.D. & WEIR, G.M. 1953. Terminology for stratification and cross stratification in sedimentary rocks. *Bulletin of the Geological Society of America*, New York, **64**: 381-90. 4 tab. 2 fig.
- POTTER, P.E. & PETTIJOHN, F.J. 1963. *Paleocurrents and Basin Analysis*. Berlin, Springer. 296 p. 130 fig. 30 pl.
- STEINMETZ, R.-1963 — Analysis of Vectorial Data. *Journal of Sedimentary Petrology*, **32** (4):801-812, 4 tab. 2 fig.

TABELA 01

TABELA DE CÁLCULOS DE PALEOCORRENTES

LOCALIDADE: Cerro Grande-08 (1)

SEÇÃO: Cerro Grande

FORM. Bot. Médio

OPERADOR:

DATA: 27/05/77

N	1	2	3		4		5		b		a		c	
	A	D	Sen A		Cos A		Cos D		5 x 4		5 x 3		Sen D	
1	25	26	0,422		0,906		0,898		0,813		0,378		0,438	
2	105	4	0,965		0,258		0,997		0,257		0,962		0,069	
3	275	7	0,996		0,087		0,992		0,086		0,988		0,121	
4	265	11	0,996		0,087		0,981		0,085		0,977		0,190	
5	250	9	0,996		0,342		0,987		0,337		0,926		0,156	
6	275	10	0,939		0,087		0,984		0,085		0,980		0,173	
7	280	7	0,996		0,173		0,992		0,171		0,976		0,121	
8	275	4	0,984		0,087		0,997		0,086		0,993		0,069	
9	75	4	0,965		0,258		0,997		0,257		0,962		0,069	
10	55	4	0,819		0,573		0,997		0,571		0,816		0,069	
11	285	11	0,965		0,258		0,981		0,253		0,946		0,190	
12	260	6	0,984		0,573		0,994		0,171		0,978		0,104	
13	285	5	0,965		0,258		0,996		0,256		0,961		0,087	
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
Σ	2710	108	W = 5,65		V = 1,827		12,793		b = 1,728		a = 5,607		c = 1,856	
	$\bar{I} = 8$	Σ^2	39,92		3,33		Σ^2		2,98		31,43		3,44	
							$R_T = 6,15$		$\frac{\Sigma b}{n} = 0,132$		$\frac{\Sigma a}{n} =$		$\frac{\Sigma c}{n} = 0,142$	

$\frac{W}{V} = 3,09$

$\bar{X} = 287$

$R_D = 6,57$

$L = 50,53$

$\sqrt{W^2 + V^2}$
 $\left(\frac{R_D \cdot 100}{N} \right)$

$a = 3,24$
 $b =$

$\bar{A} = 287$

$k = 1,75$ $\left(\frac{N-1}{N-R_t} \right)$ $\bar{D} = 8$

$c = 1 - \frac{(N-R_t) X}{R_t} = 0,684$

$\Theta = 46,84$

$R_t = \sqrt{\Sigma b^2 + \Sigma a^2 + \Sigma c^2}$

**RESULTADO PARA SÃO PEDRO, JAGUARI E SANTIAGO
TABELA 02**

LINHA	PARÂMETRO	NÚMERO DE LOCALIDADES				HIPÓTESE ACEITA OU NÃO	
		01	02	03	04		
1	N	6	3	10	8		
2	Rt	5,87	2,86	9,45	7,78		
3	\bar{A}	1	236	42	21		
4	\bar{D}	23	21	11	20,5		
5	ϕ	11,18	33,90	12,31	10,26		
6	K	38,46	14,28	16,36	31,81		
7	a						2,69
8	F						5,64

**RESULTADO PARA CERRO GRANDE (1) (CG 1)
TABELA 03**

LINHA	PARÂMETRO	NÚMERO DE LOCALIDADES				HIPÓTESE ACEITA OU NÃO	
		07	08	09	013		
1	N	9	9	8	8		
2	Rt	8,79	8,87	7,95	7,89		
3	\bar{A}	36	272	62	342,		
4	\bar{D}	25	7,7	27	21,		
5	ϕ	8,50	6,78	5,12	7,25		
6	K	38,09	61,53	140,	63,63		
7	a						3,67
8	F						4,40

**RESULTADO PARA CERRO GRANDE (2) (CG 2)
TABELA 04**

LINHA	PARÂMETRO	NÚMERO DE LOCALIDADES				HIPÓTESE ACEITA OU NÃO	
		012	018	019			
1	N	7	6	9			
2	Rt	6,51	5,39	8,56			
3	\bar{A}	72	10	80			
4	\bar{D}	14	11	19			
5	ϕ	18	24,90	12,57			
6	K	12,24	8,19	18,18			
7	a						2,22
8	F						4,16

RESULTADO PARA UNISTALDA (UNI)
TABELA 05

LINHA	Parâmetro	NÚMERO DE LOCALIDADES					HIPÓTESE ACEITA OU NÃO
		05	06	011	014	016	
1	N	5	8	7	7	11	
2	Rt	4,93	7,67	6,82	6,73	10,54	
3	\bar{A}	108	107	216	65	53	
4	\bar{D}	18	15	20	19	18	
5	$\bar{\theta}$	10,26	12,31	10,88	13,09	10,26	
6	K	57,14	21,21	33,33	22,22	21,73	
7	a						2,69
8	F						4,83

RESULTADO PARA MANOEL VIANA (MV)
TABELA 06

LINHA	PARÂMETRO	NÚMERO DE LOCALIDADES			HIPÓTESE ACEITA OU NÃO
		022	025	026	
1	N	10	11	11	
2	Rt	7,4	8,94	7,3	
3	\bar{A}	101	52	124	
4	\bar{D}	20	18	16	
5	$\bar{\theta}$	30,45	23,21	34,6	
6	K	3,46	4,85	2,70	
7	a				1,79
8	F				2,95

**RESULTADO PARA CARAGUATAI (CGTAI)
TABELA 07**

LINHA	PARÂMETRO	NÚMERO DE LOCALIDADES				HIPÓTESE ACEITA OU NÃO	
		010	015	023	024		
1	N	8	11	16	11		
2	Rt	6,22	9,09	13,33	8,		
3	\bar{A}	235	282	60	95		
4	\bar{D}	13	11	23	12		
5	$\hat{\theta}$	32,	22,18	17,25	29,65		
6	K	3,93	5,23	5,61	3,33		
7	a						1,68
8	F						3,29

**RESULTADO PARA SÃO FRANCISCO DE ASSIS (SFA)
TABELA 08**

LINHA	PARÂMETRO	NÚMERO DE LOCALIDADES		HIPÓTESE ACEITA OU NÃO	
		020	021		
1	N	10	8		
2	Rt	9,82	7,83		
3	\bar{A}	176	78		
4	\bar{D}	16	19		
5	$\hat{\theta}$	7,25	8,88		
6	K	50,	41,		
7	a				1,22
8	F				2,99

FORMAÇÃO	- BOTUCATU
LOCALIDADE	- 05 - UNISTALDA
FOLHA	- UNISTALDA

▲ PONTOS RECUPERADOS PARA A POPULAÇÃO A.

B1 PONTOS LOCALIZADOS À ESQUERDA DA POPULAÇÃO A.

B2 PONTOS LOCALIZADOS À DIREITA DA POPULAÇÃO A.

População	N.º	A	I	B1	I1	B2	I2	D	I3	C	I4
C	1	60	5		5					240	5
A	2	120	19								
A	3	110	23								
A	4	100	19								
A	5	115	14								
A	6	95	17								
D	7							330	17		
B1	8	20	11	▲	11						
D	9	90	12		12			▲ 270	12	270	12
C	10	95	8			95	8			275	8

TABELA 09

LOCALIDADE 01 – SÃO PEDRO DO SUL
TABELA 10

POPULAÇÃO	AZIMUTE X_{ij}	\bar{A}	VALOR	Δ_{ij}	VALOR AJUSTADO	$(\Delta_{ij})^2$
A	15	350	25	—	25	625
A	10	350	20	—	20	400
A	360	350	10	—	10	100
A	350	350	1	—	1	1
Bl	300	350	-50	—	50	2500
A	340	350	-10	—	10	100
A	356	350	5	—	5	25
$S_i = 625$ $X_i = 350$						

LOCALIDADE 02 – JAGUARI
TABELA 11

POPULAÇÃO	AZIMUTE X_{ij}	\bar{A}	VALOR	Δ_{ij}	VALOR AJUSTADO	Δ
A	230	226	- 4	-2	6	36
A	260	226	34	-2	32	1024
A	220	226	- 6	-2	8	64
C	195	226	-31	-2	33	1089
$S_i = 737$ $X_i = 224$						

ENSAIO DE PEARSON
TABELA 12

Δ	INT. CLASSE	$X \Delta$ PONTO MÉDIO	f. Δ	f Δ . X Δ	$Z = \frac{X \Delta - \bar{X} \Delta}{S \Delta}$	Y	$F \Delta = \frac{\Delta N . y}{S \Delta}$	f Δ 5	f Δ - F Δ	$(f \Delta - F \Delta)^2$	$\frac{(f \Delta - F \Delta)^2}{f \Delta}$
-	85/75	- 80	0	-	-	-	-	-	-	-	-
-	75/65	- 70	1	70	3,28	0,004	0,42	Não	-	-	-
-	65/55	- 60	1	60	2,81	0,007	0,73	Não	-	-	-
-	55/45	- 50	5	250	2,34	0,025	2,62	Não	-	-	-
-	45/35	- 40	6	240	1,87	0,07	7,35	Sim	1,35	1,82	0,303
-	35/25	- 30	15	450	1,40	0,15	15,75	Sim	0,75	0,56	0,030
-	25/15	- 20	19	380	0,93	0,25	26,25	Sim	7,25	52,56	2,760
-	15/ 5	- 10	41	410	0,46	0,36	37,8	Sim	3,20	10,24	0,250
-	15/ 5	0	45	0	0,05	0,39	41,79	Sim	3,20	10,30	0,220
-	5/15	- 10	44	440	0,46	0,36	37,80	Sim	6,20	38,44	0,870
-	15/25	- 20	20	400	0,93	0,25	26,25	Sim	6,25	39,00	1,950
-	25/35	- 30	16	480	1,40	0,15	15,75	Sim	0,25	0,06	0,003
-	35/45	- 40	4	160	1,87	0,07	7,35	Não	-	-	-
-	45/55	- 50	3	150	2,34	0,025	2,62	Não	-	-	-
-	55/65	- 60	3	180	2,81	0,007	0,73	Não	-	-	-
-	65/75	- 70	0	-	-	-	-	-	-	-	-

$X \Delta = 0,224$
 $S \Delta = 21,21$

$\frac{\Delta . N}{S \Delta} = 105,$

$S \Delta^2 = 449,92$

tab. A-6a = 6,386
 $X^2 (90\%) = 9,24$

$\Sigma = 6,386$

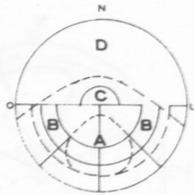
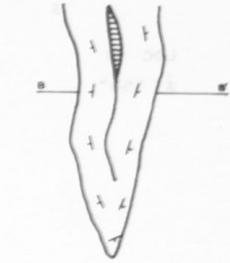
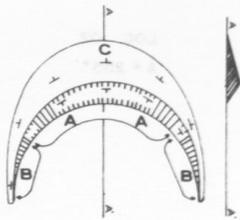
**ENSAIO DE BARTLETT
 TABELA 13**

LOCALIDADE	Ni - 1	Si 2	Si 2 (Ni - 1)
01	6	625,00	3.750,00
02	3	737,00	2.211,00
03	9	340,00	3.060,00
04	7	103,00	721,00
07	8	165,00	1.320,00
08	11	397,50	4.372,00
09	7	29,00	203,00
013	7	93,00	651,00
012	9	1.040,00	9.360,00
018	6	1.594,00	9.564,00
019	13	630,00	8.190,00
05	8	986,00	7.888,00
06	8	279,00	2.232,00
011	7	714,00	4.998,00
014	9	973,00	8.757,00
016	10	313,00	3.130,00
022	7	341,00	2.387,00
025	7	195,00	1.365,00
026	7	1.526,00	10.682,00
010	7	749,00	5.243,00
015	8	820,00	6.560,00
023	12	645,00	7.740,00
024	7	112,60	788,00
020	8	127,00	1.016,00
021	7	149,00	1.043,00
Σ 25	Σ 198		Σ 107.048,00

**MEDIDAS DE ESTRATOS CRUZADOS NA FORMAÇÃO BOTUCATU
QUADRO 01**

LOCALIDADES	N.º DE MEDIDAS	POSIÇÃO ESTRATIGRÁFICA
SPS – 01	7	médio
JA – 02	4	base
JA/SANT – 03 – 04	18	topo
CG-(1) 07 – 08 09 – 013	38	médio e topo
CG-(2) 012 – 018 019	34	base e médio
UNI – 05 – 06 – 011 014 – 016	49	Base, médio e topo
CGTAI – 010 – 015 023 – 024	46	base e médio
SFA – 020 – 021	18	base
MV – 025 – 022 026	32	topo
TOTAL – 25	246	
MÉDIA: – 9,8 medidas por localidades		

DIAGRAMA IDEAL DE UMA BARCANA E DE UMA DUNA SEIF



BARCANA



SEIF

Situação das populações A, B, C e D

Modificado segundo BOSSI Et. Al. (1977)

FIGURA 01

MEDIDAS DE ESTRATOS CRUZADOS NA FORMAÇÃO BOTUCATU

QUADRÍCULA S. PEDRO / JAGUARÍ

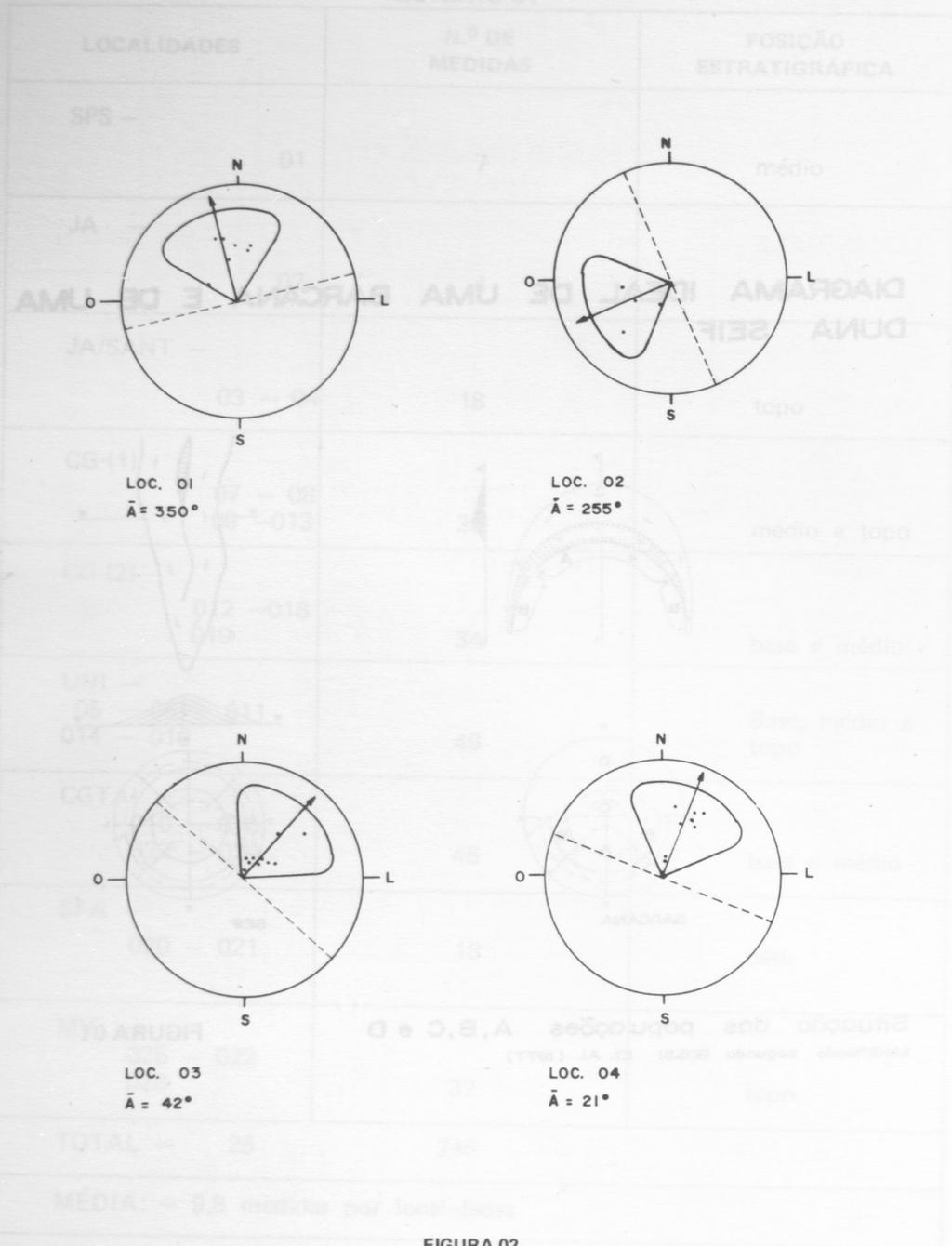
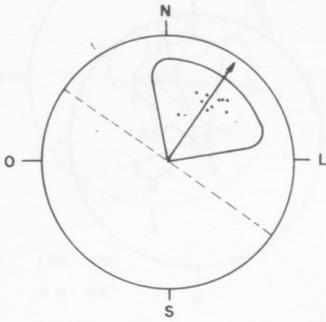
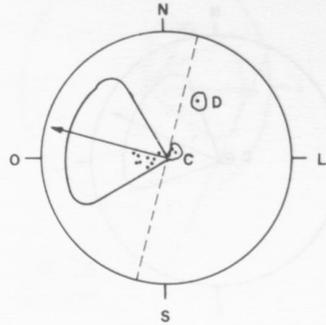


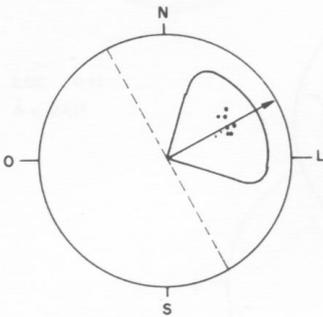
FIGURA 02



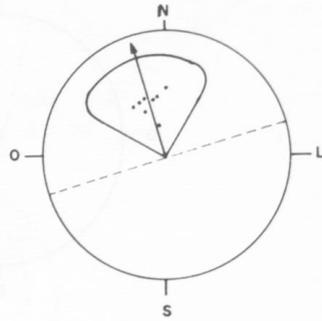
LOC. 07
 $\bar{A} = 36^\circ$



LOC. 08
 $\bar{A} = 287^\circ$

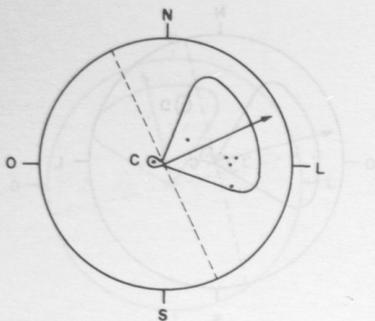


LOC. 09
 $\bar{A} = 62^\circ$

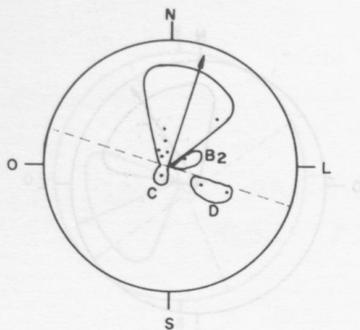


LOC. 013
 $\bar{A} = 342^\circ$

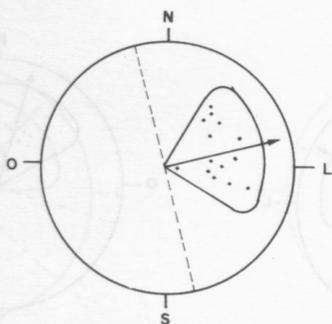
FIGURA 03



LOC. 012
 $\bar{A} = 64^\circ$



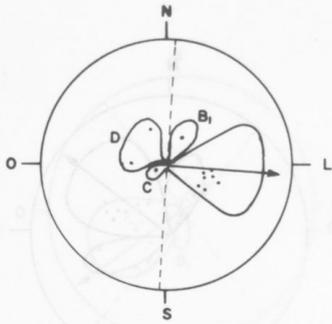
LOC. 018
 $\bar{A} = 16^\circ$



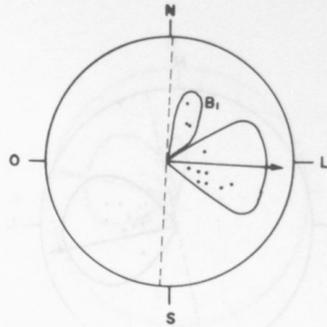
LOC. 019
 $\bar{A} = 75^\circ$

FIGURA 04

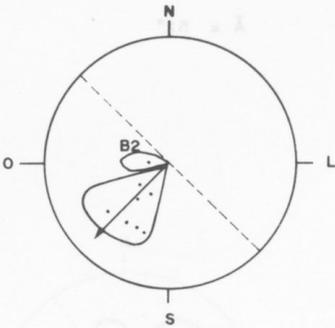
QUADRÍCULA UNISTALDA



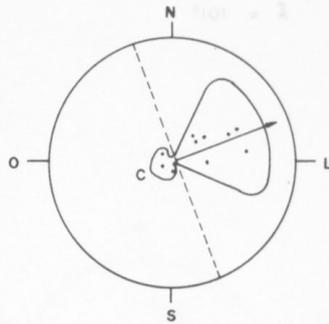
LOC. 05
 $\bar{A} = 94^\circ$



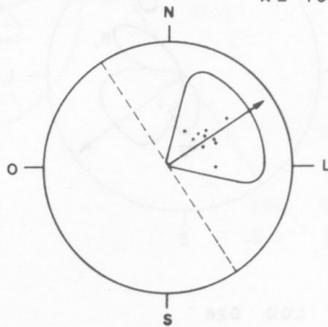
LOC. 06
 $\bar{A} = 93^\circ$



LOC. 011
 $\bar{A} = 221^\circ$

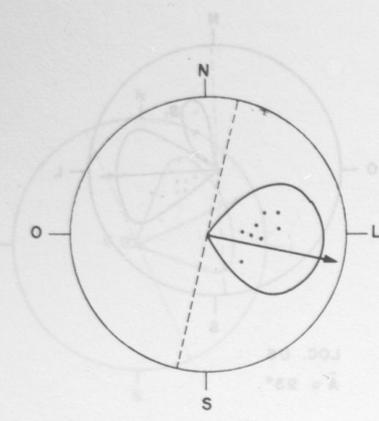


LOC. 014
 $\bar{A} = 70^\circ$

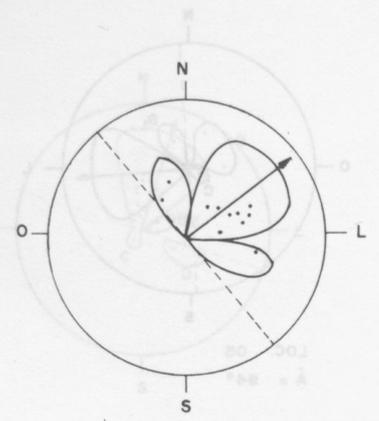


LOC. 016
 $\bar{A} = 53^\circ$

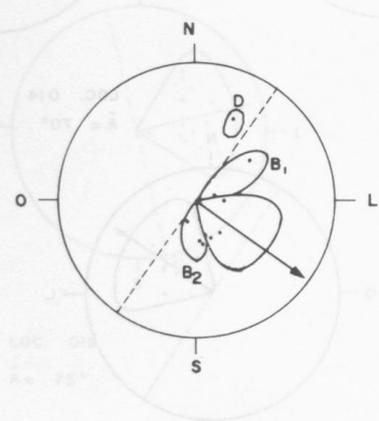
FIGURA 05



LOC. 022
 $\bar{A} = 101^\circ$

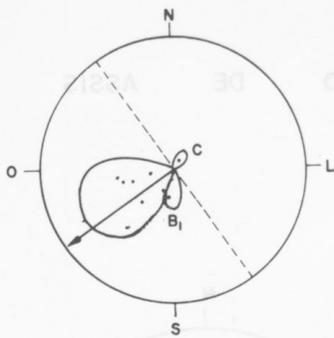


LOC. 025
 $\bar{A} = 52^\circ$

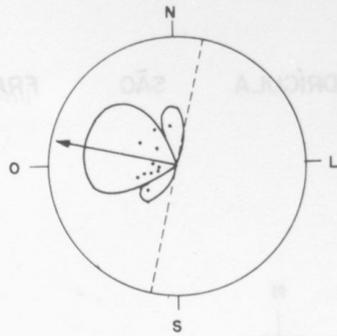


LOC. 026
 $\bar{A} = 124^\circ$

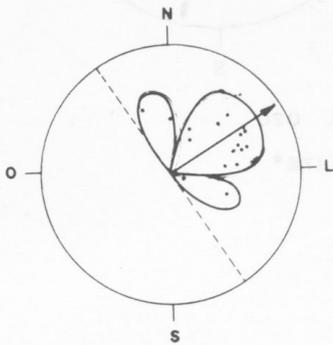
FIGURA 06



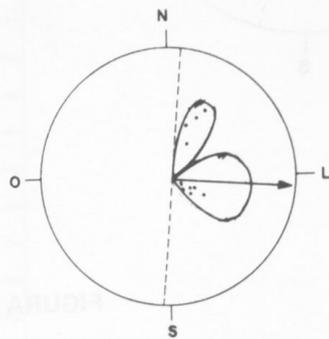
LOC. 010
 $\bar{A} = 235^\circ$



LOC. 015
 $\bar{A} = 282^\circ$



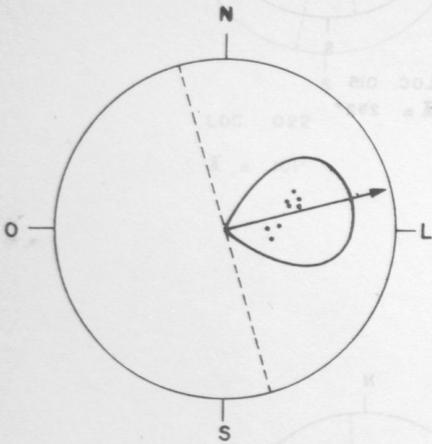
LOC. 023
 $\bar{A} = 60^\circ$



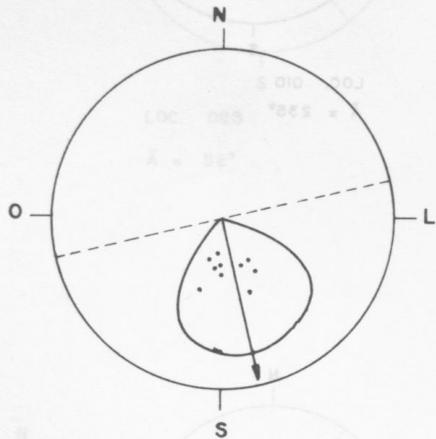
LOC. 024
 $\bar{A} = 95^\circ$

FIGURA 07

QUADRÍCULA SÃO FRANCISCO DE ASSIS

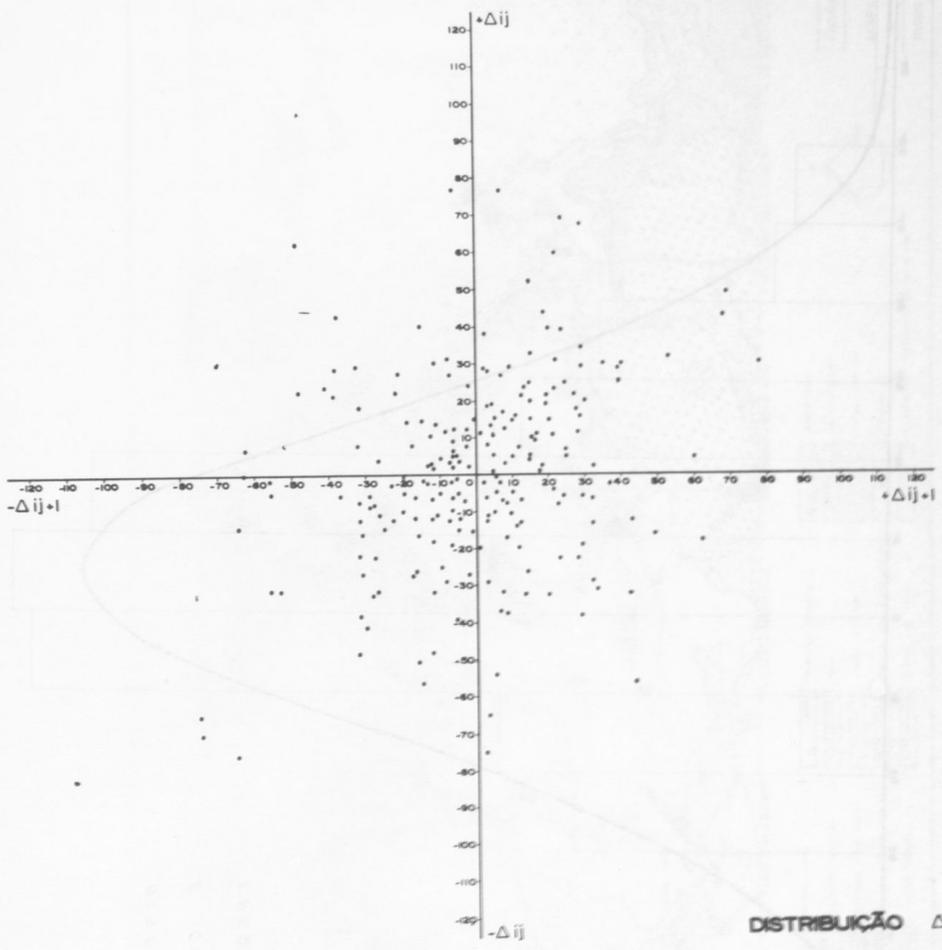


LOC. 021
 $\bar{A} = 78^\circ$



LOC. 020
 $\bar{A} = 176^\circ$

FIGURA 08



DISTRIBUIÇÃO Δ

FIGURA 06

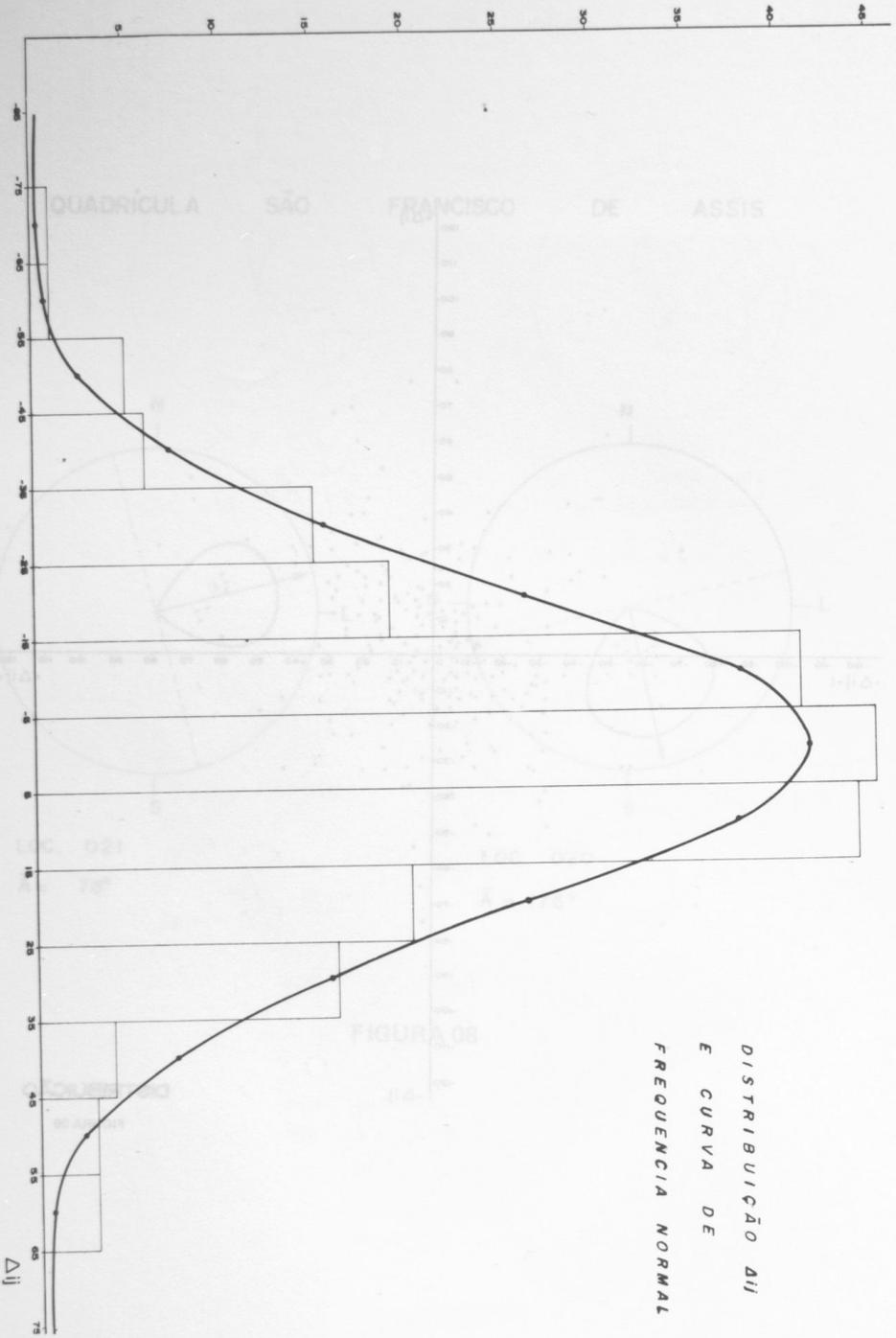
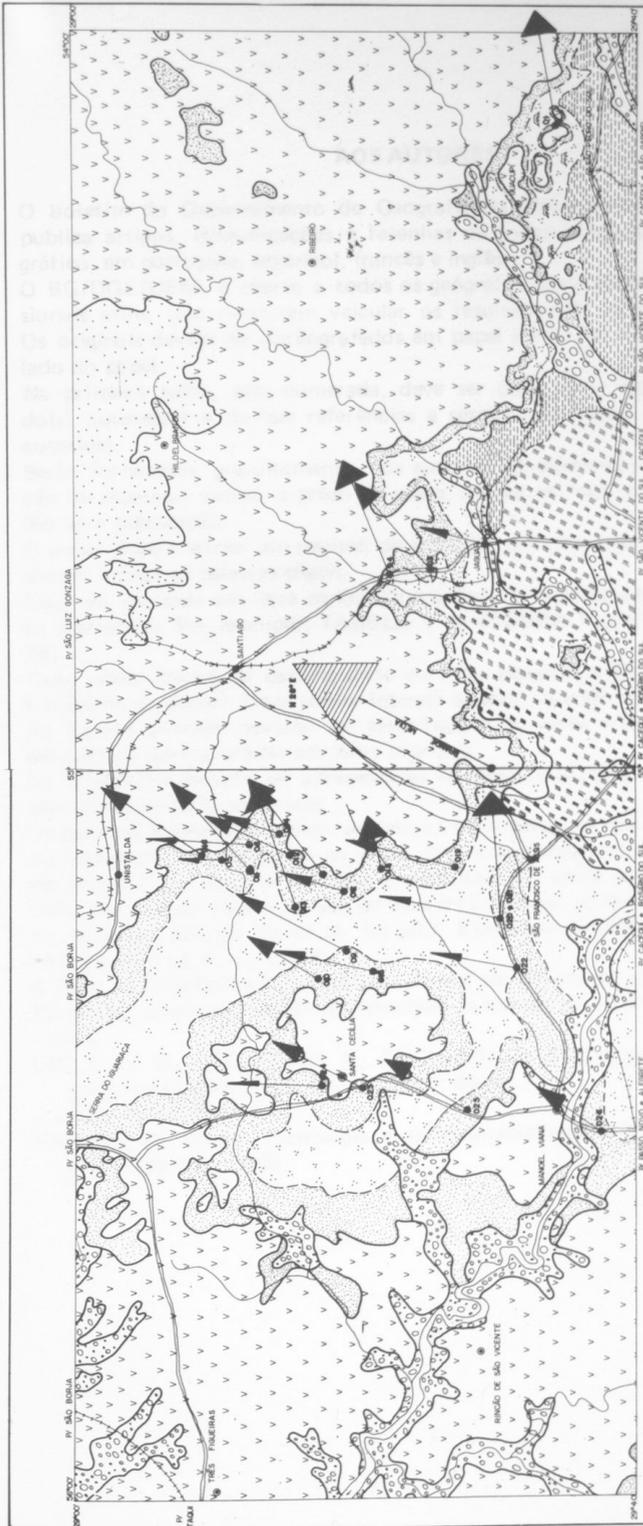


FIGURA 10



Fundação Universidade Estadual de Maringá
MAPA GERAL DE PALEOCORRENTES
 elaborado por: GISA, CHABEM, JAUIR
 mapa nº. 1
 escala 1:250 000
 1974, 1975, 1976

LEGENDA

	Quaternário		Formação Catarinas		Mesa por Locales
	Formação Tugaporã		Formação Santa Maria		Rios
	Formação Serra Geral		Formação Rodório do Sul		Arroyos e Sargas
	Formação Blauvelt		Terras férteis		Reservas não Permeabilizadas
			Estrada de Ferro		Cidades
			Direção das Ferrovias, Rodovias e Rios		Contorno Nítico
					Cunho Interno
					Canais Níticos
					Mesa Média