

Sessão — dia 02/08/77

**“UMA APLICAÇÃO DE VARIOGRAMAS NA
PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA EM SOLOS”**

Geol. SAUL B. SUSLICK
Eng^o WAGNER S. CARVALHO
Geol. JOSÉ R. SIRACUZA — IPT/SP

I — INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo introduzir o conceito das variáveis regionalizadas como uma técnica estatística auxiliar na interpretação dos dados geoquímicos. Este tipo de análise estatística foi desenvolvido por Matheron (1965) e seu grupo de trabalho ligado ao Centro de Morfologia Matemática de Fontainebleau (França).

As variáveis relacionadas às ciências da terra, distribuídas no espaço (bidimensional no caso da prospecção geoquímica) apresentando uma certa estrutura, recebem a denominação de variável regionalizada (V.R.). Por sua vez, estas variáveis exibem um aspecto contraditório duplo. Se por um lado ela é aleatória de ponto para ponto, esta pode entretanto, seguir um padrão estrutural que se reflete nas ligações existentes entre os pontos do espaço onde o fenômeno mineralizado ocorreu.

As V.R. não podem ser tratadas segundo a estatística clássica, uma vez que esta última impõe a condição de que as provas possam ser indefinidamente repetidas, e que sejam independentes, ou seja, o resultado de um dado não pode ser influenciado pela dos que precederam.

As V.R., Matheron (1971), deste modo, apresentam algumas características qualitativas:

I-1 — Localização

A V.R. está definida segundo uma região do espaço, a qual se denomina **campo geométrico**, que pode, por exemplo, ser uma formação geológica. O domínio onde a V.R. é medida designa-se por suporte.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas
do Estado de São Paulo S/A
Divisão de Minas e Geologia Aplicada
Agrupamento de Minas (AGRM)

I-2 — Continuidade

É a variação espacial da V.R. Existe uma continuidade em detrimento das flutuações de ponto para ponto definido por:

$$\lim_{x \rightarrow 0} E [Y(x) - Y(x_0)] = 0$$

A taxa de variação deste limite permite caracterizar a continuidade dos elementos químicos. O **efeito de pepita** é definido nos casos em que tal continuidade não se verifica ($C_0 \neq 0$).

I-3 — Anisotropia

Pode haver casos em que a continuidade em determinada direção não se coaduna com a de outra direção pesquisada, caracterizando assim uma provável anisotropia.

II — VARIOGRAMA

O variograma se constitui no instrumento básico da Geoestatística, a partir do qual são efetuadas as estimações. Sua aplicação tem demonstrado ser o mesmo um poderoso revelador de estruturas.

Para a utilização dos variogramas, normalmente se faz necessária a elaboração de hipóteses suplementares, uma vez que o conjunto de dados experimentais constitui uma única realização da função aleatória, cuja a lei de distribuição de probabilidades é desconhecida "a priori".

A hipótese mais comum é a chamada "hipótese intrínseca", segundo a qual, para os acréscimos da V.R., considera-se a existência de uma esperança e variância independentes do ponto de apoio, o que significa que as correlações entre os diferentes pontos são análogas para todo o espaço mineralizado.

A hipótese intrínseca apresenta as seguintes expressões:

$$E [Y(x+h) - Y(x)] = m(h)$$

$$E \{ [Y(x+h) - Y(x)]^2 \} = 2\gamma(h)$$

onde:

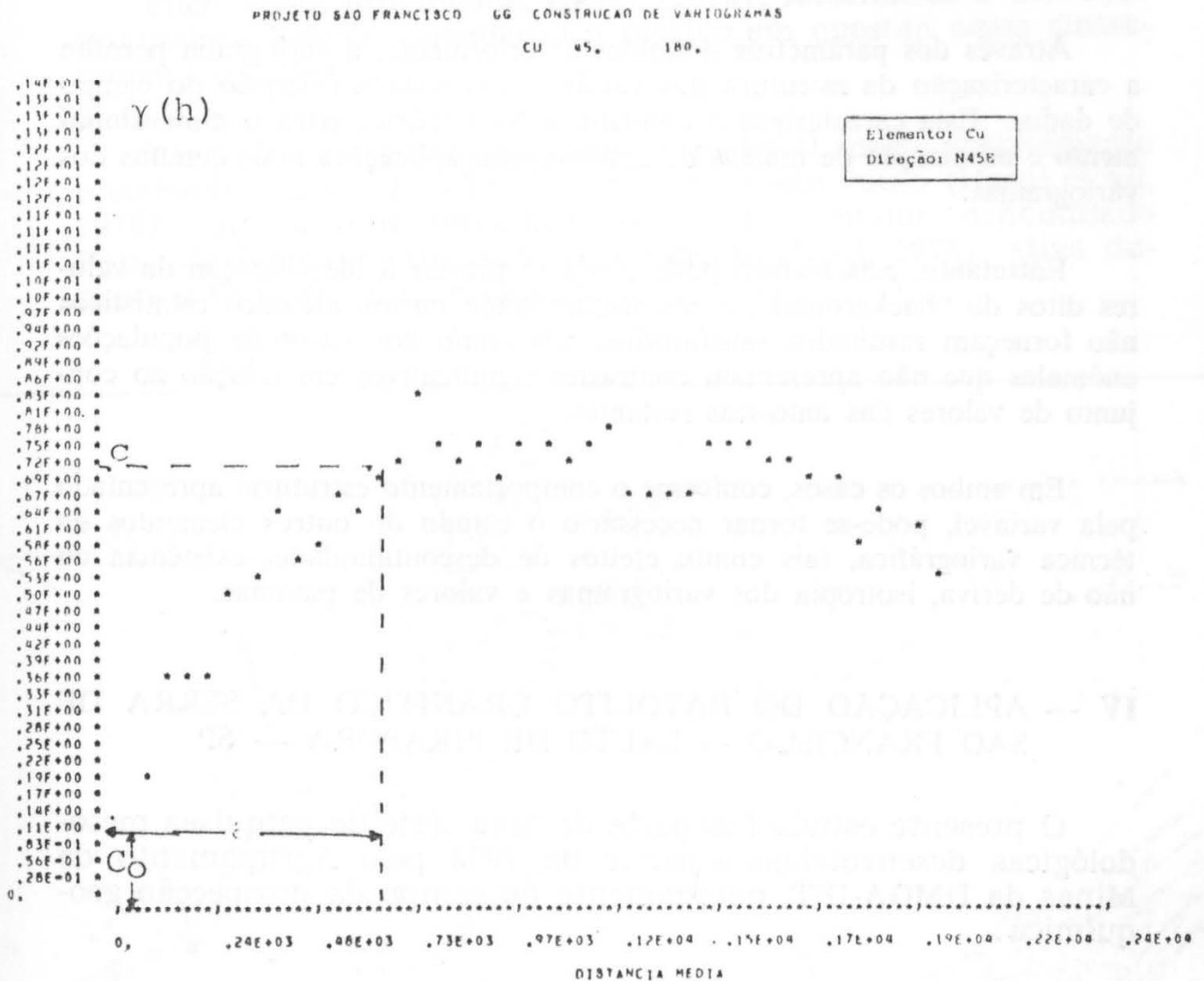
$Y(x)$ = variável regionalizada;

x = coordenada no espaço, no caso específico da prospecção geoquímica restrita a duas dimensões;

$\gamma(h)$ = variograma

Numa dada mineralização em que é válida a hipótese intrínseca, existe uma certa "amplitude" na qual as amostras, a partir de uma determinada distância, tornam-se independentes. Este fenômeno, designado *Fenômeno de Transição*, caracteriza as va-

riações bruscas verificadas de unidade para unidade. Entretanto, a continuidade no interior de cada unidade não se apresenta comprometida pelo eventual aparecimento de estruturas particulares de menor porte no interior do campo geométrico da variável estudada. No caso do fenômeno de transição, o variograma apresenta-se comumente com o seguinte aspecto (Figura 1):



onde:

- a = amplitude ("portée") do fenômeno de transição-distância a partir da qual as amostras se tornam independentes, constituindo uma abordagem quantitativa do conceito intuitivo de zona de influência;
- c = variância "a priori" da V.R. (patamar), reflete a "dispersão" dos valores ligados ao fenômeno mineralizado, para distâncias superiores à amplitude;

C_0 = efeito de pepita, é a ordenada na origem do variograma e resulta na sobreposição de microestruturas e erros de amostragem.

III — POSSÍVEIS APLICAÇÕES DOS VARIOGRAMAS EM PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

Através dos parâmetros definidos anteriormente, a variografia permite a caracterização da estrutura das variáveis em toda a extensão do campo de dados. Esta caracterização constitui a base teórica para o **dimensionamento e otimização** de malhas de amostragem, aplicações mais comuns dos variogramas.

Entretanto, esta técnica pode ainda se prestar à identificação de valores ditos de "background", e situações onde outros métodos estatísticos não forneçam resultados satisfatórios, tais como nos casos de populações anômalas que não apresentam contrastes significativos em relação ao conjunto de valores das amostras restantes.

Em ambos os casos, conforme o comportamento estrutural apresentado pela variável, pode-se tornar necessário o estudo de outros elementos da técnica variográfica, tais como: efeitos de descontinuidade, existência ou não de deriva, isotropia dos variogramas e valores de patamar.

IV — APLICAÇÃO DO BATOLITO GRANÍTICO DA SERRA DE SÃO FRANCISCO — SALTO DE PIRAPORA — SP

O presente estudo faz parte de uma série de pesquisas metodológicas desenvolvidas a partir de 1973 pelo Agrupamento de Minas da DMGA-IPT, notadamente no campo da prospecção geoquímica.

Os resultados de análises geoquímicas aqui utilizadas, constituem parte dos dados obtidos em um projeto piloto de prospecção geoquímica táctica, executado em uma área teste, situada ao sul da cidade de Sorocaba.

A área em questão encontra-se recortada no sentido E-W pelo batólito granítico da Serra de São Francisco, disposto segundo a orientação geral das encaixantes. Obedecendo a um esquema de compartimentação tectônica proposto por Hasui (1973), a área se situaria dentro do bloco São Roque, individualizado através de importantes zonas de falhamentos transcorrentes, constituído por metamorfitos (metapelitos, metapsamiitos, metabasitos, rochas

calcárias e calco-silicatadas) e rochas granitóides, todo o conjunto pertencendo ao Grupo São Roque.

A classificação tectônica deste maciço é extremamente controvertida, Hasui et al (1969) consideraram-no tardi-tectônico, enquanto outros autores qualificam-no como sintectônico.

Face a esta dificuldade, Hasui (1973), retornando à definição original de Eskola, considerou o maciço em questão como sintectônico parautoctone.

Tanto a geologia local, como a regional, estão intimamente relacionadas à Zona de Transcorrência de São Paulo (Hasui et al, 1975), integrante de um conjunto tectônico maior, denominado Faixa de Dobramentos Sudeste (Almeida et al, 1976), ativa durante o Ciclo Brasileiro (Figura 2).

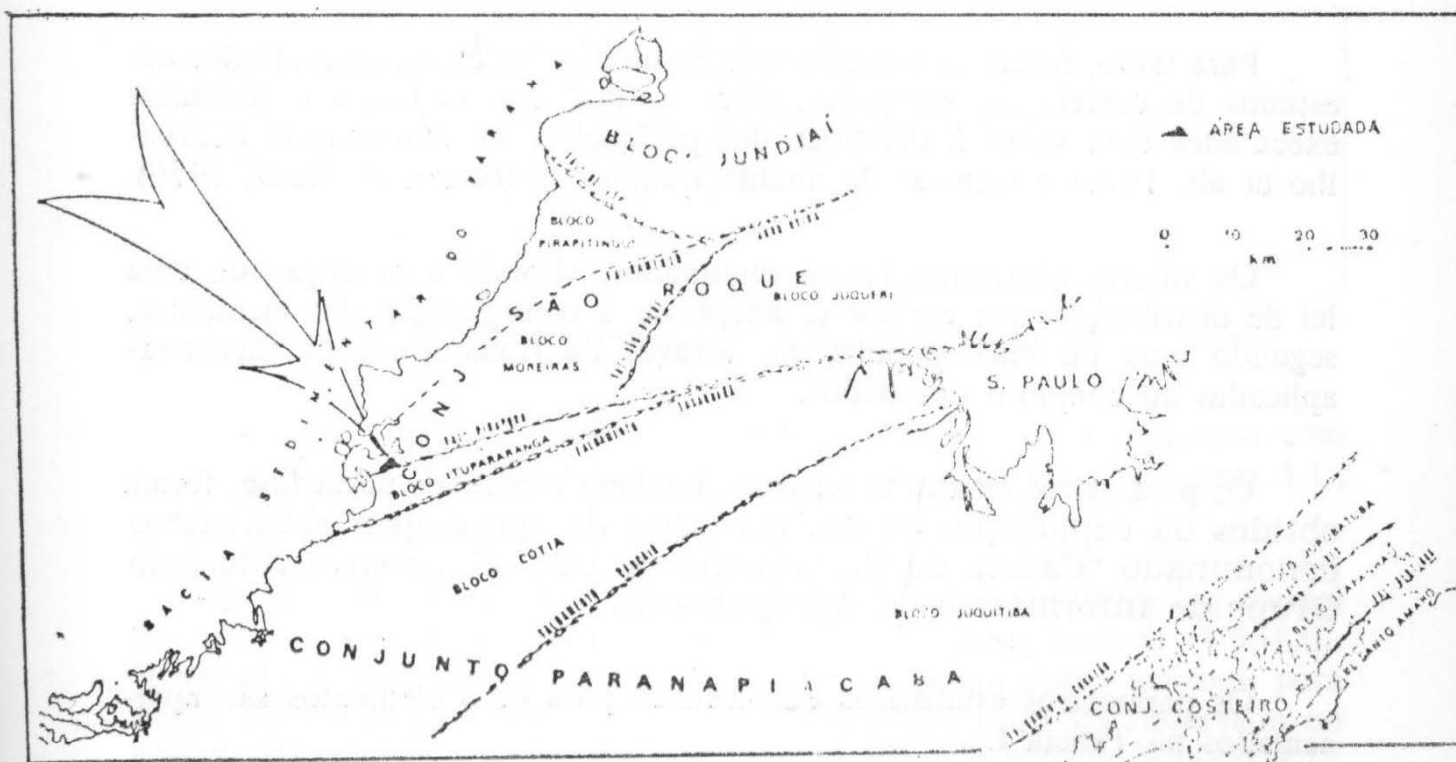


FIGURA 2 - Localização da área e sua integração na geologia regional, compilado de Hasui et al, 1976.

Ainda segundo Hasui (1973), o maciço foi seccionado em sua borda meridional pelo falhamento de Pirapora, sob a ação de esforços compressivos principais com direção E-W. A separação dos blocos adjacentes se fez por zonas cataclásticas ao longo de faixas extensas, chegando a atingir, em alguns locais, larguras quilométricas.

Trabalhos anteriores (Knecht, 1945; Saldanha e Franco, 1946), resultaram na localização e reconhecimento de ocorrências de cassiterita, wolframita e sulfetos de Pb, Zn e Cu na extremidade oeste do mesmo maciço, possivelmente relacionadas à áreas graisenficadas do granito.

Com base nestas informações, e em resultados obtidos a partir de uma campanha geoquímica semi-regional em toda a área abrangida pelo maciço, foi selecionada uma área de aproximadamente 8 km², na sua porção oeste (Figura 2).

Para a elaboração deste trabalho selecionou-se aleatoriamente 199 amostras de solo em um total de 1.290 coletadas em malha regular com espaçamento fixo de 50 m.

Tendo em vista o limite operacional imposto pela técnica variográfica, reduziu-se o número de variáveis, com a seleção de apenas 3 elementos (Pb, Zn e Cu) entre os 14 previamente analisados.

Para tanto, foram considerados os resultados anteriormente obtidos em estudos de correlação, efetuados sobre o total das variáveis e trabalhos executados com vistas à definição dos parâmetros de amostragem (Carvalho et al., 1976) e técnicas de análise química instrumental (Ratti, 1976).

Os valores aberrantes foram eliminados, visando a obtenção de uma lei de distribuição que melhor se adaptasse à configuração dos elementos, segundo uma ou mais populações, através de transformações sucessivas aplicadas ao conjunto dos dados.

Os parâmetros estatísticos usuais, também estudados nesta fase, foram obtidos da exploração de um conjunto de "packages" estatísticos denominado "Cadeia de Tratamento de Dados", desenvolvido pelo Grupo de Informática do Agrupamento.

Os parâmetros estatísticos encontrados para os 3 elementos são apresentados na Tabela I.

	μ	σ	A	C_v	R
Cu	17,0	13,3	70	78,3	5,3
Pb	52,7	44,0	195	83,5	4,4
Zn	38,6	30,8	192	79,7	6,2

onde:

- μ = média
- σ = desvio padrão
- A = amplitude
- C_v = coeficiente de variação
- R = amplitude/desvio padrão

As observações geológicas efetuadas na área piloto, confirmando informações de estudos anteriores, sugeriram a existência de um condicionamento tectônico para as mineralizações. A partir de uma regionalização estatística dos dados proposta por Hasui (1975), selecionou-se as seguintes direções preferenciais (Tabela II) por meio das quais construiu-se os variogramas visando a aplicabilidade na detecção de possíveis anisotropias e na definição de uma malha ótima.

N-S	sistemas de iraturamento
N65E	vert. oblíquo à xistosidade
N38W	sistema transversal à xistosidade (juntas)
N60E	atitude dominante da xistosidade
E-W	direção geral do batólito
N45E	direção adicional proposta

TABELA II — Direções propostas para elaboração dos variogramas.

Para cada variável foram calculadas os respectivos histogramas com suas frequências relativas acumuladas por intervalo de classe (Figuras 3.1.; 3.2. e 3.3.).

As distribuições do Cu, Pb e Zu exibiram uma tendência log-normal no teste do Chi-Quadrado para dois valores mínimos críticos (1.5.-5.0). Resultado análogo foi fornecido pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para dados logaritimados, onde o ajuste da distribuição pode ser observado no gráfico das frequências acumulativas teóricas versus calculada (Figuras 4.1.; 4.2. e 4.3.) com uma aproximação polinomial para uma curva log-normal com erro médio de 10⁻⁶%.

V — ANÁLISE VARIOGRÁFICA

Após o conhecimento em detalhe do suporte das variáveis medidas, processou-se o estudo dos variogramas propriamente ditos, segundo as direções indicadas.

Figura 3.1.

HISTOGRAMA 3 * 24

VALORES	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
CLASSES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
N.OBSERV.	51	77	32	14	7	3	3	2	0	2	
FRECUENCIA	26,7	40,3	16,8	7,3	3,7	1,6	1,6	1,0	0,0	1,0	
XACUMULADA	26,7	67,0	83,8	91,1	94,8	96,3	97,9	99,0	99,0	100,0	

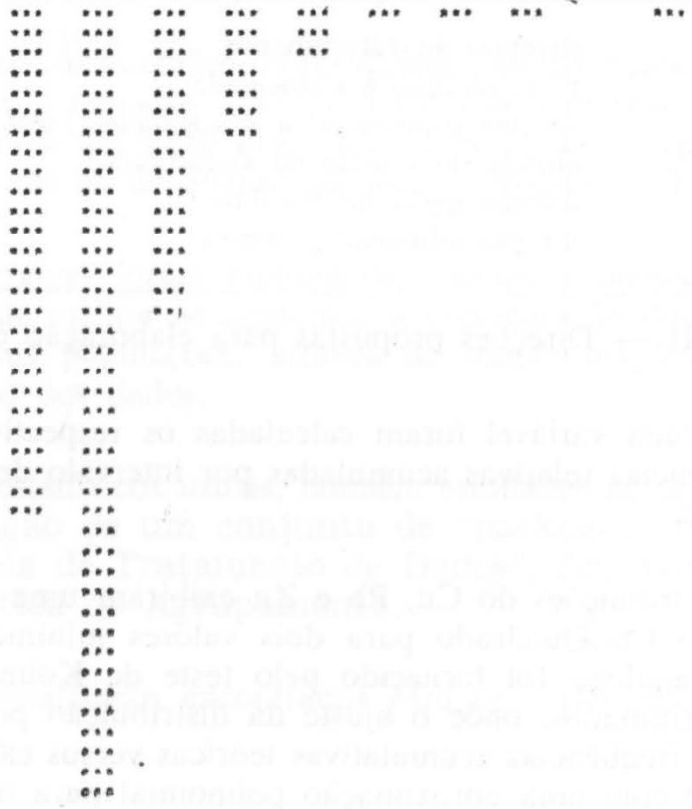


Figura 3.2.

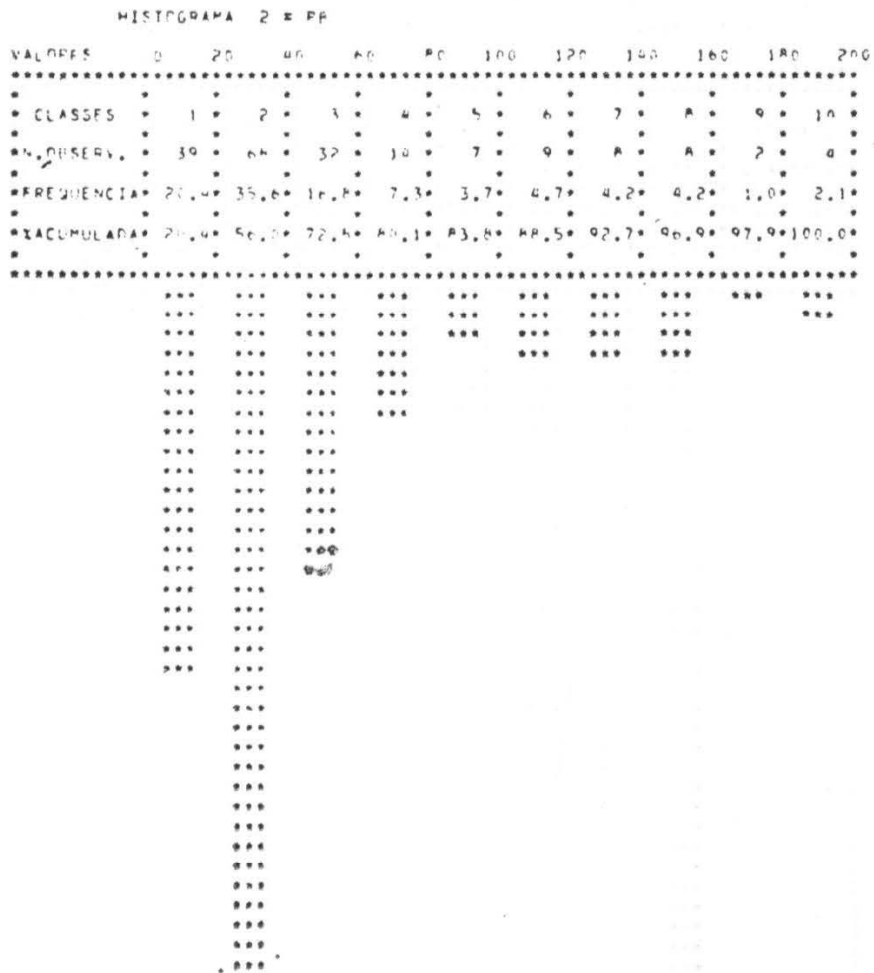
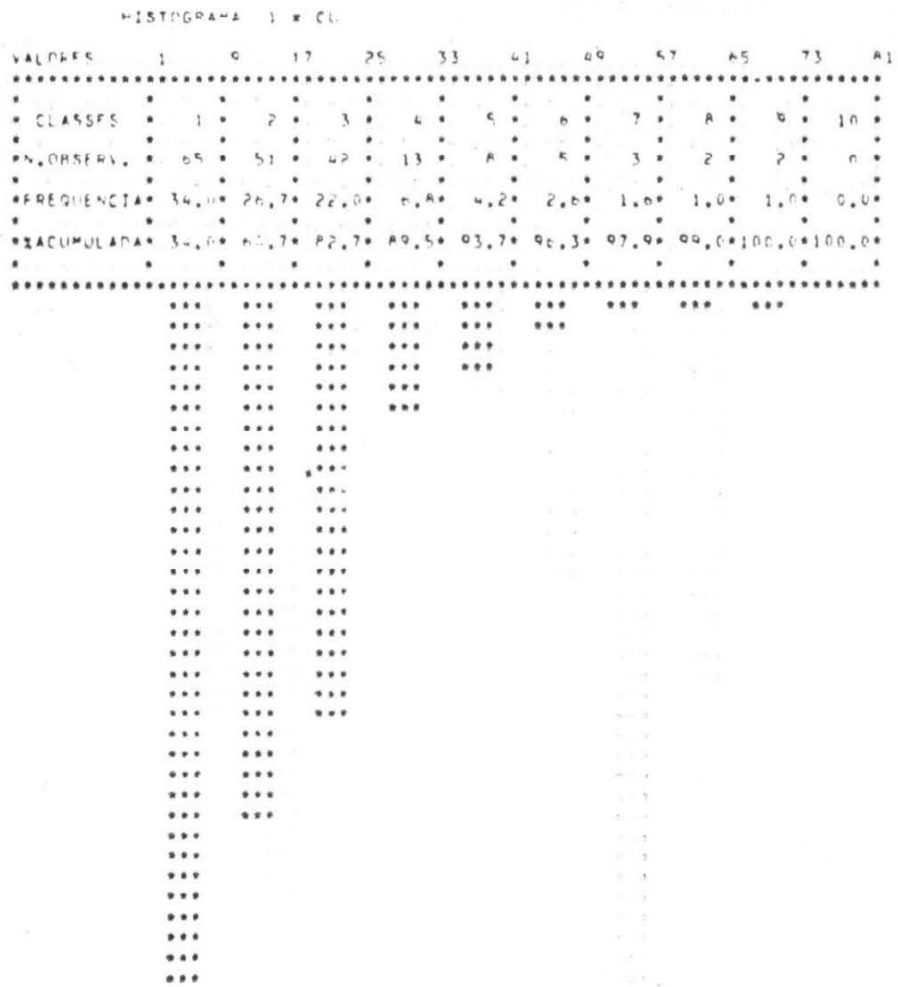


Figura 3.3.



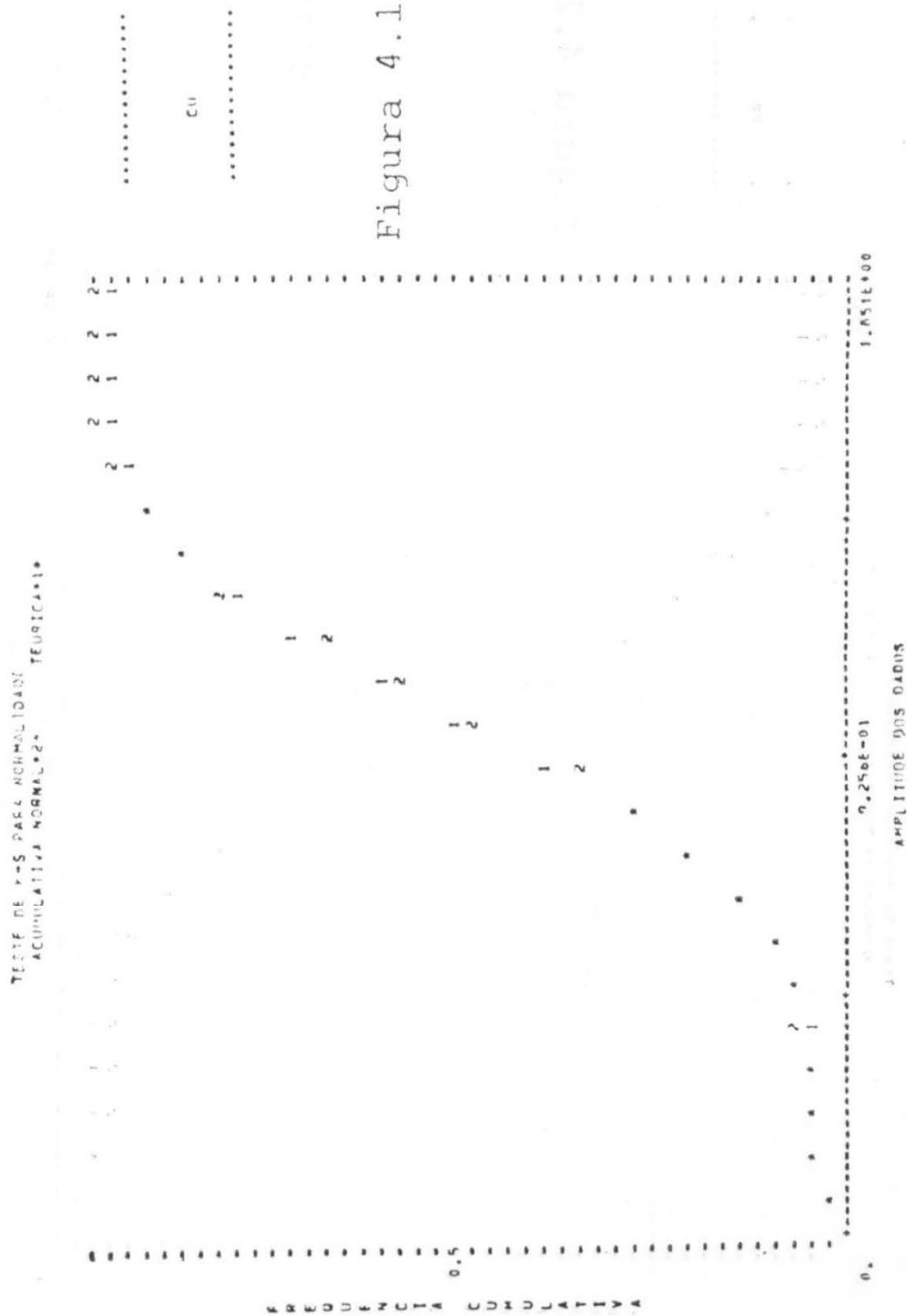


Figura 4.1.

RESTE DE M-S PARA NORMALIDADE ACUMULATIVA NORMAL=20 TECNICA=10

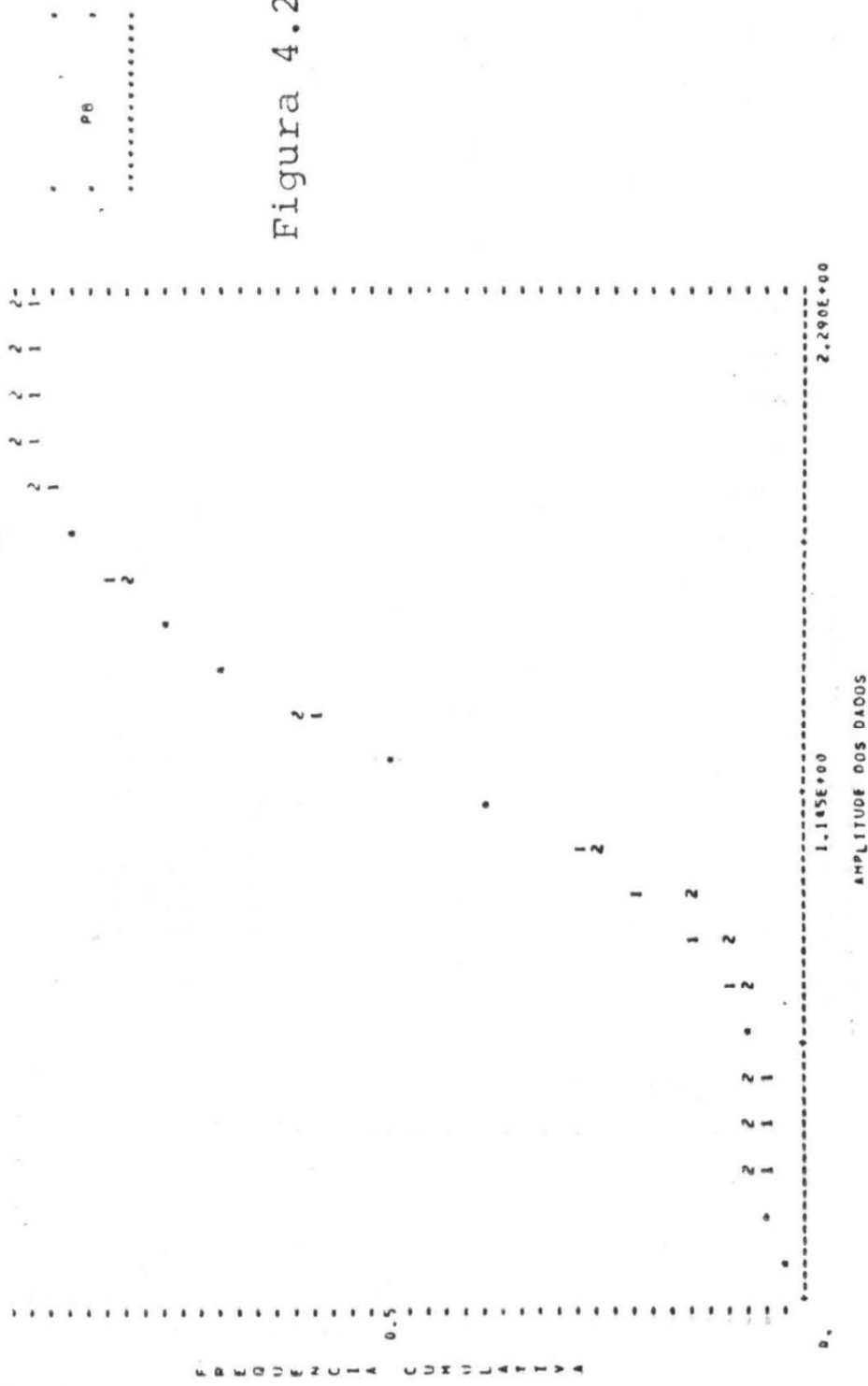


Figura 4.2.

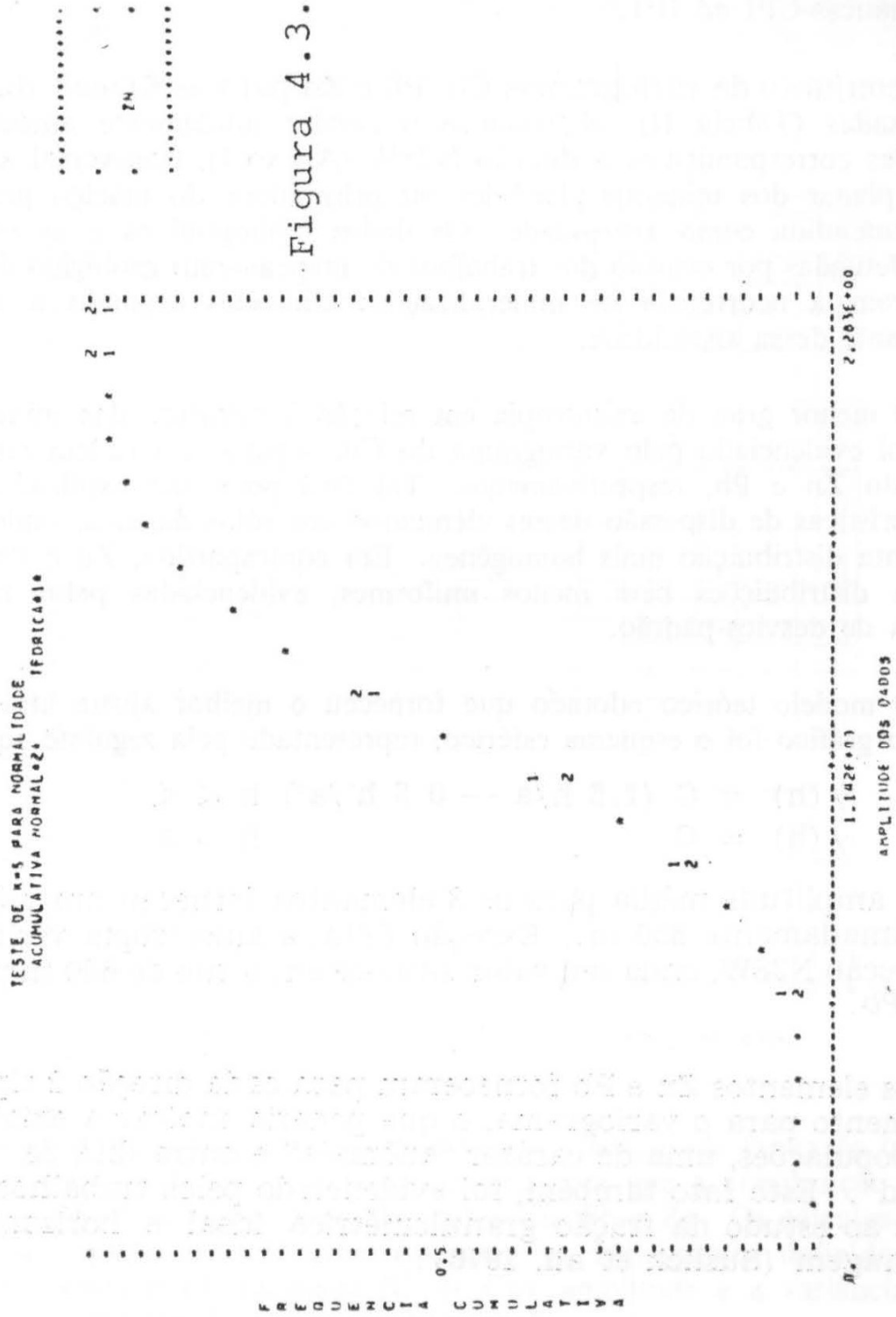


Figura 4.3.

Para a confecção dos variogramas utilizou-se do programa "VARIO" desenvolvido e adaptado pelo grupo de Informática do AGRM a partir de rotinas propostas por David (1975). Os cálculos automáticos foram feitos no computador B-6700/7700 do Centro de Computação Eletrônica da USP e as rotinas complementares, processadas no Centro de Pesquisas Informáticas-CPI no IPT.

No conjunto de variogramas Cu, Pb e Zn para as 6 (seis) direções pesquisadas (Tabela II), observou-se o cartáer nitidamente anisotrópico daqueles correspondentes à direção N38W (Anexo I), transversal à orientação planar dos minerais placóides ou prismáticos do maciço granítico, aqui entendida como xistosidade. Os dados bibliográficos e as observações efetuadas por ocasião dos trabalhos de mapeamento geológico da área, indicaram a ocorrência de mineralizações alinhadas segundo a direção dominante dessa xistosidade.

O menor grau de anisotropia em relação à estrutura das mineralizações foi evidenciado pelo variograma do Cu, seguido em ordem crescente pelos do Zn e Pb, respectivamente. Tal fato pode ser explicado pelas características de dispersão desses elementos nos solos da área, onde o Cu apresenta distribuição mais homogênea. Em contrapartida, Zn e Pb apresentam distribuições bem menos uniformes, evidenciadas pelos maiores valores de desvios-padrão.

O modelo teórico adotado que forneceu o melhor ajuste através do método gráfico foi o esquema esférico, representado pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= C (1.5 h/a - 0.5 h^3/a^3) & h \leq a \\ \gamma(h) &= C & h > a \end{aligned}$$

A amplitude média para os 3 elementos forneceu um valor de aproximadamente 650 m. Exceção feita, à anisotropia verificada na direção N38W, onde seu valor situa-se em torno de 600 m para o Zn e Pb.

Os elementos Zn e Pb forneceram para cada direção 2 tipos de andamento para o variograma, o que poderia indicar a existência de 2 populações, uma de caráter "anômala" e outra dita de "background". Este fato também, foi evidenciado pelos trabalhos referentes ao estudo da fração granulométrica ideal e horizonte de amostragem (Suslick et al., 1976).

O estudo variográfico pode ser orientado no sentido de determinar a precisão que poderia ser obtida a partir do número de amostras coletadas. Esse cálculo é feito segundo a equação abaixo proposta por David (1975), em função de um valor médio, para n amostras dependentes em um conjunto S.

$$\frac{2}{N} = (2/NS) \sum_i \int_s \gamma(x_i - x) dx - (1/S^2) \int_s dx \int_s \gamma(x - y) dy - (1/N^2) \sum_i \sum_j (x_i - x_j)$$

Estes valores podem ser aproximadamente calculados através de ábacos propostos por Matheron (1971), para qualquer tipo de malha de amostragem conforme mostra a Figura 5.

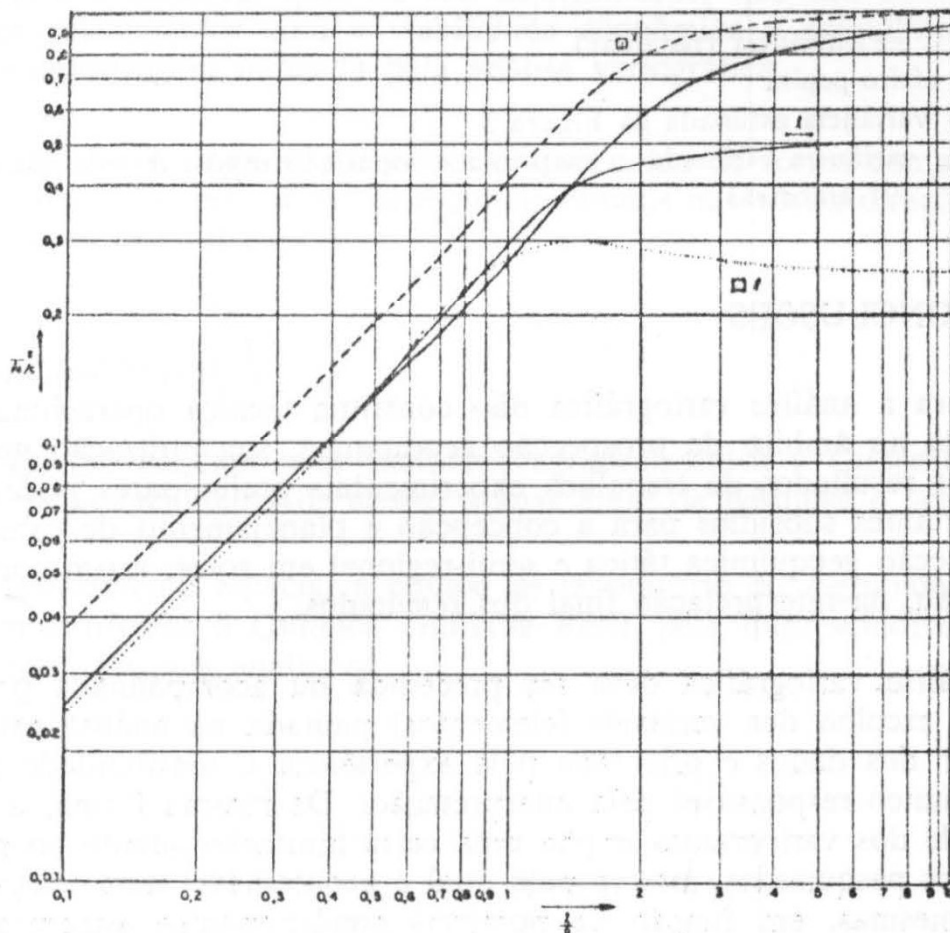


Fig-5 VARIÂNCIAS DE EXTENSÃO DIVERSAS - ESQUEMA ESFÉRICO DE MATHERON

A partir do valor médio estimado para a amplitude (zona de influência), pode-se determinar a precisão relativa com que a composição média do batólito é conhecida para os elementos Cu, Pb e Zn. Os cálculos foram efetuados a partir de 191 amostras, com os variogramas definidos pelo efeito de pepita (C_0), variância ($C + C_0$), amplitude e a variância estimada F_E^2 a partir do ábaco da Figura 5.

Com estes dados reunidos pode-se determinar facilmente a variância total da área dada por $F_E^2 = C_0 + F_E^2 / 191$. O cálculo aproximado deste procedimento é mostrado na Tabela III.

TABELA III

	$C_o + C$	C	C_o	F_e^2/C	F_e^2	$F_e^2 + C_o$	F_e^2	$2 F_E$
Cu	0.68	0.68	0.07	0.03	0.0021	0.6821	0.005	0.12
Pb	0.92	0.82	0.10	0.03	0.003	0.823	0.004	0.13
Zn	0.66	0.55	0.11	0.03	0.0033	0.6633	0.0034	0.11

onde:

$C_o + C$ = variância (patamar)

C_o = efeito pepita

F_e^2 = variância estimada da Figura 5

F_E^2 = variância estimada a partir da composição média do maciço para as 191 amostras.

VI — CONCLUSÕES

— Embora a análise variográfica não constitua técnica operacionalmente consagrada no âmbito da prospecção geoquímica, sua utilização no tratamento dos resultados de trabalhos experimentais preliminares pode fornecer importantes subsídios para a concepção e planejamento de campanhas de prospecção geoquímica tática e semi-regional em solos, assim como, em menor grau, na interpretação final dos resultados.

— A análise variográfica deve ser precedida ou acompanhada por uma adequada escolha das variáveis (elementos) pautada na análise estatística preliminar dos dados e orientada pela experiência e sensibilidade pessoal do geoquímico responsável pela interpretação. Da mesma forma, a operacionalidade dos variogramas impõe uma certa limitação quanto ao número de direções pesquisadas, motivo pelo qual é aconselhável uma seleção prévia das mesmas, em função de possíveis condicionantes estruturais das variáveis (elementos).

— Em alguns casos, o caráter isotrópico apresentado por variogramas de algumas variáveis (elementos) pode constituir simples indicador do elevado grau de dispersão supérgena (secundária) das mesmas, capaz de mascarar a existência de eventuais controles estruturais da mineralização, na área estudada. Nesses casos, uma melhor caracterização poderá ser tentada através do reprocessamento dos variogramas, a partir de resultados obtidos no tratamento das variáveis em questão, por técnicas estatísticas multivariantes.

— A variância apresenta uma maior tendência de crescimento com a distância para direções de variograma transversais às estruturas que controlam

as mineralizações. Tal fato pode ser explicado pela maior probabilidade de ocorrência de valores contrastantes, correspondentes a pontos de amostragem situados dentro e fora dos "halos" de dispersão secundária dos elementos metálicos em questão.

— O **valor de amplitude** encontrado deve ser considerado como simples base teórica auxiliar para um melhor dimensionamento da malha a ser adotada na coleta rotineira de amostras.

Cumpra-se observar que, na sua determinação, não são considerados os fatores relacionados com a viabilidade econômica e exequibilidade da malha de amostragem indicada pela análise variográfica.

— O estudo dos variogramas deve ser empreendido de forma comparativa, isto é, comparando entre si os variogramas obtidos nas várias direções consideradas, para cada elemento.

AGRADECIMENTOS

Os autores prestam seus melhores agradecimentos à Cimento Santa Rita S/A pelas facilidades de acesso a suas áreas de pesquisa e lavra.

Reconhecimento especial à equipe de laboratório do Agrupamento de Minas, em particular à Química Giuliana Ratti, pela imprescindível participação nos trabalhos analíticos.

VII —

BIBLIOGRAFIA

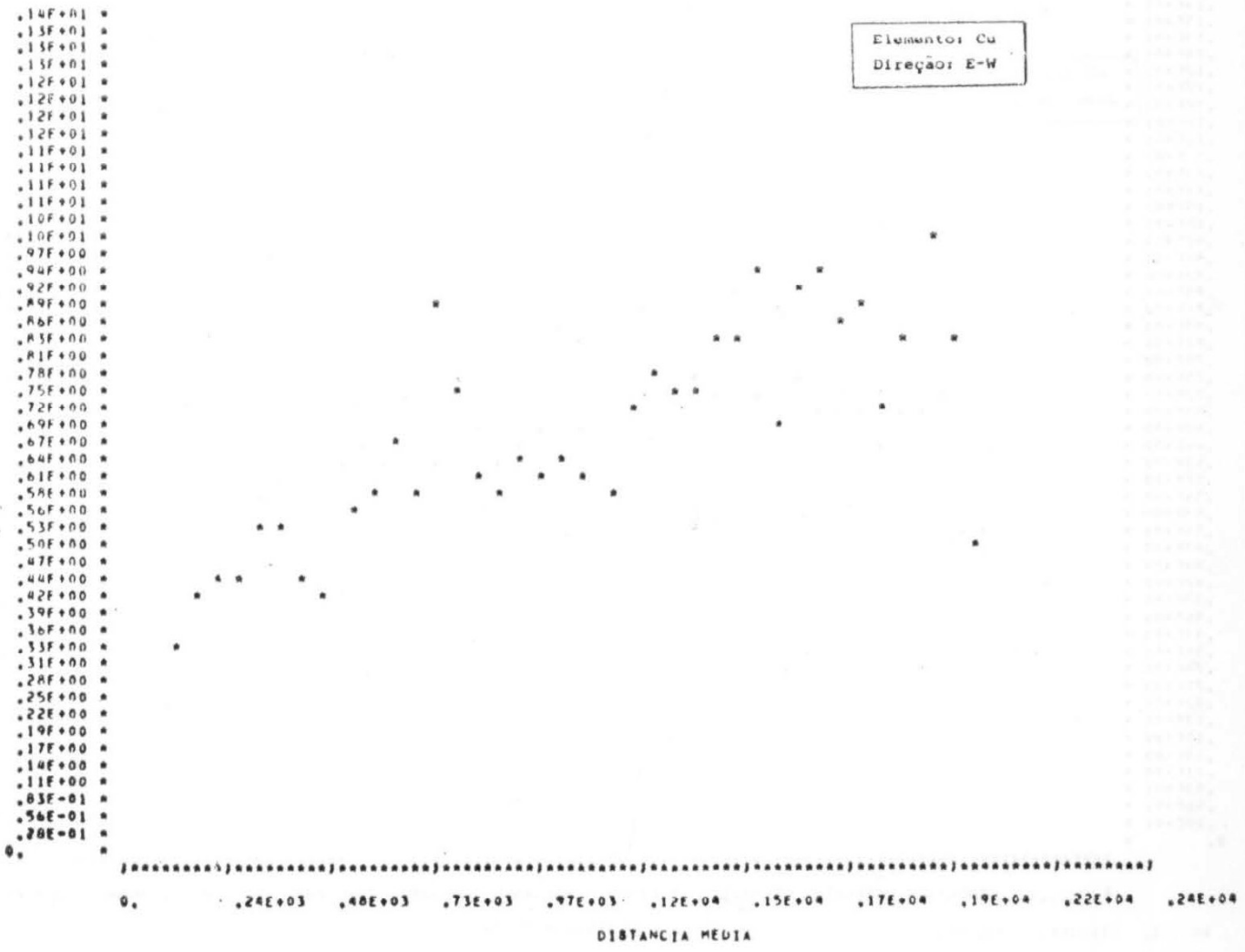
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B. — The Upper Pre-Cambrian of South America. Boletim do IGUSP, vol. 7, p. 45-80, 1976.
- DAVID, M. — Geostatistical Ore Reserve Estimation. Montreal Ecole Polytechnique, 1975. (Rapport EP-75-R-52).
- HASUI, Y. — Tectônica da área das falhas de São Roque e Pilar do Sul. São Paulo, IGUSP, 1973 (Tese de Livre Docência).
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. — The Ribeira Folded Belt — Revista Brasileira de Geociências, vol. 5 n.º 4 — 1975.
- KNECHT, T. — As jazidas de wolframita e cassiterita da Serra de São Francisco, município de Sorocaba — SP — Brasil. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 2.º e MINERAIS METÁLICOS, 12.º, Petrópolis, 1946. *Anais...* Petrópolis, 1946 p. 113-139.

- MATHERON G. — The theory of regionalized variables and its applications. Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau, 1971 (Les Cahiers du CMMF, n.º 5).
- MATHERON, G. Les variables régionalisées et leur estimation. Paris, Ed. Masson, 1965.
- PAIVA FILHO, A. & GALVÃO, C.A.C.F. — Levantamento geológico da área de interesse do Projeto Flúor. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1976 (Relatório IPT n.º 9.029 — Relatório Interno).
- RATTI, G. — Eficiência de ataques químicos parciais. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1976 (Relatório Interno do Agrupamento de Minas — DMGA).
- SALDANHA, R. & FRANCO, R.R. — Nota preliminar sobre a ocorrência de wolframita e cassiterita em Sorocaba. *Mineração e Metalurgia* 10 (57), 1946.
- SUSLICK, S.; CARVALHO, W.S. de; RATTI, G. — Seleção de horizontes de amostragem e fração granulométrica. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1976 (Relatório Interno do Agrupamento de Minas — DMGA).
- SUSLICK, S.; CARVALHO, W.S. de; RATTI, G. — Influência de moagens em resultados de análises geoquímicas parciais. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas 1976 (Relatório Interno do Agrupamento de Minas — DMGA).

ANEXO I

PROJETO SÃO FRANCISCO GG CONSTRUÇÃO DE VARIÓGRAMAS
 CU 0. 45.

Elemento: Cu
 Direção: E-W

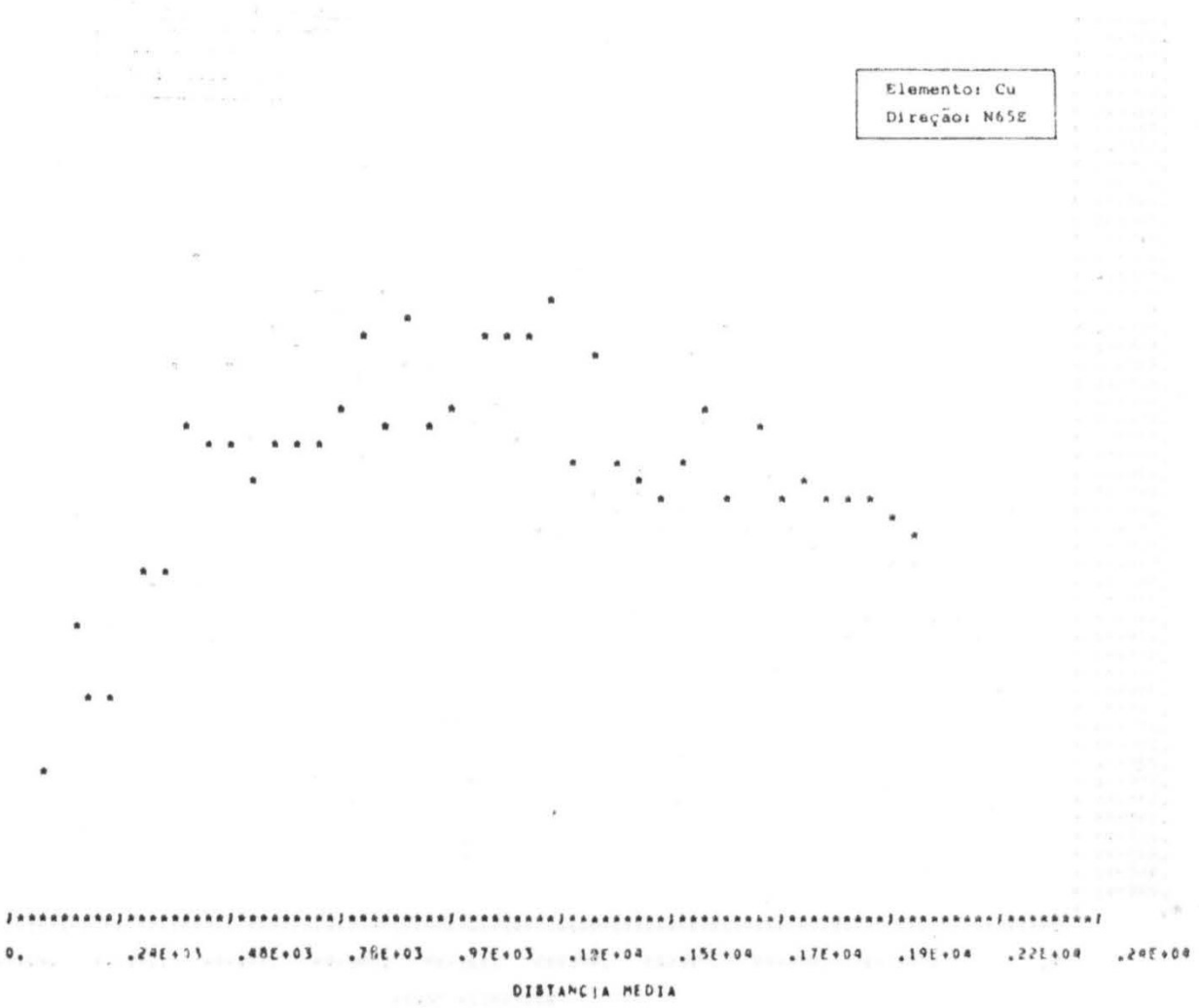


PROJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGHAMAS

CU 65. 45.

Elemento: Cu
Direção: N65E

- .14F+01 *
- .13F+01 *
- .13F+01 *
- .13F+01 *
- .12F+01 *
- .12F+01 *
- .12F+01 *
- .11F+01 *
- .11F+01 *
- .11F+01 *
- .10F+01 *
- .10F+01 *
- .97F+00 *
- .94F+00 *
- .92F+00 *
- .89F+00 *
- .82F+00 *
- .83F+00 *
- .81F+00 *
- .78F+00 *
- .75F+00 *
- .72F+00 *
- .69F+00 *
- .67F+00 *
- .64F+00 *
- .61F+00 *
- .58F+00 *
- .56F+00 *
- .53F+00 *
- .50F+00 *
- .47F+00 *
- .44F+00 *
- .42F+00 *
- .39F+00 *
- .36F+00 *
- .33F+00 *
- .31F+00 *
- .28E+00 *
- .25F+00 *
- .22E+00 *
- .19F+00 *
- .17F+00 *
- .14F+00 *
- .11F+00 *
- .83F-01 *
- .56E-01 *
- .28E-01 *

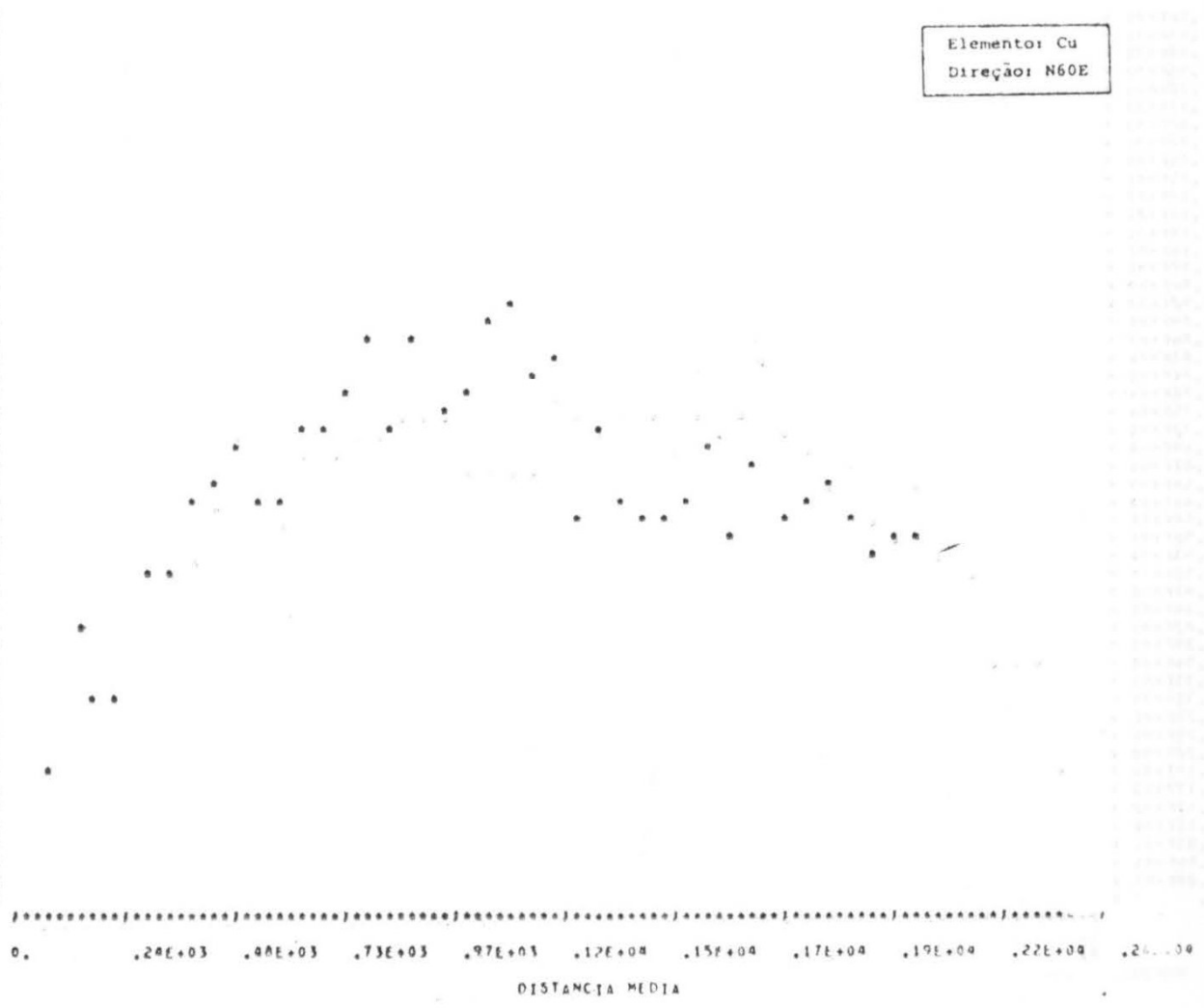


PROJETO SAO FRANCISCO CG CONSTRUÇÃO DE VARIOGRAMAS

CU 60, 45,

Elemento: Cu
Direção: N60E

.14F+01 *
.13F+01 *
.13F+01 *
.13F+01 *
.12F+01 *
.12F+01 *
.12F+01 *
.12F+01 *
.11F+01 *
.11F+01 *
.11F+01 *
.11F+01 *
.10F+01 *
.10F+01 *
.97F+00 *
.94F+00 *
.92F+00 *
.84F+00 *
.86F+00 *
.83F+00 *
.81F+00 *
.78F+00 *
.75F+00 *
.72F+00 *
.69F+00 *
.67F+00 *
.64F+00 *
.61F+00 *
.58F+00 *
.56F+00 *
.53F+00 *
.50F+00 *
.47E+00 *
.44F+00 *
.42F+00 *
.39F+00 *
.36F+00 *
.33F+00 *
.31F+00 *
.28F+00 *
.25F+00 *
.22F+00 *
.19F+00 *
.17F+00 *
.14F+00 *
.11E+00 *
.03F-01 *
.56E-01 *
.28E-01 *
0.

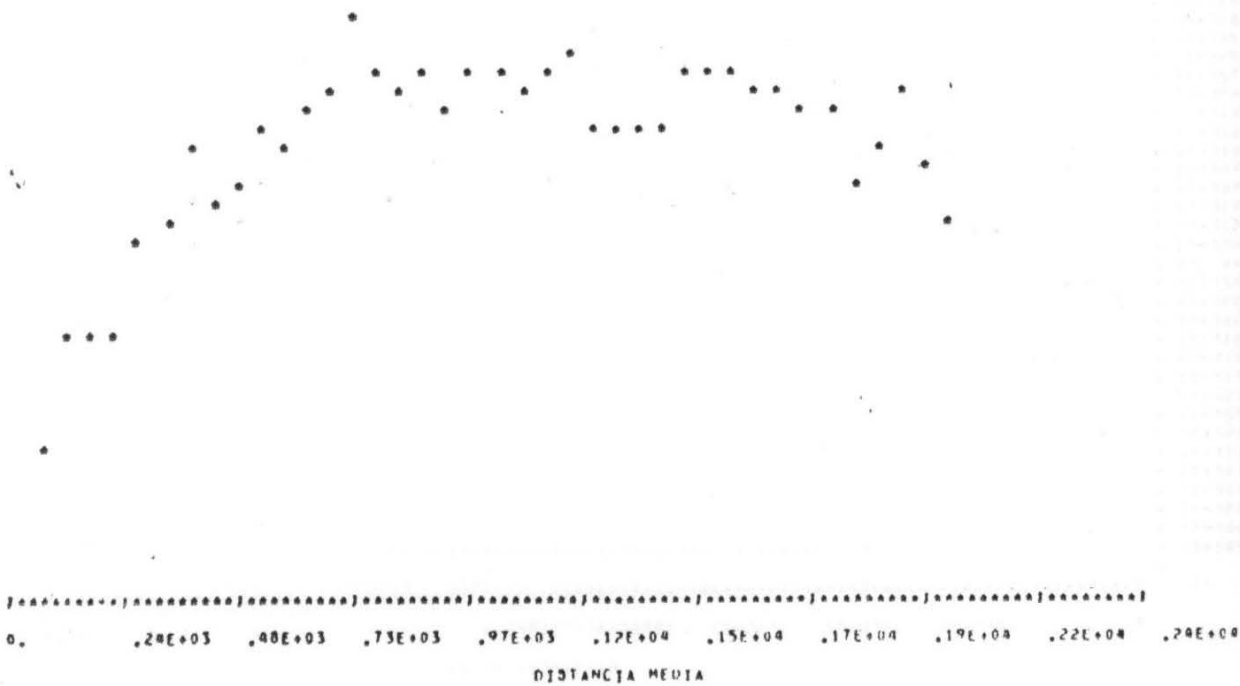


PROJETO BAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGRAMAS

CU 4%, 180,

Elemento: Cu
Direção: N45E

.14F+01 *
.13F+01 *
.13F+01 *
.13F+01 *
.12F+01 *
.12F+01 *
.12F+01 *
.11F+01 *
.11F+01 *
.11F+01 *
.10F+01 *
.10F+01 *
.97F+00 *
.94F+00 *
.92F+00 *
.89F+00 *
.86F+00 *
.83F+00 *
.81F+00 *
.78F+00 *
.75F+00 *
.72F+00 *
.69F+00 *
.67F+00 *
.64F+00 *
.61F+00 *
.58F+00 *
.56F+00 *
.53F+00 *
.50F+00 *
.47F+00 *
.44F+00 *
.42F+00 *
.39F+00 *
.36F+00 *
.33F+00 *
.31F+00 *
.28F+00 *
.25F+00 *
.22E+00 *
.19F+00 *
.17F+00 *
.14F+00 *
.11F+00 *
.83F-01 *
.56F-01 *
.28E-01 *
0.

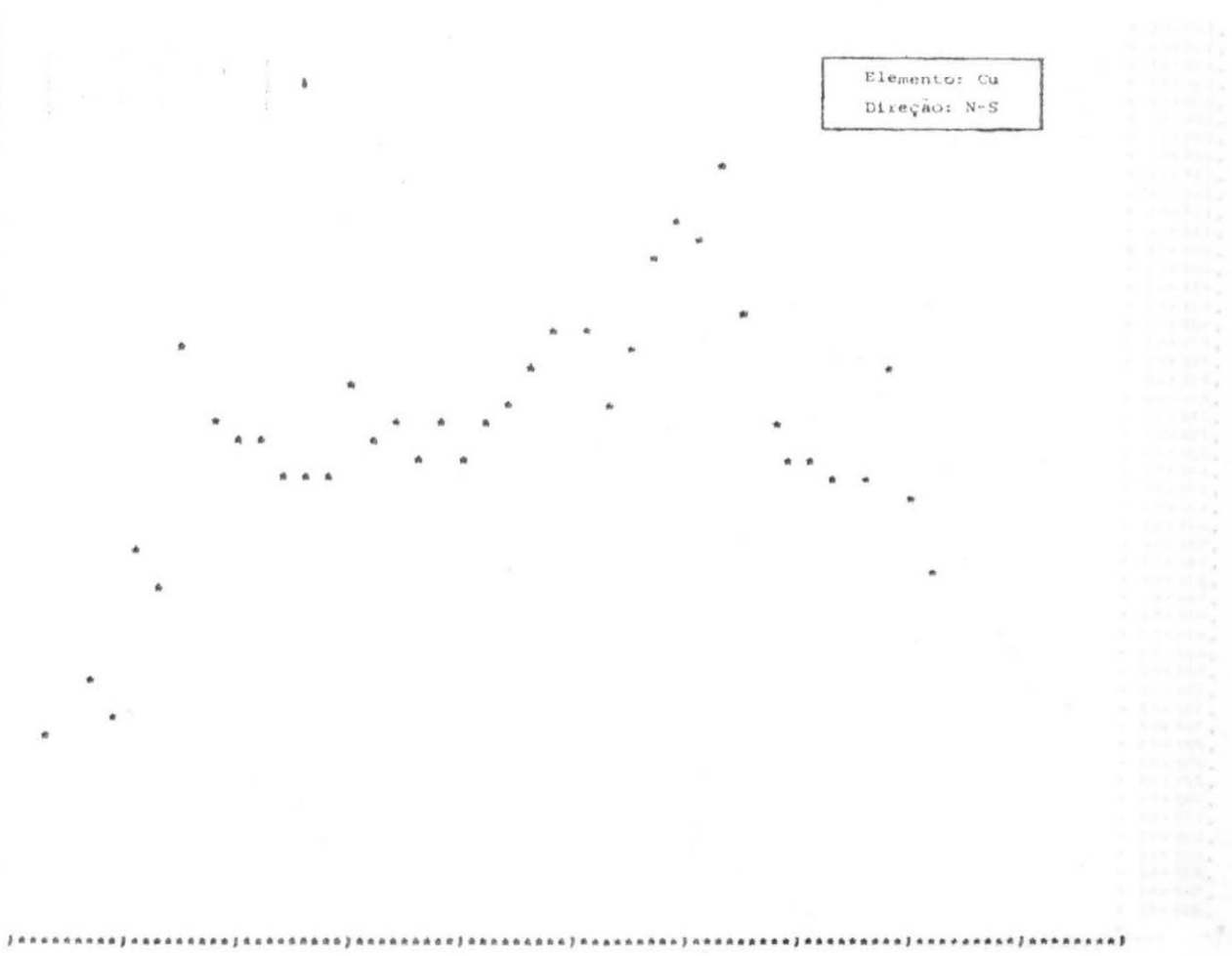


PROJETO SAO FRANCISCO - 66 - CONSTRUÇÃO DE VARIÓGRAMAS.

EU 90, 45,

.10E+01 *
 .13E+01 *
 .15E+01 *
 .15E+01 *
 .12E+01 *
 .12E+01 *
 .12E+01 *
 .11E+01 *
 .11E+01 *
 .11E+01 *
 .11E+01 *
 .10E+01 *
 .10E+01 *
 .97E+00 *
 .94E+00 *
 .92E+00 *
 .89E+00 *
 .86E+00 *
 .83E+00 *
 .81E+00 *
 .78E+00 *
 .75E+00 *
 .72E+00 *
 .69E+00 *
 .67E+00 *
 .64E+00 *
 .61E+00 *
 .58E+00 *
 .56E+00 *
 .53E+00 *
 .50E+00 *
 .47E+00 *
 .44E+00 *
 .42E+00 *
 .39E+00 *
 .36E+00 *
 .33E+00 *
 .31E+00 *
 .28E+00 *
 .25E+00 *
 .22E+00 *
 .19E+00 *
 .17E+00 *
 .14E+00 *
 .11E+00 *
 .83E-01 *
 .56E-01 *
 .28E-01 *

Elemento: Cu
 Direção: N-S



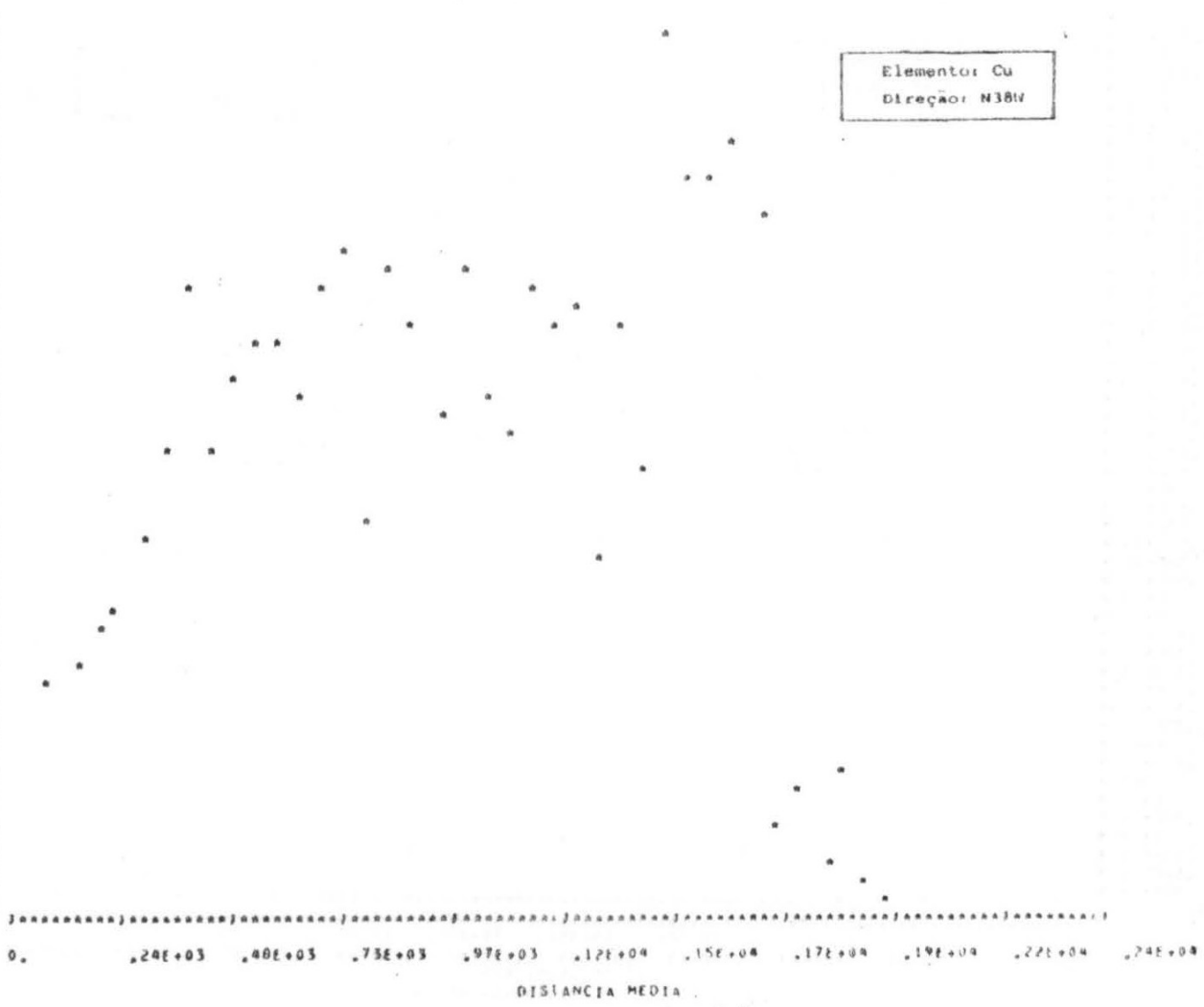
0. .24E+03 .40E+03 .73E+03 .97E+03 .12E+04 .15E+04 .17E+04 .19E+04 .22E+04 .24E+04
 DISTANÇJA MEDIA

PROJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGRAMAS

CU 120. 45.

Elemento: Cu
Direção: N38W

- .14F+01 *
- .13F+01 *
- .13F+01 *
- .13F+01 *
- .12F+01 *
- .12F+01 *
- .12F+01 *
- .12F+01 *
- .11F+01 *
- .11F+01 *
- .11F+01 *
- .10F+01 *
- .10F+01 *
- .97F+00 *
- .94F+00 *
- .92F+00 *
- .89F+00 *
- .86F+00 *
- .83F+00 *
- .81F+00 *
- .78F+00 *
- .75F+00 *
- .72F+00 *
- .69F+00 *
- .67F+00 *
- .64F+00 *
- .61F+00 *
- .58F+00 *
- .56F+00 *
- .53F+00 *
- .50F+00 *
- .47F+00 *
- .44F+00 *
- .42F+00 *
- .39F+00 *
- .36F+00 *
- .33F+00 *
- .31F+00 *
- .28F+00 *
- .25F+00 *
- .22F+00 *
- .19F+00 *
- .17F+00 *
- .14F+00 *
- .11F+00 *
- .83F-01 *
- .56F-01 *
- .28F-01 *

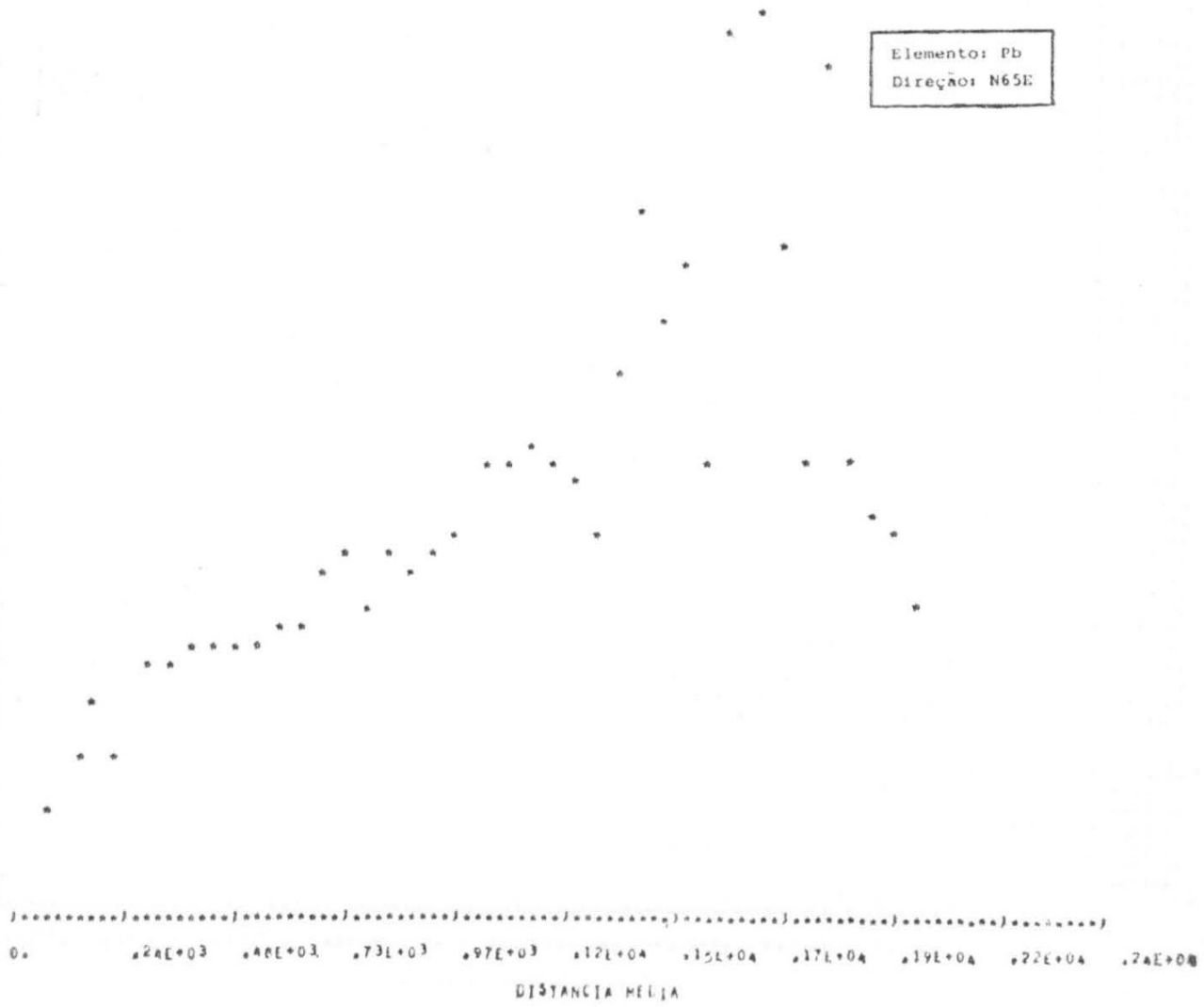


PROJETO SAG FRANCISCO LG CONSTRUÇÃO DE VARIÓGRAMAS

PB 65* 45*

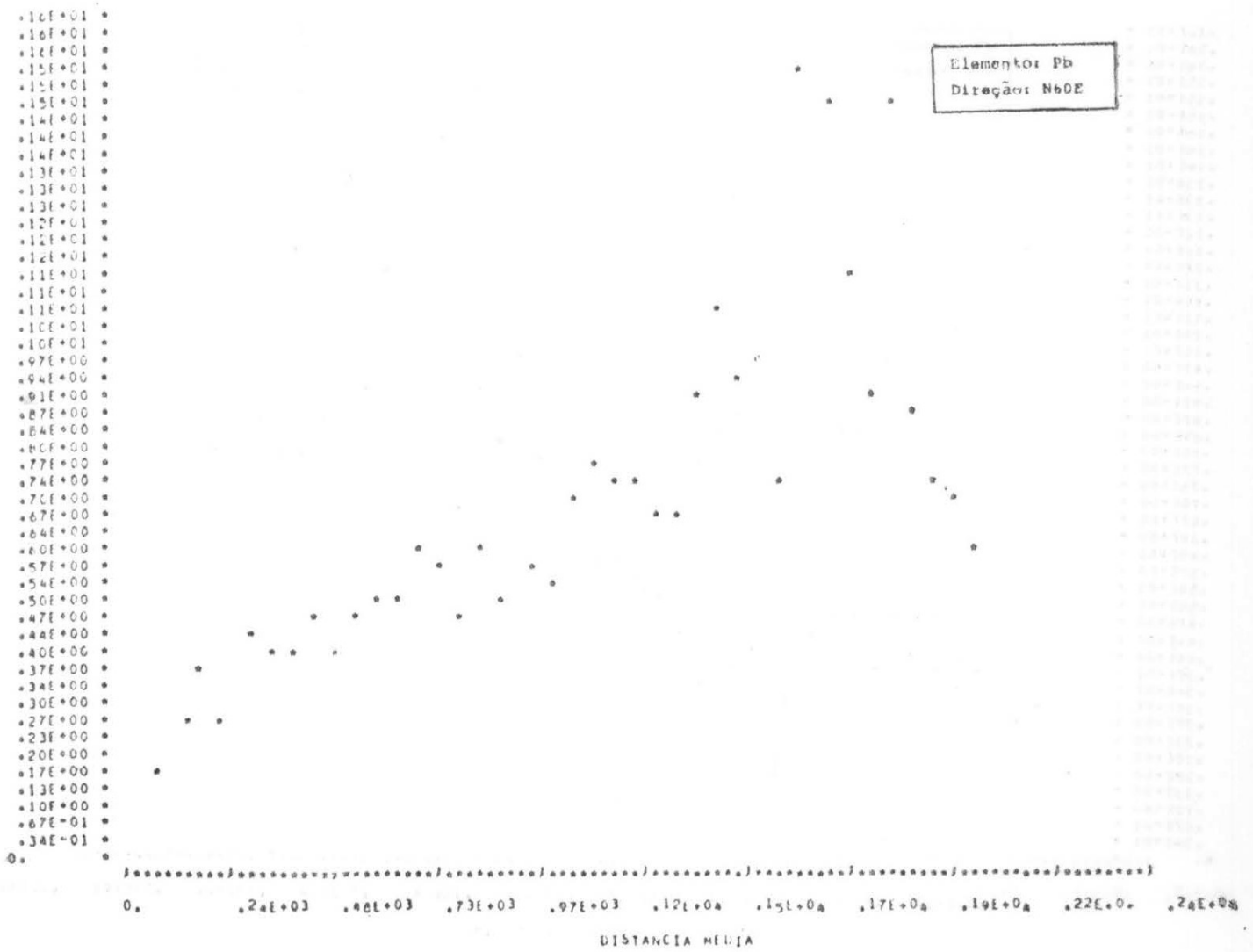
- 1.6E+01 *
- 1.6E+01 *
- 1.6E+01 *
- 1.5E+01 *
- 1.5E+01 *
- 1.5E+01 *
- 1.4E+01 *
- 1.4E+01 *
- 1.4E+01 *
- 1.3E+01 *
- 1.3E+01 *
- 1.3E+01 *
- 1.2E+01 *
- 1.2E+01 *
- 1.2E+01 *
- 1.1E+01 *
- 1.1E+01 *
- 1.1E+01 *
- 1.0E+01 *
- 1.0E+01 *
- 9.7E+00 *
- 9.4E+00 *
- 9.1E+00 *
- 8.7E+00 *
- 8.4E+00 *
- 8.0E+00 *
- 7.7E+00 *
- 7.4E+00 *
- 7.0E+00 *
- 6.7E+00 *
- 6.4E+00 *
- 6.0E+00 *
- 5.7E+00 *
- 5.4E+00 *
- 5.0E+00 *
- 4.7E+00 *
- 4.4E+00 *
- 4.0E+00 *
- 3.7E+00 *
- 3.4E+00 *
- 3.0E+00 *
- 2.7E+00 *
- 2.3E+00 *
- 2.0E+00 *
- 1.7E+00 *
- 1.3E+00 *
- 1.0E+00 *
- 6.7E-01 *
- 3.4E-01 *

Elemento: Pb
 Direção: N65E



PROJETO SAG FRANCISCO DE CONSTRUÇÃO DE VARIOGRAMAS

PB 60. 45.

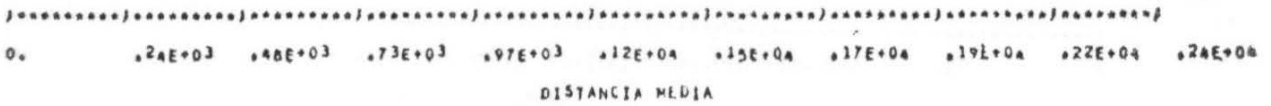


PROJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGRAFAS

PB 45 45

- *161+01 *
- *161+01 *
- *161+01 *
- *158+01 *
- *158+01 *
- *15E+01 *
- *14E+01 *
- *14E+01 *
- *14E+01 *
- *13E+01 *
- *13E+01 *
- *13E+01 *
- *12E+01 *
- *12E+01 *
- *12E+01 *
- *11E+01 *
- *11E+01 *
- *11E+01 *
- *10E+01 *
- *10E+01 *
- *10E+01 *
- *97E+00 *
- *94E+00 *
- *91E+00 *
- *87E+00 *
- *84E+00 *
- *80E+00 *
- *77E+00 *
- *74E+00 *
- *70E+00 *
- *67E+00 *
- *64E+00 *
- *60E+00 *
- *57E+00 *
- *54E+00 *
- *50E+00 *
- *47E+00 *
- *44E+00 *
- *40E+00 *
- *37E+00 *
- *34E+00 *
- *30E+00 *
- *27E+00 *
- *23E+00 *
- *20E+00 *
- *17E+00 *
- *13E+00 *
- *10E+00 *
- *87E-01 *
- *34E-01 *

Elemento: Pb
Direção: N45E

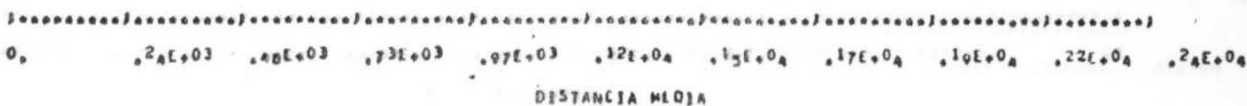


PROJETO SÃO FRANCISCO CG CONSTRUÇÃO DE VARIÓGRAMAS

Pb 90 43

- .1E+01 *
- .1E+01 *
- .1E+01 *
- .15E+01 *
- .15E+01 *
- .15E+01 *
- .14E+01 *
- .14E+01 *
- .14E+01 *
- .13E+01 *
- .13E+01 *
- .13E+01 *
- .12E+01 *
- .12E+01 *
- .12E+01 *
- .11E+01 *
- .11E+01 *
- .11E+01 *
- .10E+01 *
- .10E+01 *
- .9E+00 *
- .94E+00 *
- .91E+00 *
- .87E+00 *
- .84E+00 *
- .80E+00 *
- .77E+00 *
- .74E+00 *
- .70E+00 *
- .67E+00 *
- .64E+00 *
- .60E+00 *
- .57E+00 *
- .54E+00 *
- .50E+00 *
- .47E+00 *
- .44E+00 *
- .40E+00 *
- .37E+00 *
- .34E+00 *
- .30E+00 *
- .27E+00 *
- .23E+00 *
- .20E+00 *
- .17E+00 *
- .13E+00 *
- .10E+00 *
- .07E+01 *
- .04E+01 *

Elemento: Pb
Direção: N-S

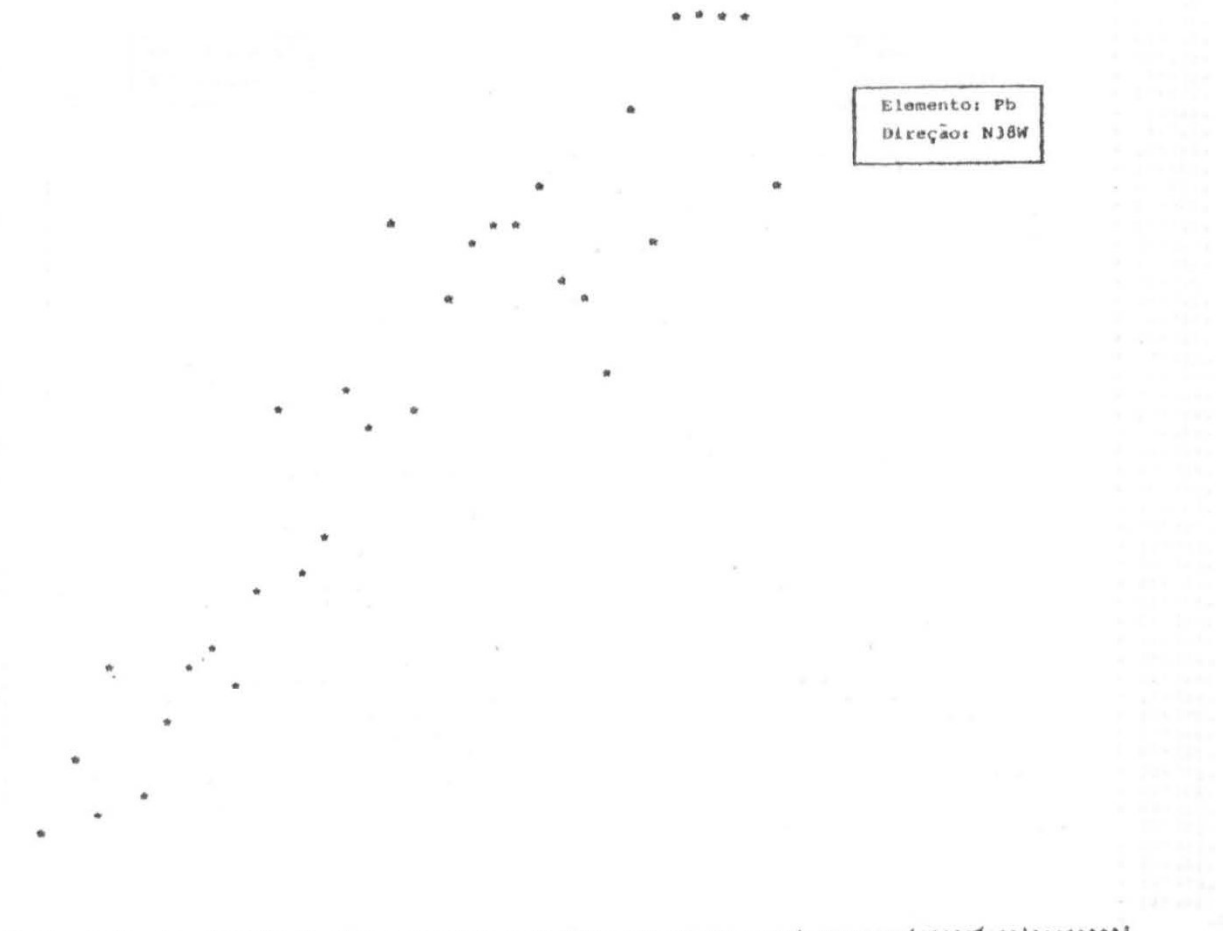


PROJETO SAO FRANCISCO 66: CONSTRUÇÃO DE VARIÓGRAMAS

PB 120 45

- 1eF+01 •
- 1eF+01 •
- 1eF+01 •
- 15E+01 •
- 15E+01 •
- 15E+01 •
- 14E+01 •
- 14E+01 •
- 14E+01 •
- 13E+01 •
- 13E+01 •
- 13E+01 •
- 12E+01 •
- 12E+01 •
- 12E+01 •
- 11E+01 •
- 11E+01 •
- 11E+01 •
- 10E+01 •
- 10E+01 •
- 97E+00 •
- 94E+00 •
- 91E+00 •
- 87E+00 •
- 84E+00 •
- 80E+00 •
- 77E+00 •
- 74E+00 •
- 70E+00 •
- 67E+00 •
- 64E+00 •
- 60E+00 •
- 57E+00 •
- 54E+00 •
- 50E+00 •
- 47E+00 •
- 44E+00 •
- 40E+00 •
- 37E+00 •
- 34E+00 •
- 30E+00 •
- 27E+00 •
- 23E+00 •
- 20E+00 •
- 17E+00 •
- 13E+00 •
- 10E+00 •
- 67E-01 •
- 34E-01 •

Elemento: Pb
 Direção: N38W



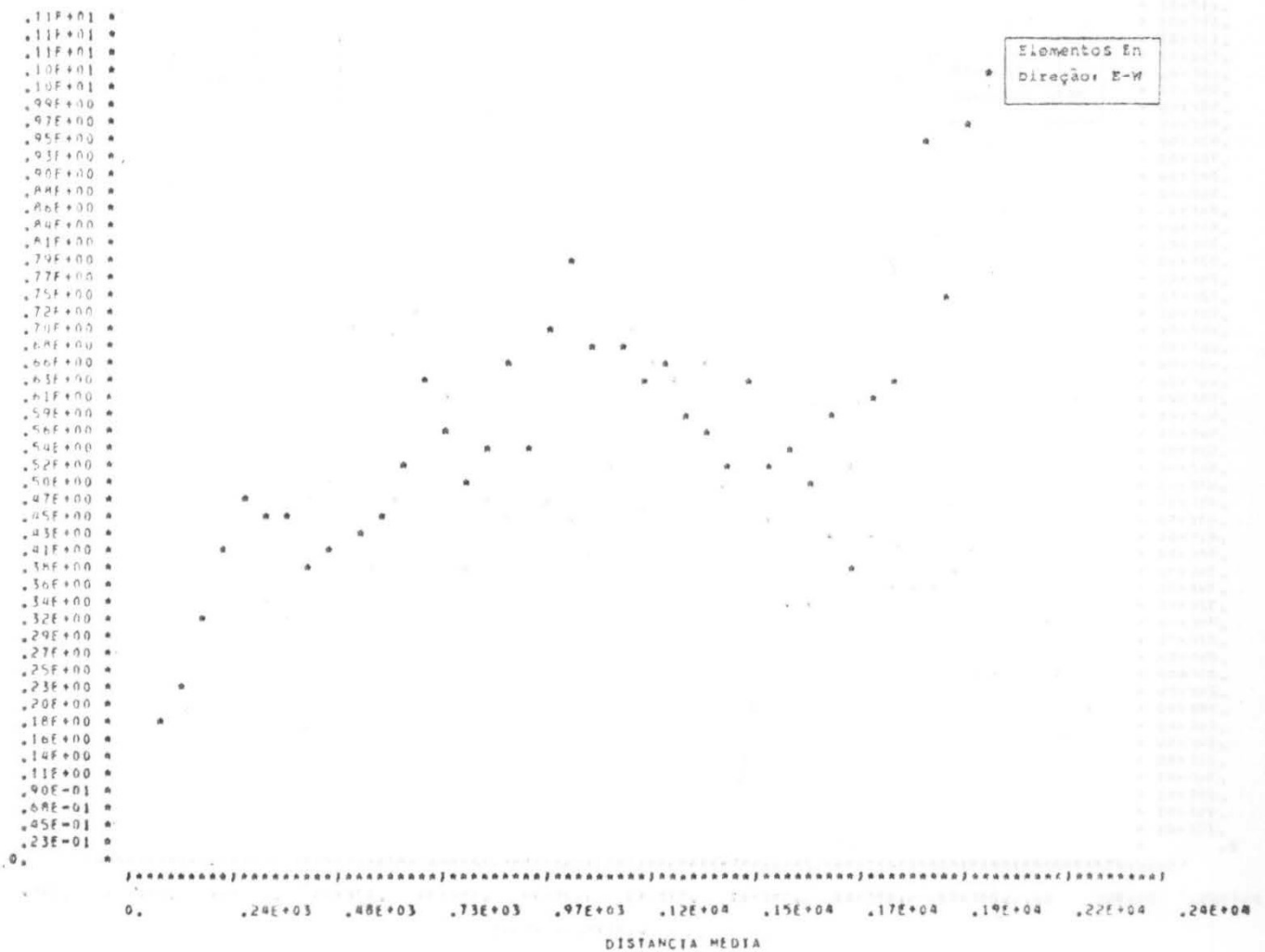
0.

0. .24E+03 .48E+03 .73E+03 .97E+03 .12E+04 .15E+04 .17E+04 .19E+04 .22E+04 .24E+04

DISTANCIA MEDIA

PROJETO SÃO FRANCISCO GG CONSTRUÇÃO DE VARIÓGRAMAS

ZN 0, 45,



PROJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGRAMAS

Zn 65, 45,

- .11E+01 *
- .11E+01 *
- .11E+01 *
- .10E+01 *
- .10E+01 *
- .09E+00 *
- .07E+00 *
- .05E+00 *
- .03E+00 *
- .00E+00 *
- .88E+00 *
- .86E+00 *
- .84E+00 *
- .81E+00 *
- .79E+00 *
- .77E+00 *
- .75E+00 *
- .72E+00 *
- .70E+00 *
- .68E+00 *
- .66E+00 *
- .63E+00 *
- .61E+00 *
- .59E+00 *
- .56E+00 *
- .54E+00 *
- .52E+00 *
- .50E+00 *
- .47E+00 *
- .45E+00 *
- .43E+00 *
- .41E+00 *
- .38E+00 *
- .36E+00 *
- .34E+00 *
- .32E+00 *
- .29E+00 *
- .27E+00 *
- .25E+00 *
- .23E+00 *
- .20E+00 *
- .18E+00 *
- .16E+00 *
- .14E+00 *
- .11E+00 *
- .00E+01 *
- .08E-01 *
- .05E-01 *
- .03E-01 *
- 0.

Elemento: Zn
Direção: N65E

0. .24E+03 .48E+03 .73E+03 .97E+03 .12E+04 .15E+04 .17E+04 .19E+04 .22E+04 .24E+

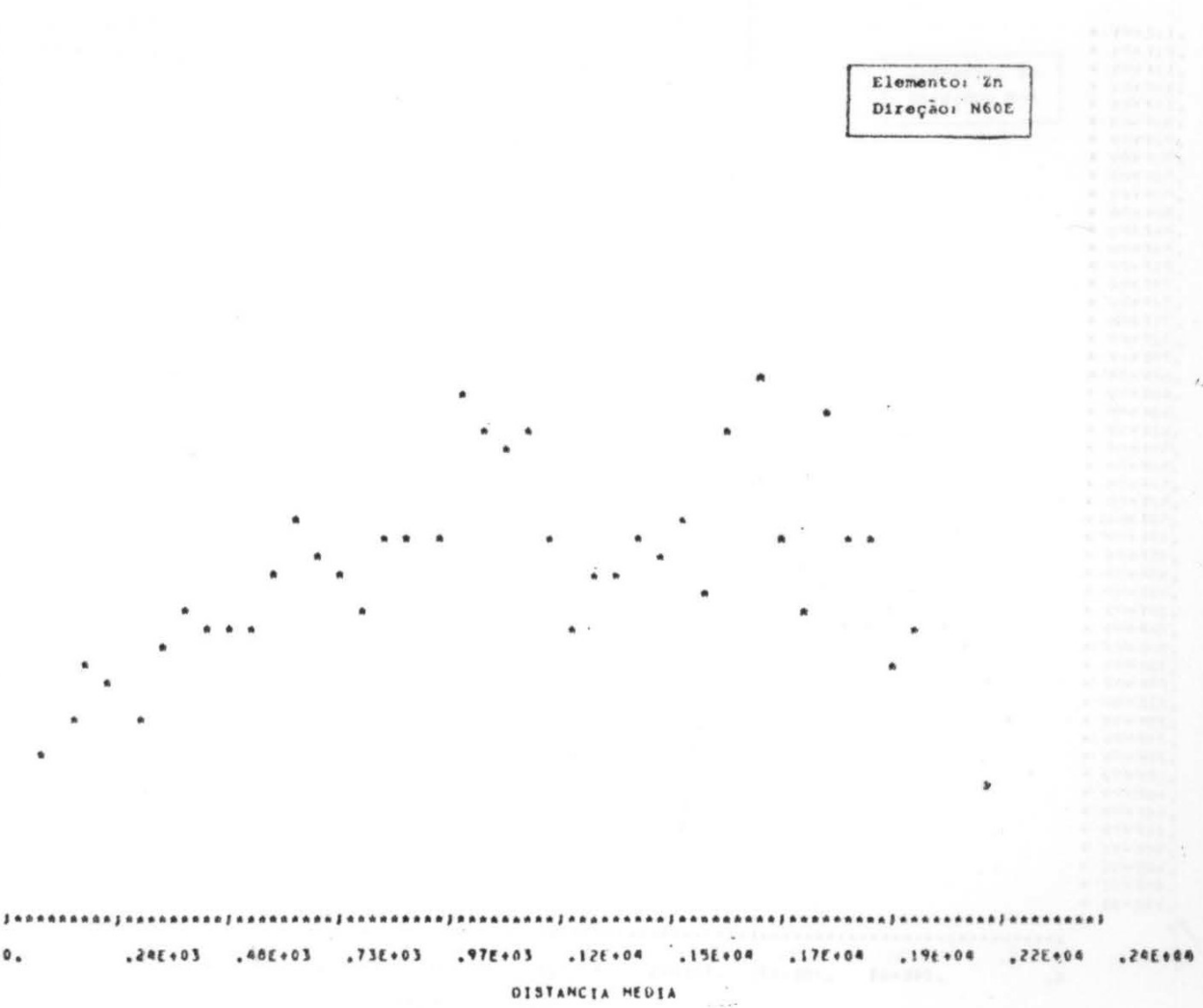
DISTANCIA MEDIA

PROJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGRAMAS

Zn 60. 45.

Elemento: Zn
Direção: N60E

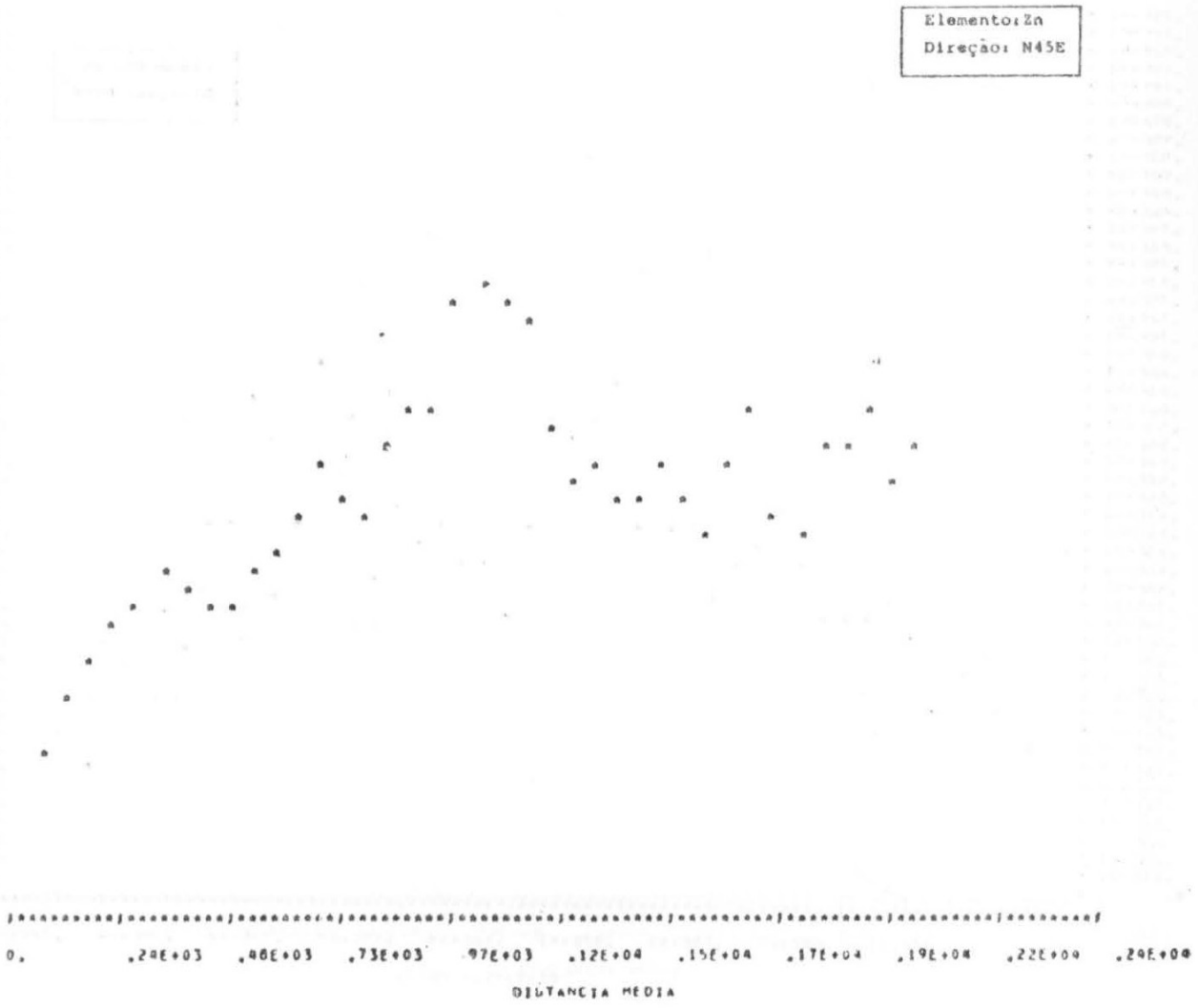
.11F+01 *
.11F+01 *
.11F+01 *
.10F+01 *
.10F+01 *
.49F+00 *
.97F+00 *
.95F+00 *
.93F+00 *
.90F+00 *
.88F+00 *
.86E+00 *
.84F+00 *
.81F+00 *
.79F+00 *
.77F+00 *
.75F+00 *
.72F+00 *
.70F+00 *
.68F+00 *
.66F+00 *
.63F+00 *
.61F+00 *
.59F+00 *
.56F+00 *
.54F+00 *
.52E+00 *
.50F+00 *
.47E+00 *
.45F+00 *
.43E+00 *
.41E+00 *
.38E+00 *
.36E+00 *
.34E+00 *
.32E+00 *
.29F+00 *
.27E+00 *
.25F+00 *
.23F+00 *
.20E+00 *
.18F+00 *
.16E+00 *
.14E+00 *
.11F+00 *
.90F-01 *
.68E-01 *
.45E-01 *
.23E-01 *



PROJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGRAMAS
ZN 45. 180.

Elemento: Zn
Direção: N45E

- .11F+01 *
- .11F+01 *
- .11F+01 *
- .14F+01 *
- .10E+01 *
- .09F+00 *
- .07F+00 *
- .05E+00 *
- .03E+00 *
- .00F+00 *
- .88F+00 *
- .80F+00 *
- .84F+00 *
- .81F+00 *
- .79F+00 *
- .77F+00 *
- .75E+00 *
- .72F+00 *
- .70E+00 *
- .68F+00 *
- .66E+00 *
- .63F+00 *
- .61E+00 *
- .59E+00 *
- .56F+00 *
- .54F+00 *
- .52E+00 *
- .50F+00 *
- .47E+00 *
- .45F+00 *
- .43E+00 *
- .41F+00 *
- .38F+00 *
- .36F+00 *
- .34E+00 *
- .32F+00 *
- .29E+00 *
- .27F+00 *
- .25F+00 *
- .23E+00 *
- .20F+00 *
- .18F+00 *
- .16F+00 *
- .14F+00 *
- .11F+00 *
- .09F+01 *
- .08E+01 *
- .05E+01 *
- .03E+01 *
- 0.

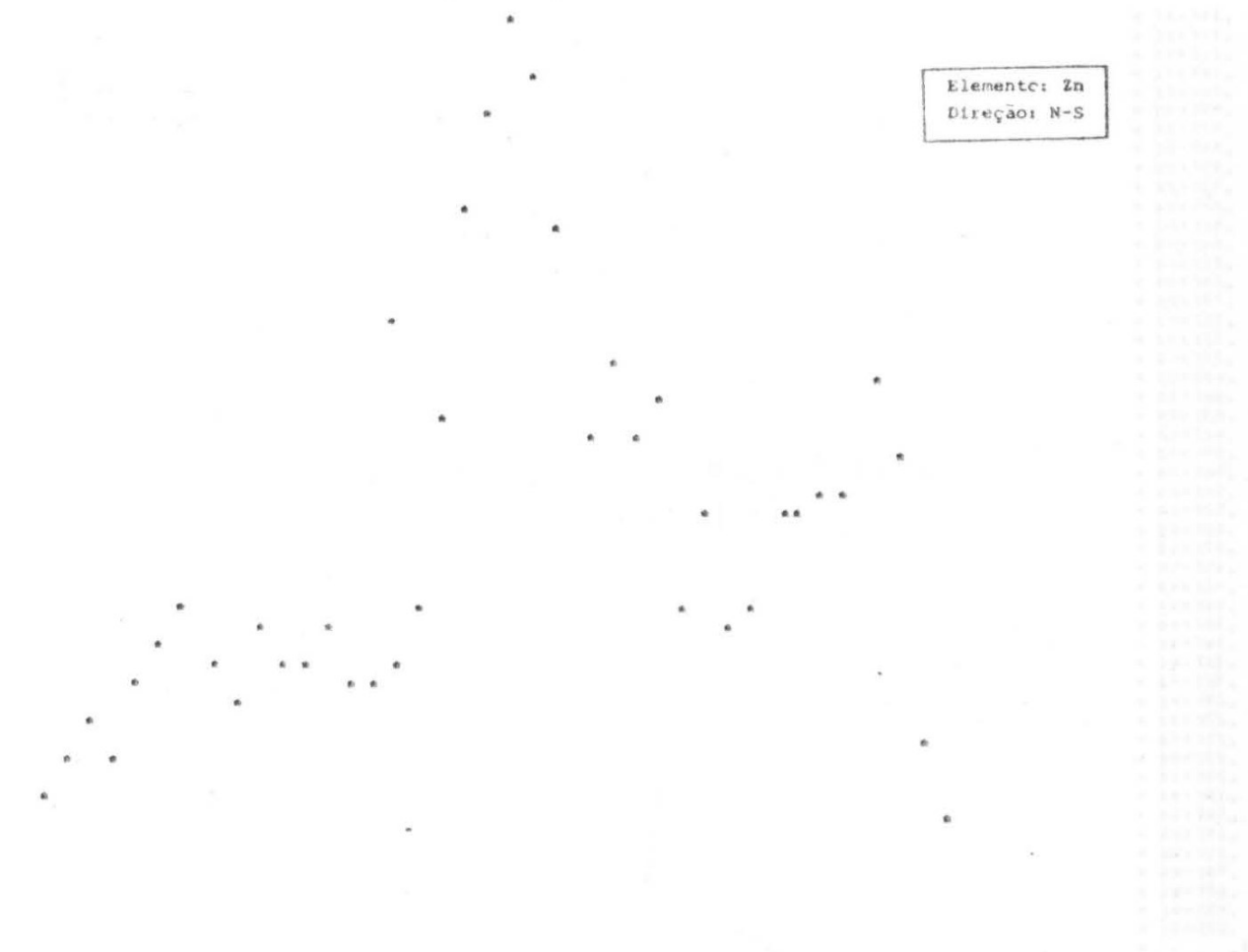


PROJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUCAO DE VARIOGRAMAS

Zn 90. 45.

Elemento: Zn
Direção: N-S

.11E+01 *
.11E+01 *
.11E+01 *
.10E+01 *
.10F+01 *
.99E+00 *
.97E+00 *
.95E+00 *
.93E+00 *
.90E+00 *
.88E+00 *
.86E+00 *
.84E+00 *
.81E+00 *
.79E+00 *
.77E+00 *
.75E+00 *
.72E+00 *
.70E+00 *
.68E+00 *
.66E+00 *
.63E+00 *
.61E+00 *
.59E+00 *
.56E+00 *
.54E+00 *
.52E+00 *
.50E+00 *
.47E+00 *
.45E+00 *
.43E+00 *
.41E+00 *
.38E+00 *
.36E+00 *
.34E+00 *
.32E+00 *
.29E+00 *
.27E+00 *
.25E+00 *
.23E+00 *
.20E+00 *
.18E+00 *
.16E+00 *
.14E+00 *
.11E+00 *
.90E-01 *
.68E-03 *
.45E-03 *
.23E-01 *



0. .24E+03 .48E+03 .73E+03 .97E+03 .12E+04 .15E+04 .17E+04 .19E+04 .22E+04 .24E+04
DISTANCIA MEDIA

ANCHADIT

PRQJETO SAO FRANCISCO GG CONSTRUÇÃO DE VARIOGRAMAS

Zn 120. 45.

.11F+01 *
.11E+01 *
.11E+01 *
.10F+01 *
.10E+01 *
.99F+00 *
.97F+00 *
.95E+00 *
.93F+00 *
.90E+00 *
.88F+00 *
.86E+00 *
.84E+00 *
.81E+00 *
.79F+00 *
.77E+00 *
.75E+00 *
.72E+00 *
.70E+00 *
.68E+00 *
.66E+00 *
.63E+00 *
.61E+00 *
.59E+00 *
.56E+00 *
.54E+00 *
.52E+00 *
.50E+00 *
.47E+00 *
.45E+00 *
.43E+00 *
.41E+00 *
.38E+00 *
.36F+00 *
.34E+00 *
.32E+00 *
.29E+00 *
.27E+00 *
.25E+00 *
.23E+00 *
.20E+00 *
.18E+00 *
.16E+00 *
.14E+00 *
.11E+00 *
.09E-01 *
.08E-01 *
.45E-01 *
.23E-01 *
0.

Elemento: Zn
Direção: N38W

0. .24E+03 .48E+03 .73E+03 .97E+03 .12E+04 .15E+04 .17E+04 .19E+04 .22E+04 .24E+04
DISTANCIA MEDIA