



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM ENGENHARIA DE MINAS

ANTONIO COSTA FILHO

**“ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DAS FRATURAS E LINEAMENTOS E
SUAS IMPLICAÇÕES NAS OCORRÊNCIAS DE DEPÓSITOS
MINERAIS NA REGIÃO DE SANTA LUZIA-PB”**

CAMPINA GRANDE/PB

2000

**“ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DAS FRATURAS E LINEAMENTOS E
SUAS IMPLICAÇÕES NAS OCORRÊNCIAS DE DEPÓSITOS
MINERAIS NA REGIÃO DE SANTA LUZIA-PB”**

ANTONIO COSTA FILHO

**“ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DAS FRATURAS E LINEAMENTOS E
SUAS IMPLICAÇÕES NAS OCORRÊNCIAS DE DEPÓSITOS
MINERAIS NA REGIÃO DE SANTA LUZIA-PB”**

Dissertação de Mestrado apresentado à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Engenharia de Minas da Universidade Federal
da Paraíba, como parte das exigências para
obtenção do Grau de Mestre.

Área de Concentração: **GEOLOGIA DE MINAS**

Orientador: **Prof. TUMKUR RAJARAO GOPINATH, PhD**

CAMPINA GRANDE/PB

2000



C837a Costa Filho, Antonio.
Análise geoestatística das fraturas e lineamentos e suas implicações nas ocorrências de depósitos minerais na região de Santa Luzia -PB / Antonio Costa Filho. - Campina Grande, 2000.
164 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2000.
"Orientação : Prof. Dr. Tumkur Rajarao Gopinath".
Referências.

1. Geologia - Engenharia de Minas. 2. Depósitos Minerais - Santa Luzia - PB. 3. Análise Geoestatística. 4. Lineamento e Fratura. 5. Dissertação - Engenharia de Minas. I. Gopinath, Tumkur Rajarao. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

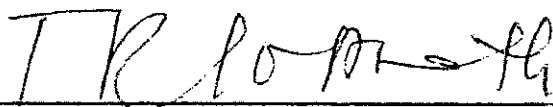
CDU 622:553(813.3)(043)

ANTONIO COSTA FILHO

Título: "ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DAS FRATURAS E LINEAMENTOS E SUAS IMPLICAÇÕES NAS OCORRÊNCIAS DE DEPÓSITOS MINERAIS NA REGIÃO DE SANTA LUZIA – PB"

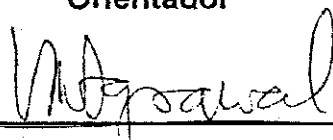
Aprovado em 28 de julho de 2000

COMISSÃO EXAMINADORA



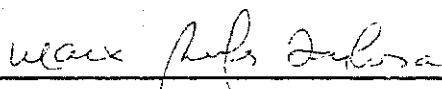
Prof. TUMKUR RAJARAO GOPINATH, PhD

Orientador



Prof. VISHWAMBHAR NATH AGRAWAL, PhD

Examinador



Prof. MARX PRESTES BARBOSA, PhD

Examinador

SAUDAÇÃO A DEUS

*Neste momento tão sublime, quero agradecer ao Senhor por
esse Dom que é a Vida.*

Essa vida que é tão difícil e cheia de contratempos.

*Este momento é de alegria, porque consegui chegar ao fim do
meu objetivo e não podia esquecer de ti Senhor.*

*Sei que você estará sempre ao meu lado, me iluminando,
dando força e coragem para continuar a luta.*

*Por isso quero nesta hora pedir ao Pai Celestial que me
abençoi e me dê forças para prosseguir.*

DEDICATÓRIA

Antonio Bezerra da Costa (*in memoriam*), meu pai, que hoje mais do que nunca sinto a sua presença, pois a saudade o traz de volta, porque não morre quem nos outros vive (**Rui Barbosa**).

Mariazinha Costa – minha mãe, talvez não consiga dizer com palavras o que você é, porque não existe nada que possa definir o quanto significa para mim.

Inacilda – minha querida esposa, companheira de todas as horas.

Cristine, Fernanda e Antonio Henrique – meus filhos, razão da minha vida.

Ângela, Vera, Rosângela e Roberto – meus irmãos, a quem tenho muita admiração e respeito

AGRADECIMENTOS

Os mais sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e as instituições que permitiram a realização desta dissertação:

Ao PHD. **Tumkur Rajarao Gopinath**, Coordenador do Curso de Mestrado, também meu orientador, pela amizade e pelas valiosas contribuições nas várias fases deste trabalho.

Ao PHD. **Aarão de Andrade Lima**, Chefe do Departamento de Mineração e Geologia, por sua orientação, amizade e confiança durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Dr. **Llu Chan Chiang**, professor visitante do Curso de Mestrado, por sua orientação, amizade e contribuição para realização desta pesquisa.

Ao amigo **Manoel de Araújo Sousa Júnior** pelo consentimento de utilizar os mapas da região de Santa Luzia-PB e informações transmitidas para realização deste trabalho.

Ao amigo **Adalberto Monteiro Filho** pelo apoio técnico em diversas etapas deste trabalho.

Reconhecimento especial aos amigos, professores **Arlindo José Bazante**, **Maridete Saraiva Correia** e **Vicente de Paula Medeiros de Freitas**, pelo estímulo, amizade e contribuição para elaboração deste trabalho de pesquisa.

Aos colegas, **Hugo Cligee Santos Nadlee**, **Homero José Loureiro Sarmento**, **José Sérgio Abrantes Furtado**, **Wenner Glaucio Lopes Lucena** e **Ricardo Almeida Vivas**, alunos bolsistas de iniciação científica, pela participação e auxílio durante a execução deste trabalho.

À secretária da Coordenação do Mestrado, **Maria do Carmelo M. Coutinho**, por sua cooperação, paciência e amizade.

Aos professores PHD. **Vishwambhar Nath Agrawal** e PHD. **Marx Prestes Barbosa**, por aceitarem o convite para formar a banca examinadora da apresentação desta dissertação.

À Universidade Federal da Paraíba (**UFPB**), ao Departamento de Mineração e Geologia (**DMG**), à Coordenação do Mestrado em Engenharia de Minas (**CCPGEMinas**), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), à Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão (**FUNAPE**), pelo apoio oferecido para execução desta pesquisa científica.

A todos os demais que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

SUMÁRIO

	pág
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABELAS	xxii
RESUMO	xxiv
ABSTRACT	xxv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Justificativa e Relevância	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Localização e Vias de Acesso	4
1.5 Aspectos Fisiográficos	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Geologia Regional	12
2.2 Estratigrafia	17
2.3 Unidades Litoestratigráfica	22
2.3.1 Complexo Gnaíssico-Migmatito	22
2.3.2 Complexo Serra dos Quintos	22
2.3.3 Grupo Seridó	24
2.3.4 Suíte dos Granitóides	26
2.3.5 Formação Serra dos Martins	27
2.3.6 Cobertura Elúvio-Colúviais	27

2.3.7 Aluviões	27
2.4 Geologia Estrutural	28
2.5 Feições Geológicas Lineares.....	30
2.5.1 Características das Feições Lineares	31
2.5.2 Comportamento dos Maciços Rochosos	34
2.6 Geoestatística	35
3 MATERIAIS E MÉTODOS DE TRABALHO.....	48
3.1 Materiais.....	48
3.2 Método	49
4 GEOLOGIA DA REGIÃO DE SANTA LUZIA - PB	54
4.1 Geologia Local.....	54
4.2 Análise dos Lineamentos	60
4.3 Análise das Fraturas.....	62
5 COMPORTAMENTO GEOESTATÍSTICO DAS FRATURAS E	
 LINEAMENTOS DA REGIÃO DE SANTA LUZIA – PB.....	66
5.1 Modelamento do Variograma Geral do Grupo de Fratura.dat.....	68
5.1.1 Grupo de Fratura – F3.dat – Região Norte	76
5.1.2 Grupo de Fratura – F4.dat – Região Sul.....	82
5.1.3 Grupo de Fratura – F5.dat.....	88
5.1.4 Grupo de Fratura – F6.dat	93
5.1.5 Grupo de Fratura – F7.dat	99
5.2 Modelamento dos dados estatísticos do Grupo de Lineamento	
Lineame.dat	105
5.2.1 Grupo de Lineamento – L1.dat – Região Norte	107
5.2.2 Grupo de Lineamento – L2.dat – Região Sul.....	114
6 CONCLUSÕES.....	122
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

ANEXOS..... 134

ANEXO A – Resultados dos variogramas confeccionados com os números de intervalos de classes, números de pares, distâncias médias estimadas entre pares de azimutes..... 134

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia – PB. 139

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia – PB..... 148

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Az	Azimute
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCPGEMINAS	Coordenação de Mestrado em Engenharia de Minas.
CCT	Centro de Ciências e Tecnologia
CDRM-PB	Companhia de Desenvolvimento dos Recursos Minerais da Paraíba
CPRM	Companhia de Pesquisa dos Recursos Minerais
DIR	Direção
DNER	Departamento Nacional de Estrada e Rodagem
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
ENVI	Sistema para Processamento de Imagem
F. DAT	Grupo de fratura
FIG.	Figura
FUNAPE	Fundação de Apoio à Pesquisa e à Extensão.
GEO-EAS	Geostatistical Environmental Assessment Software
GIS	Geographic Information System – Sistema de Informação Geográfica
GPS	Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IME	Instituto Militar de Engenharia
INC.	Incremento
L. DAT	Grupo de Lineamento
LANDSAT-ERTS	Earth Resources Technology Satellite – Satélite de Recursos Naturais
LMRS-PB	Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba
MME	Ministério das Minas e Energias
MSS	Multispectral Scanner – Sistema Imageador Multiespectral de Varredura
SBG	Sociedade Brasileira de Geologia

SPRING	Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas
SR	Sensoriamento Remoto
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TM	Thematic Mapper – Mapeador Temático
TOL	Tolerância
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UNESP	Universidade Estadual de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
V.R.	Variável Regionalizada
VAR.	Variograma
VARs	Variogramas
XVALID	Validação Cruzada
PRAI	Pró-Reitoria para Assuntos do Interior

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Mash
ϵ	Efeito de pepita relativo
σ^2	Variância a priori
a	Alcance ou amplitude de influência
C	Variância espacial
cm	Centímetro
Co + C	Patamar ou Sill
Co	Variância aleatória ou Efeito de pepita
E	Este
g(h) ou $\gamma(h)$	Medida de Similaridade
h	Distância
Km	Quilômetro
Km ²	Quilômetro Quadrado
L	Leste
m	Metro
M.a	Milhões de anos
mm	Milímetro
N	Norte
NE	Nordeste
NW	Noroeste
°C	Graus Célsius
S	Sul
SE	Sudeste
SW	Sudoeste
Y	Variograma
W	Oeste
(°)	Graus

LISTA DE FIGURAS

	pág
FIGURA 1	Mapa de localização e principais vias de acesso à região de Santa Luzia – PB..... 6
FIGURA 2	Mapa representativo das microrregiões homogêneas e sub-regiões do Estado da Paraíba..... 7
FIGURA 3	Províncias estruturais do Brasil..... 13
FIGURA 4	Esboço Geológico da Província Borborema – NE do Brasil.... 14
FIGURA 5	Sistema de zonas de cisalhamentos na Província da Borborema – NE do Brasil..... 16
FIGURA 6	Superposição de dados gravimétricos e magnetométricos na região de Santa Luzia – PB..... 24
FIGURA 7	Diferentes processos de deformação: dúctil (a), dúctil-rúptil (b), rúptil-dúctil (c) e rúptil (d). 34
FIGURA 8	Modelo típico de variograma 41
FIGURA 9	Modelo típico de semivariograma e suas feições fundamentais..... 43
FIGURA 10	Tipos de modelos de semivariograma..... 45
FIGURA 11	Mapa de fraturas com os depósitos minerais metálicos 51
FIGURA 12	Mapa de lineamentos com os depósitos minerais metálicos... 52
FIGURA 13	Quartzito milonitizado na zona de cisalhamento a NW de Santa Luzia – PB..... 55
FIGURA 14	Visão da feição estrutural do quartzito com pegmatitos caulinizados a NW de Santa Luzia – PB. 56

FIGURA 15	Fraturas regionalizada observada nos quartzitos na BR – 230 (Serra de Santa Luzia – PB).....	57
FIGURA 16	Quartzito com foliação de direção 230°/170°/SE (Várzea – PB).....	57
FIGURA 17	Delimitação da Província Pegmatítica da Borborema – NE do Brasil.....	58
FIGURA 18	Corpo de pegmatito heterogêneo preenchendo fratura de direção 300° Az (Riacho Fundo, São Mamede – PB).	59
FIGURA 19	Fratura tensional preenchida de pegmatito perpendicular ao xisto de foliação 30°Az/55°/NW.....	61
FIGURA 20	Diagrama de roseta dos lineamentos da região de Santa Luzia – PB.....	61
FIGURA 21	Diagrama de roseta das fraturas da região de Santa Luzia – PB.....	62
FIGURA 22	Diagrama demonstrativo das discontinuidades da orientação das estruturas que se desenvolvem em zonas de cisalhamento transcorrentes, com movimentos dextrógiro	63
FIGURA 23	Integração de dados Landsat-5/TM unidades litológicas e depósitos minerais metálicos	64
FIGURA 24	Mapa de unidades litológicas	65
FIGURA 25	Histograma de freqüência simples dos azimutes do grupo de fratura.dat (85° - 180° Az).....	69
FIGURA 26	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura.dat (85° - 180° Az).....	70

FIGURA 27	Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura. dat (85° - 180° Az) (Anexo A).....	71
FIGURA 28	Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura. dat (85° - 180° Az).....	72
FIGURA 29	Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura. dat (85° - 180° Az).....	74
FIGURA 30	Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo fratura. dat (85° - 180° Az).	75
FIGURA 31	Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo fratura. dat (85° - 180° Az).....	75
FIGURA 32	Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura – F3. dat – Região Norte (86° - 178° Az).	77
FIGURA 33	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F3. dat – Região Norte (86° - 178° Az)	77
FIGURA 34	Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura – F3. dat – Região Norte (86° - 178° Az)	78
FIGURA 35	Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura – F3. dat – Região Norte (86° - 178° Az) (Anexo A).....	80
FIGURA 36	Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura – F3. dat – Região Norte (86° - 178° Az).....	80
FIGURA 37	Localização dos azimutes krigados pelo Método de Validação Cruzada do grupo de fratura – F3. dat – Região Norte (86° - 178° Az)	81
FIGURA 38	Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura – F3. dat – Região Norte (86° - 178° Az).....	81

FIGURA 39	Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).....	83
FIGURA 40	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).....	83
FIGURA 41	Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az) (Anexo A).....	84
FIGURA 42	Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).....	85
FIGURA 43	Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).....	86
FIGURA 44	Mapa da distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).....	87
FIGURA 45	Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).....	87
FIGURA 46	Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).....	89
FIGURA 47	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).....	89
FIGURA 48	Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az) (Anexo A).....	90
FIGURA 49	Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).....	91
FIGURA 50	Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).....	92

FIGURA 51	Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).....	92
FIGURA 52	Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).....	93
FIGURA 53	Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura – F6.dat (121° - 160° Az)	94
FIGURA 54	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F6.dat (121° - 160° Az).....	94
FIGURA 55	Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura – F6.dat (121° - 160° Az) (Anexo A).....	96
FIGURA 56	Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura – F6.dat (121° - 160° Az).....	96
FIGURA 57	Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura – F6.dat (121° - 160° Az)	98
FIGURA 58	Localização dos azimutes krigados pelo método de validação Cruzada do grupo de fratura – F6.dat (121° - 160° Az).....	98
FIGURA 59	Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura – F7.dat (161° - 180° Az).	100
FIGURA 60	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F7.dat (161° - 180° Az).....	100
FIGURA 61	Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura – F7.dat (161° - 180° Az) (Anexo A).....	101
FIGURA 62	Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura – F7.dat (161° - 180° Az).....	102

FIGURA 63	Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura – F7.dat (161° - 180° Az)	104
FIGURA 64	Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de fratura – F7.dat (161° - 180° Az).....	104
FIGURA 65	Mapa da distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura – F7.dat (161° - 180° Az).....	104
FIGURA 66	Histograma de freqüência simples dos azimutes do grupo de lineamento – Lineame.dat (4° - 376° Az).....	106
FIGURA 67	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de lineamento – Lineame.dat (4° - 376° Az).....	106
FIGURA 68	Histograma de freqüência simples dos azimutes do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte	
	(3,6° - 376° Az).....	108
FIGURA 69	Curva de probabilidades dos azimutes do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).....	108
FIGURA 70	Variogramas experimentais dos azimutes com incremento de 2,5 Km do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az) (Anexo A).....	109
FIGURA 71	Variogramas experimentais dos azimutes com incremento de 1,75 km do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az) (Anexo A).....	110
FIGURA 72	Variograma teórico dos azimutes do grupo de lineamento – L1.dat. – Região Norte (3,6° - 376° Az).....	111

FIGURA 73	Diagrama de dispersão de azimutes observados e estimados do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).....	113
FIGURA 74	Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de lineamento -- L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).....	113
FIGURA 75	Mapa da distribuição espacial dos azimutes do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).....	114
FIGURA 76	Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az)..	115
FIGURA 77	Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).	116
FIGURA 78	Variogramas experimentais dos azimutes, com incremento de 0,79 Km do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az) (Anexo A).....	117
FIGURA 79	Variogramas experimentais dos azimutes, com incremento de 0,55 Km do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az) (Anexo A).....	118
FIGURA 80	Variograma teórico dos azimutes do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).....	118
FIGURA 81	Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az)	120
FIGURA 82	Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).....	120

FIGURA 83

Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de
lineamento – L2.dat. – Região Sul (94° - 340° Az) 121

LISTA DE TABELAS

	pág
TABELA 1	Depressão do Alto Piranhas. Precipitação acumulada de janeiro a dezembro de 1999, por município, correspondentes valores climatológicos e desvios relativos..... 5
TABELA 2	Características quantitativas dos grupos de fraturas e lineamentos da região de Santa Luzia – PB 66
TABELA 3	Descrições estatísticas do grupo de fratura 68
TABELA 4	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura.dat..... 73
TABELA 5	Parâmetros dos intervalos de confiança de observações de Azimute 73
TABELA 6	Descrições estatísticas do grupo de fratura – F3.dat 76
TABELA 7	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura – F3.dat..... 79
TABELA 8	Descrições estatísticas do grupo de fratura – F4.dat 82
TABELA 9	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura – F4.dat..... 85
TABELA 10	Descrições estatísticas do grupo de fratura – F5.dat 88
TABELA 11	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura – F5.dat..... 91
TABELA 12	Descrições estatísticas do grupo de fratura – F6.dat 93

TABELA 13	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura F6.dat.....	97
TABELA 14	Descrições estatísticas do grupo de fratura – F7.dat	99
TABELA 15	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura – F7.dat.....	103
TABELA 16	Descrições estatísticas do grupo de lineamento – lineame.dat.....	105
TABELA 17	Descrições estatísticas do grupo de lineamento – L1.dat	107
TABELA 18	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de lineamento – L1.dat.....	112
TABELA 19	Descrições estatísticas do grupo de lineamento – L2. dat	115
TABELA 20	Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de lineamento – L2. dat.....	119
TABELA 21	Descrições estatísticas comparativas dos grupos de fraturas da região de Santa Luzia – PB.....	125
TABELA 22	Parâmetros estatísticos comparativos das Validações Cruzadas dos grupos de fraturas da região de Santa Luzia – PB.....	126
TABELA 23	Descrições estatísticas comparativas dos grupos de lineamentos da região de Santa Luzia – PB	126
TABELA 24	Parâmetros estatísticos comparativos das Validações Cruzadas dos grupos de lineamentos da região de Santa Luzia – PB.....	127

RESUMO

Esta dissertação trata em seu conteúdo, a extração e análise geoestatística das feições geológicas lineares (fraturas e lineamentos), objetivando a aplicação desta técnica na análise de variabilidade espacial e na exploração mineral da região de Santa Luzia-PB. A área em estudo está inserida na microrregião homogênea da Depressão do Alto Piranhas, na porção central do polígono das secas, no Sertão Nordestino. Esta microrregião está localizada na Província Geológica da Borborema, entre dois grandes sistemas de falhas, (megazonas de cisalhamento brasileiras) e tem como principal feição o Lineamento Patos com deformação dúctil de caráter transcorrente dextral, onde ocorre o Grupo Seridó, o que tem sua importância econômica, por conter mineralizações de cobre, ouro, molibdênio, níquel, tungstênio, sheelita, barita, ferro, titânio, vermiculita, calcário, talco e minerais de pegmatito aparentemente controlado por fraturas e falhas. A extração das feições lineares foi realizada a partir dos mapas de fraturas e lineamentos, na escala 1:100.000, e utilizou-se da variável georreferenciada azimute, onde foram digitalizados no programa FORTRAN, que montou um arquivo ASCII, tratado no programa GEO-EAS. Foram extraídos um total de 1.174 traços de fraturas, obtendo uma média dos azimutes de 139,07 com uma variância elevada de 855,97, desvio padrão de 21,26, demonstrando pequena dispersão dos azimutes em torno da média. O coeficiente de variação de 21,04% relativamente baixo, indicando uma variação mínima nos azimutes de fraturas, apresentando uma distribuição lognormal. A distribuição das fraturas da região tem forma multimodal com as modas nos azimutes de 104°, 140° e 180° respectivamente. Litologicamente as fraturas apresentam-se com um caráter dúctil com direção principal N-S/N30°W, N30°-60°W, N70°/E-W. As fraturas com direção N-S/N30°E coincidem com a mesma direção dos lineamentos. Quanto aos lineamentos foi extraídos um total de 2.160 dados de azimutes, apresentando uma média de azimute 235,11° com um coeficiente de variação de 15,22%, um grau de dispersão baixo em relação à média, com uma variância bastante elevada de 1.280,19, com uma distribuição de comportamento quase normal. A distribuição dos lineamentos tem forma aparentemente unimodal com frequência máxima no azimute de 220° na região norte e 275° az na região sul. Os lineamentos apresentam um caráter dúctil, com direção de foliação E-W ou NE. A feição principal é a zona de lineamento de Patos, com direção E-W com movimento dextral do tipo Strike-Dip-Slip. Segundo análise dos padrões estruturais foram identificadas ocorrências minerais, ligadas às estruturas e a maioria dos depósitos localizam-se dentro de zonas milonitizadas, preenchendo fraturas. Os tratamentos geoestatístico foram realizados a partir dos azimutes amostrais de fraturas e lineamentos, onde foram agrupados em intervalos de classes de azimutes para uma análise detalhada, dos variogramas e do comportamento da estrutura variográfica regional, mais representativa no campo geométrico. Os variogramas experimentais elaborados mostraram-se robustos, com uma certa proporcionalidade e uma estrutura isotrópica com zona de influência de 25 km, para as fraturas, e 9,5 a 10,5 km para os lineamentos. Estes VARs apresentaram um padrão de efeito "Tou" (Efeito Buraco) expressando uma componente aleatória muito importante que é causada pela fraturas originadas de vários eventos tectônicos na região. Os modelos de variogramas elaborados mostram a influência de evolução estrutural cronológica da região.

ABSTRACT

This dissertation deals with the extraction and geostatistical analysis of the linear geological features such as fractures and lineaments with the objective of its application in spatial variability and in mineral exploration in the region of Santa Luzia-PB. The study area is located in the micro region of Alto Piranha Depression in the central part of the arid region in the Northeast Brazil. This region is part of the Geological Province of Borborema located between two fault systems (mega zone of Brazilian fault systems), characterized by Patos Lineament with ductile deformation with transcurrent dextral in nature in which occur Group Serido which is known for the mineral deposits of copper, gold, molybdenum, nickel, tungsten, scheelite, barite, iron, titanium, vermiculite, limestone, talc e minerals of pegmatites apparently controlled by fractures and faults. Linear structures were extracted from the fracture and lineament maps of 1:100,000 and utilized georeference variable of azimuths and through a FORTRAN program an ASCII file was created to analyze with GEO-EAS. A total of 1,174 fracture traces was extracted and the mean azimuth of fractures was $139,07^\circ$ with a standard deviation of 21.26, showing a relatively small dispersion in the strike. The coefficient of variation of 21.04% is relatively low, indicating minimum variation in the fracture azimuths and showing a skewed distribution. The nature of the distribution of the azimuths tend to be multimodal with the modes in 104° , 140° and 180° respectively. Lithologically the fractures show ruptile nature with principal strikes varying from N-S/N30W, N30-60W, N70/E-W. The N-S/N30E fractures coincide with the lineament directions. A total of 2,160 lineaments azimuths were extracted and the mean direction obtained is 235.11° with a variance of 1,280.11 which is relatively high. The variation tends to be low with coefficient of variation of 15.22%. The nature of the distribution of lineaments is apparently unimodal with maximum frequency at 220° in the northern region and 275° in the southern region of the study area. The lineaments are of ductile in nature with foliation in E-W or in NE direction. Principal structure is Patos lineament zone with E-W strike with dextral movement of strike-dip-slip type. Based on the structural pattern analysis it could be noted that the mineral deposits are tend to be related to geological structures and majority of the deposits occur with in the mylonitic zone as fracture fillings. Geostatistical analysis was made of the fracture and lineament azimuths which were grouped into small groups for a detailed variographic analysis. The experimental variograms elaborated are robust and show well defined variographic structures. The variograms show some proportionality factor and are isotropic in nature with sample range of 25 km for fractures and 9.5 to 10.5 km for lineaments. The variograms show hole effect and nugget variance, which is caused by the presence of fractures of various tectonic events in the study area. Variogram models obtained in this study show the influence of cronological structural evolution in the region.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A presente pesquisa tem como objetivo desenvolver um tratamento geoestatístico das feições geológicas lineares, desde o fraturamento aos mais extensos lineamentos da região de Santa Luzia no Estado da Paraíba, usando como ferramenta principal o software Geo-eas.

O GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) versão 1.2.1 é um pacote de programas interativos que permite a execução de análise geoestatística de amostras com distribuição espacial.

O sistema foi utilizado com dados de lineamentos interpretados visualmente das imagens Landsat 5 –TM da área de estudo, e dados da interpretação estrutural das imagens de Radar do Projeto RadamBrasil (Junior, 1998).

A pesquisa foi desenvolvida utilizando a análise de feições lineares, desde as fraturas aos mais extensos lineamentos, tendo como ferramenta a geoestatística. A contribuição da geoestatística nas diferentes etapas de um projeto de pesquisa vem sendo incorporada à rotina de trabalho das empresas de geologia e mineração. Esta ferramenta tem se tornado de grande utilidade para minimizar os riscos associados aos empreendimentos mineiros.

A ciência geoestatística foi desenvolvida inicialmente, pelo engenheiro e matemático George Matheron no final da década de 50 e surgiu da necessidade de se encontrar ferramentas matemáticas que permitissem estudar os fenômenos geológicos, cuja complexidade (multidimensionalidade, anisotropia, não estacionaridade, tendência e correlações espaciais) não permitiam um tratamento eficiente pela Estatística Clássica das variáveis independentes (aleatórias).

Atualmente, é de reconhecida utilidade (Reddy, 1991) o desenvolvimento e manutenção de bancos de dados digitais geolocalizados para o processamento analítico na pesquisa de novos padrões estruturais básicos nesses campos de aplicação.

A identificação e análise compõem os dois estágios básicos de procedimento analítico. O primeiro envolve a interpretação baseada em cartografia ou imagem e a geração de um mapa de feições lineares. O segundo estágio representa a análise propriamente dita, baseada no mapa gerado. Neste contexto, localização, direção, comprimento e densidade de interseções de fraturas, lineamentos, ou outros tipos de feições lineares, podem ser úteis na caracterização do padrão espacial destas estruturas

1.2 Justificativa e Relevância

Nas últimas décadas as técnicas de sensoriamento remoto têm sido extensivamente adotadas, incluindo o uso de imagens de satélites e de radar, voltadas para pesquisa de depósitos minerais. Nesse sentido têm-se obtido informações significativas relativas ao controle de mineralizações metálicas, através de evidências geológicas expressas por meio das estruturas lineares e circulares, da compilação e a revisão de vários tipos de mapas geológicos, da delimitação e compartimentação de áreas que sugerem a ocorrência de corpos geológicos promissores, como também mediante a identificação de comportamento de horizontes estratigráficos mineralizados.

A geoestatística até o presente é aplicada para analisar os dados de teores de minerais e minérios para determinar continuidade no depósito mineral e para saber a existência de correlação entre vários pontos amostrados. A geoestatística ainda é utilizada para fazer estimativas de teores de reservas minerais e planejamento de lavra. Existem poucos trabalhos sobre aplicação da geoestatística na análise de fraturas e lineamentos numa escala pequena, por este motivo, a geoestatística foi aplicada para a análise quantitativa das feições lineares de escala regional para um melhor entendimento sobre o comportamento das mesmas.

A geoestatística, sendo um método topo-probabilístico, é adequado e ideal ao estudo de dados de feições geológicas lineares, isto porque trabalha-se com uma informação eminentemente espacial, ou seja, a posição relativa dos dados no espaço é tão importante quanto os valores das variáveis observadas, para efeito de interpretação.

Através das ferramentas da geoestatística procura-se correlacionar os lineamentos e as fraturas à ocorrência dos minerais da região em apreço.

1.3 Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo principal extração das feições geológicas lineares para o tratamento e interpretação geoestatística na região de Santa Luzia/PB, que caracterizam áreas potencialmente mineralizadas, na porção Centro-Oeste do Estado da Paraíba, localizada ao Sul da Província Pegmatítica da Borborema, destacando-se as seguintes etapas:

- Encontrar novas ferramentas matemáticas que permitam estudar de modo sintético as duas características essenciais (VR), quais sejam, aspecto aleatório e o aspecto espacial.

- Extrair as coordenadas geográficas e azimutes disponíveis nos mapas de fraturamento e lineamento, na escala de 1: 100.000 da área em estudo.
- Aplicar a geoestatística à análise de fraturas e lineamentos por azimute.
- Elaborar variogramas experimentais e teóricos de fraturas e lineamentos por azimute para detectar a Estrutura Variográfica.
- Relacionar as classes de fraturas e lineamentos com os depósitos minerais existentes, já prospectados.
- Determinar, a partir dos Softwares Geo-eas e Stereonet for Windows a direção preferencial de fraturamento e lineamento da área, usando dados obtidos a partir das coordenadas geográficas e azimutes.

1.4 Localização e vias de Acesso

A área de pesquisa está localizada no Estado da Paraíba, compreende uma área de aproximadamente 2.575 km², delimitada pelas coordenadas geográficas 36° 42' a 37° - 08' de longitude oeste e 06° 47' a 07° 10' de latitude sul (Fig. 1), abrange os municípios de Junco do Seridó, Salgadinho, Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede e Várzea, pertencente à Microrregião do Seridó Ocidental paraibano e o município de Passagem, que pertence a Micro Região de Patos. O acesso a esta região, a partir da cidade de Campina Grande-PB, é realizado através da BR - 230 até a cidade de Santa Luzia-PB, num percurso de aproximadamente 120 Km, cortando a área de estudo de leste a oeste.

Área está inserida na microrregião homogênea do estado da Paraíba, na Depressão no Alto de Piranhas, no Planalto da Borborema sendo representada pelas subunidades: Planalto Central, Encosta Ocidental e na Depressão Sertaneja (Fig. 2).

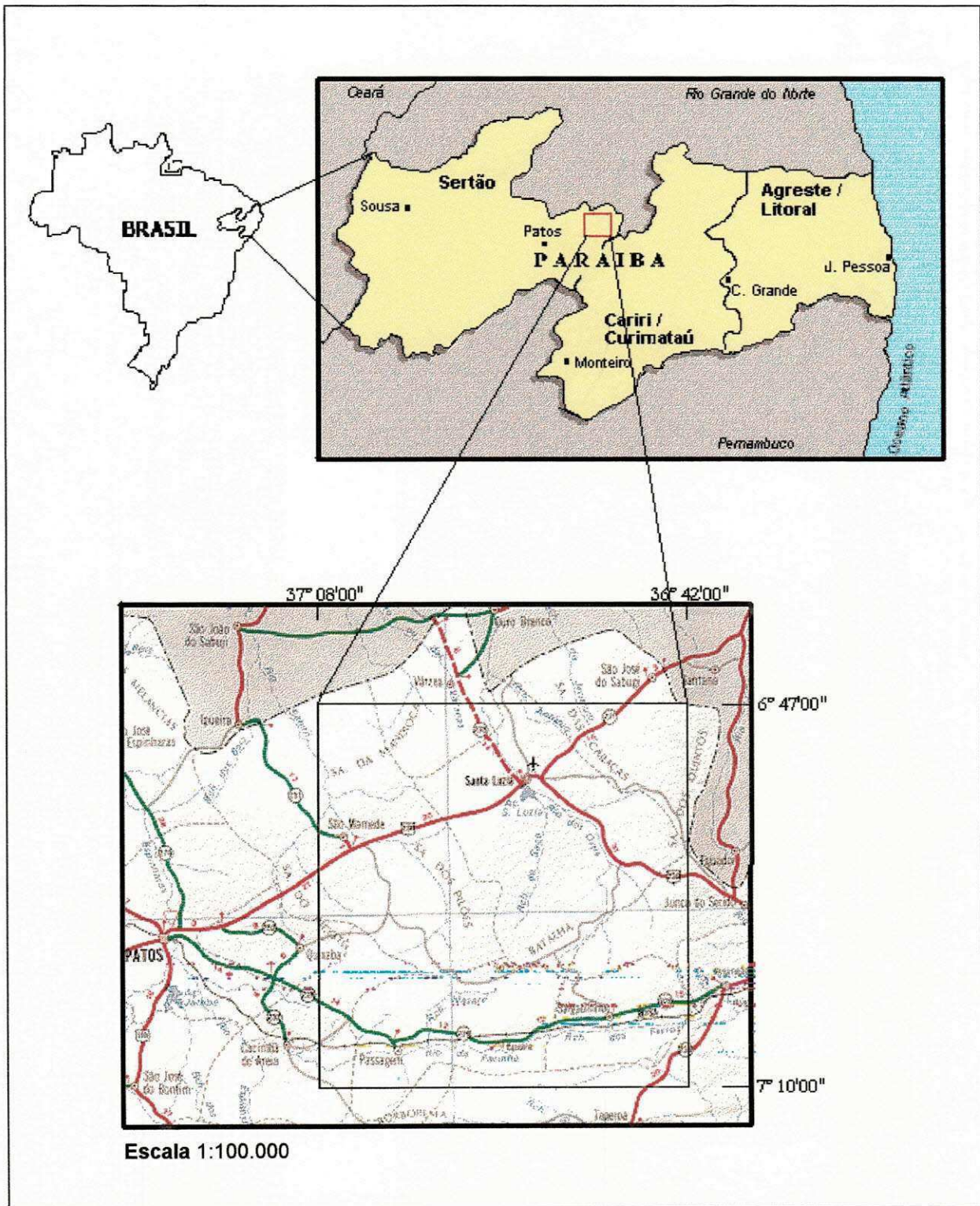
1.5 Aspectos Fisiográficos

Climatologicamente esta área esta localizada na Microrregião homogênea da Depressão do Alto Piranhas na porção Central do polígono das secas, do Sertão Nordestino. Predomina o clima semi-árido quente do tipo Bshw de Köppen. caracterizado por duas estações: a primeira, muito quente e seca no verão, corresponde aos meses de julho a dezembro; a segunda quente e pouco úmida, com regime de chuvas, que podem ser torrenciais nos meses de inverno. A temperatura varia de 20° C a 30° C, alcançando 40° C nos períodos mais quentes e a média pluviométrica na região de Santa Luzia-PB è da ordem de 276,0mm de janeiro a dezembro de 1999, com um desvio padrão de -271,8mm (Ver Tabela 1).

Tabela 1 – Depressão do Alto Piranhas. Precipitação acumulada de janeiro a dezembro de 1999, por município, correspondentes valores climatológicos e desvíos relativos.

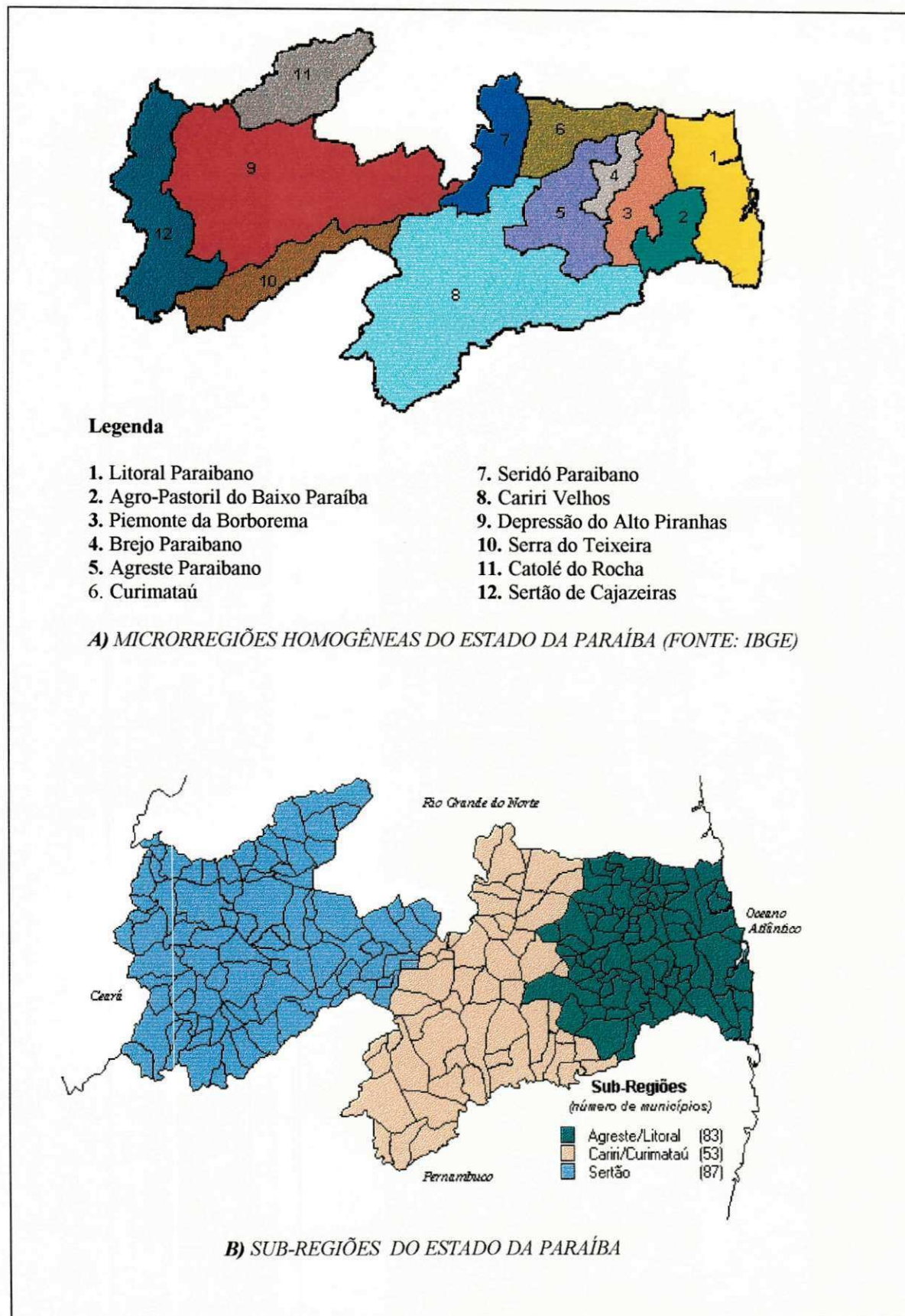
MUNICÍPIO/POSTO	TOTAL ANUAL (mm)	CLIMATOLOGIA ANUAL (mm)	DESVIO (mm)	DESVIO(%)
SANTA LUZIA	276,0	547,8	-267,1	-49,6
JUNCO DO SERIDÓ	430,6	-	-	-
SALGADINHO	294,1	435,6	-141,7	-32,5
PASSAGEM	405,2	711,1	-238,6	-37,1
SÃO JOSÉ DO SABUGÍ	466,0	-	-	-
SÃO MAMEDE	584,8	820,0	-235,2	-28,7
VÁRZEA	-	-	-	-
JUAZEIRINHO	341,6	522,3	-180,7	-34,6

Fonte: UFPB, 1999



Fonte: DER (1991).

Figura 1 – Mapa de localização e principais vias de acesso a Região de Santa Luzia - PB.



Fonte: UFPB (1999).

Figura 2 – Mapa representativo das microrregiões homogêneas e sub-regiões do Estado da Paraíba

A vegetação é arbustiva, do tipo dominante caatinga onde se desenvolvem uma grande variedade de plantas xerófitas e secundariamente árvore de pequeno porte. A formação vegetal adaptada ao clima semi-árido é bastante heterogênea, constituída de leguminosos, euforbiáceas e cactáceas. Ocorrem nas planícies e nos vales oiticica, juazeiro, quixabeira, angico, macaíba, e a palmeira de carnaúba, cujas folhas servem como proteção contra evaporação. Merece destaque a ocorrência de xique-xique, marmeleiro, umburama, catingueira, mandacará, facheiro, juruma-preta, além de outros arbustos da região. As montanhas revestem-se de uma moita espinhosa de densidade média até floresta seca.

De acordo com Souza (apud Ferreira, 1998) os solos predominantes são dos tipos bruno não-cálcico, litólicos eutróficos, regossolo eutrófico, solonetz, solodizado, podzólico vermelho-amarelo eutrófico, latossolo amarelo eutrófico. Os solos bruno não-cálcico são caracterizados por uma textura de granulação média no horizonte A, podendo ocorrer textura arenosa em alguns locais. Frequentemente o horizonte B possui textura argilosa. Ocorrem associadas aos solos litólicos. Os solos litólicos eutróficos se caracterizam por terem pequena espessura, com horizonte B pouco desenvolvido ou ausente, sendo possuidores de textura argilosa, siltosa, e arenosa. Frações pedregosa e rocha são comuns. O solo podzólico vermelho-amarelo eutrófico possuem uma textura arenosa média, presença de cascalho, com nítida diferença entre os horizontes A, B e C e pode ocorrer associado a solos litólicos eutróficos. O tipo latossolo vermelho – amarelo eutrófico possui textura média e argilosa e, em alguns casos, tem caráter concrecionário. Ocorre em terrenos planos ou suavemente ondulados. Os regossolos eutróficos apresentam-se na área em pequenas porções, geralmente na região de falhas. São normalmente arenosos com reação ácida moderada, apresentando em sua constituição mineralógica minerais primários (feldspato, potássico), ocorrendo em terrenos planos e suavemente ondulados (Scheid & Ferreira, 1993).

A rede hidrográfica é constituída por rios e riachos pertencentes às bacias hidrográficas dos rios Farinha e do Sabugi. Alguns rios e riachos são alinhados, retilíneamente controlados por falhas e fraturas. Os principais afluentes do rio da Farinha são os riachos Olho d'água, Macambira e das Cinzas; os principais afluentes do Rio Sabugi são os riachos: do Papagaio, dos Bois, do Cipó, do

Velhaco, Quixaba e do Pau d'arcos. O padrão de drenagem é definido pelas estruturas regionais e litológicas. A drenagem nos terrenos xistosos e gnáissicos possui um padrão dendrítico mais densos nos xistos e filitos, menor ramificado nos terrenos gnáissicos. Nas áreas de ocorrência de quartzitos a drenagem é pobre escassa, mas bem detalhada. Nas áreas graníticas predominam os rios e riachos condicionados a fraturas, por vezes com um padrão retangular e/ou radial (Ferreira, 1998).

A região tem como suporte econômico a agropecuária, principalmente na criação de gado, caprinos, ovinos, suínos. A atividade mineira é importante, onde existem garimpos de minerais de pegmatito (tantalita, columbita, berilo, feldspato, caulim, quartzo, e mica, etc.), principalmente nos períodos de seca, além da exploração explorática de calcário, utilizado na fabricação de cal e como pedra ornamental, beneficiamento de caulim, e extração de argilas. Na agricultura o algodão arbóreo constitui o bem mais importante; em plano secundário fica as plantações de frutas, verduras e legumes. As culturas de subsistência representadas por milho, feijão e mandioca, são disseminadas em toda a região. O sistema de energia elétrica da Companhia Hidrelétrica do Vale de São Francisco (CHESF) alcança as cidades da região; serviços de abastecimento d'água, serviços postais e de telefonia e algumas cidades são servida pelo sistema bancário.

Geomorfologicamente são distinguidas três superfícies de erosão: A primeira é a Superfície das Chapadas, correlaciona ao Ciclo Sul-Americano de King, representada pela Serra dos Martins-RN, pelos quartzitos da Formação Equador e Serras das Queimadas. A segunda é a Superfície Soledade também pertencente ao Ciclo Sul-Americano, modelada, principalmente nos migmatitos, gnaisses e granitóide a NE de Santa Luzia-PB e nos micaxistos a Leste.

A terceira superfície de erosão é denominada Superfície Patos, encontra-se modelada essencialmente nos micaxistos, gnaisses e granitos que afloram NE da cidade de Jardim do Seridó, estendendo-se até as proximidades de Serra Rajada. As altitudes variam entre 150 a 250 m e caracteriza-se por extensa planície suavemente ondulada (Medeiros apud Ferreira, 1998). O modelamento, é influenciado por três grandes fatores morfogenéticos: litologia, clima e estrutural. O

relevo é representado por longos cordões de serras com a de Queimadas e a das Umburanas, com direção NNE – SSW constituídas por quartzitos. Ocorre também cúpulas stocks e batólitos graníticos que pela sua maior resistência à erosão formam grandes elevações (Serra da Formiga). Existem também corpos graníticos arrasados sem expressão topográfica expressiva e que documentam uma inversão de relevo como ocorre no domínio da Depressão Sertaneja. O domínio da Depressão Sertaneja é representado, basicamente por terrenos ondulados e coloniais que correspondem às áreas de ocorrência das rochas xistosas e gnáissicas. Estas últimas apresentam maiores altitudes e também inversão de relevo. No domínio do Planalto da Borborema, além da serras de quartzitos, granitos e gnaisses citados anteriormente observa-se uma importante feição morfológica em forma de chapada com altitude superior a 600m, com escarpas íngrimes constituída pelos sedimentos terciários da Formação Serra dos Martins conservados na parte leste da área (Ferreira, 1998). Destacam-se também os relevos residuais com as mais distintas feições geomorfológicas, por vezes alongadas em cristas quando de proximidades dos grandes lineamentos estruturais, e sob forma de inselberg esculpido em rochas graníticas, os elementos formadores de paisagem.

A área de denudação apresenta-se com aproximadamente 600 a 650m de altitude. Erguem-se cristas de quartzitos e de gnaisses, entre as quais a maior elevação da região é um pico com 894m de altura formado pelo quartzito equador. No planalto erguem-se ilhas de montanhas de forma maciça e "pães de açúcar" de rochas mais ou menos, resistente à erosão como granitos e migmatitos. Os granodioritos até os dioritos assim como o sienito de Santa Luzia -PB não sobressaem na paisagem. Diques de pegmatitos foram expostos por erosão, diques de granito, de granulação fina, formam cumes, lombadas e torres com erosão tipo "meia – laranja". Quartzitos de granulação fina, gnaisses arcócos aparecem como lombadas de monodnocks . Os núcleos de quartzito dos pegmatitos zonais apresentam-se como "altos", cujos flancos se encontram cobertos por entulho de quartzito (Andritzky, 1972).

As estruturas maiores (falhas e dobras) também são grandes responsáveis pelo modelamento geomorfológico da região. De um modo geral controlam as

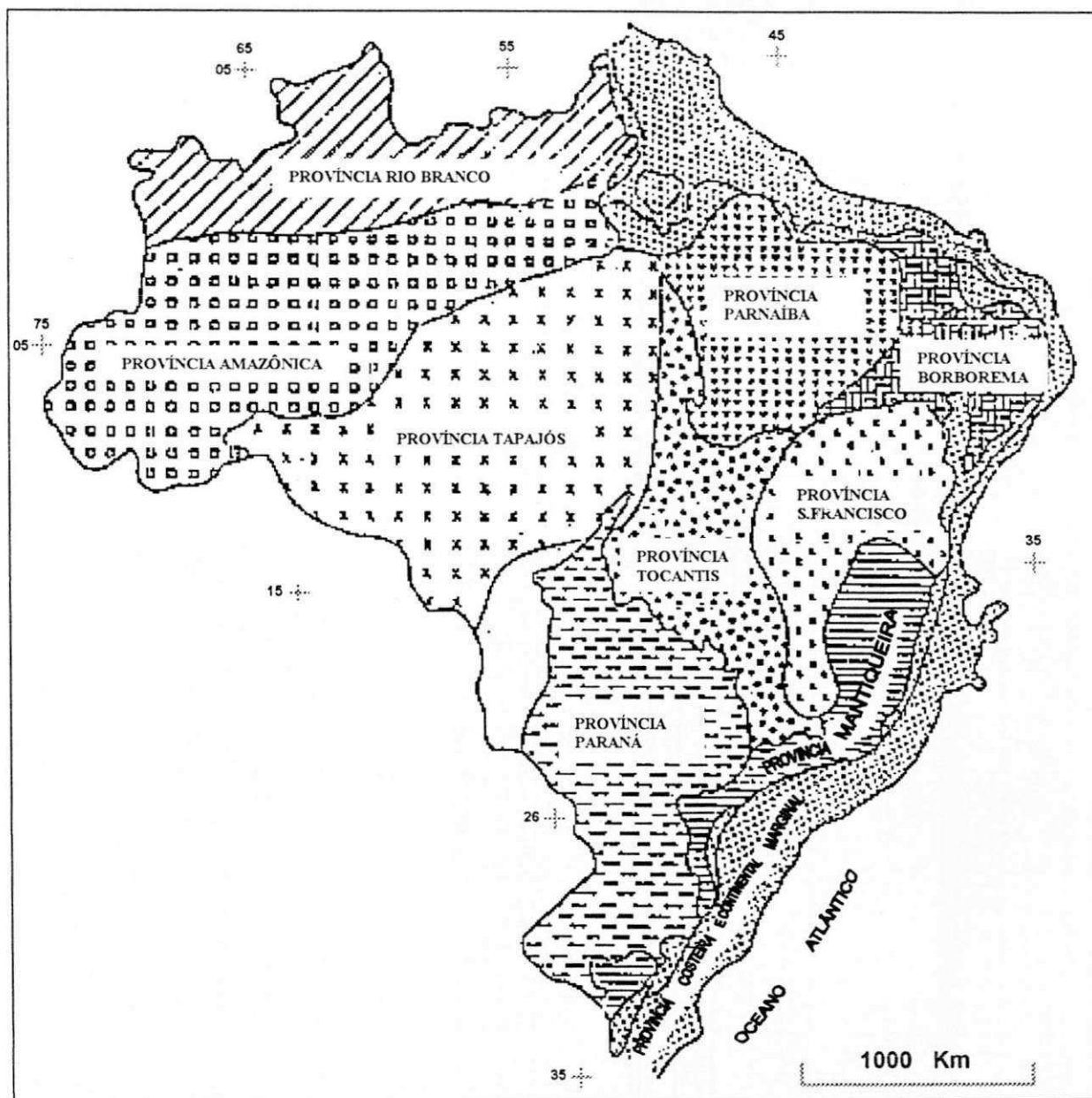
elevações que correspondem as antiformes; e depressões que correspondem as sinformes, além de todo o alinhamento geral do relevo com orientação preferencialmente NNE – SSW (Ferreira,1998).

2 REVISÃO DE LITERATURA

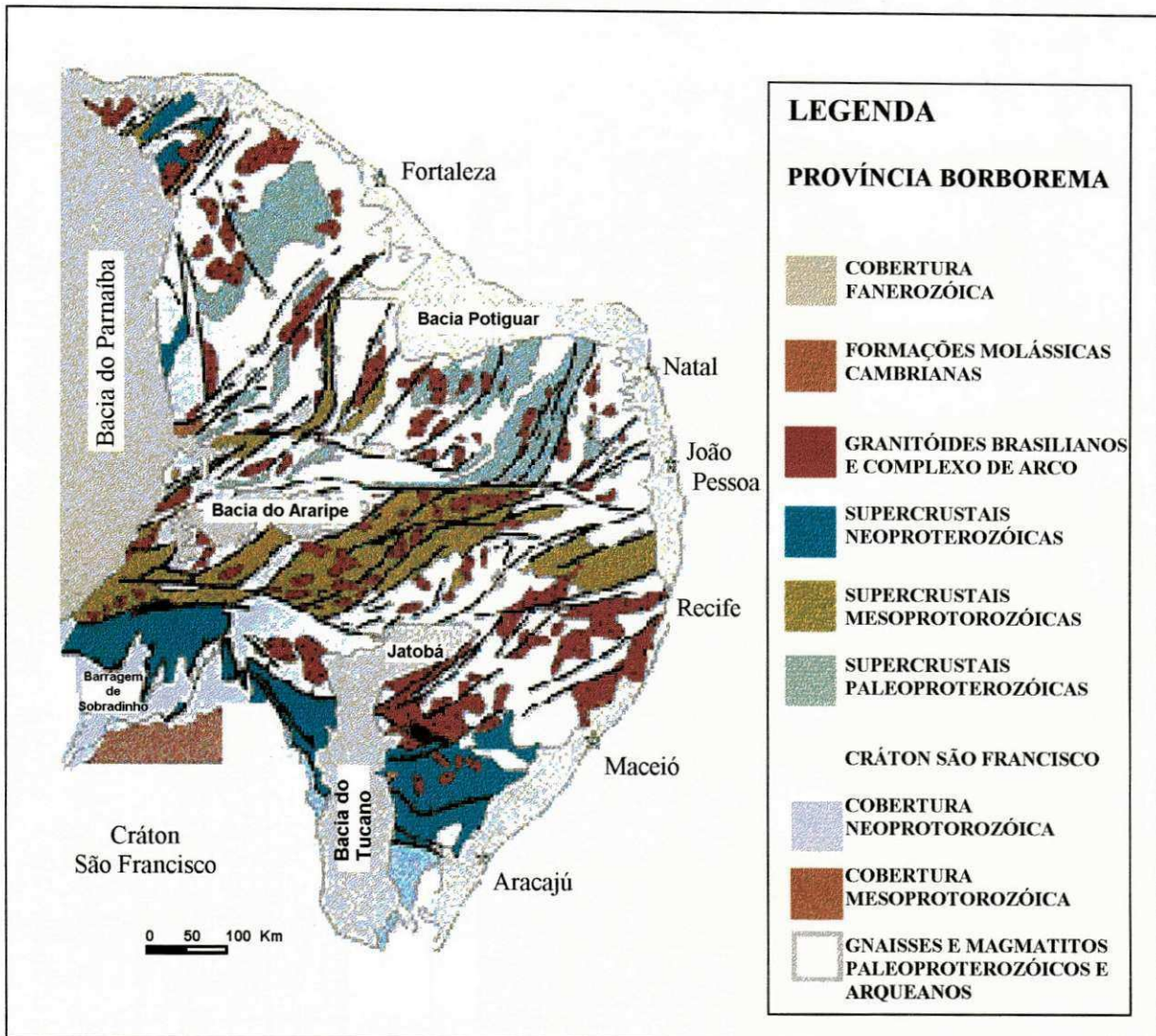
2.1 Geologia Regional

A geologia da região denominada de Província Borborema, ocupa uma área da ordem de 380.000 Km² e coincide com a Região de Dobramento Nordeste, desenvolvida no decorrer do Ciclo Brasileiro, segundo Almeida *et al.*, (1977) (Fig.3).

O ciclo foi composto por uma série de eventos tectono-orogênicos, desencadeados no final do Proterozóico Superior resultando na formação de unidades litoestruturais de rochas magmáticas consolidadas na parte superior da crosta. Brito Neves (1975) classificou a Província da Borborema em duas unidades: A primeira em terrenos gnáissicos-migmatíticos-graníticos, ou em "Maciços" comparáveis ao Complexo Fundamental de Crandall (1910) e a Segunda unidade em terrenos metassedimentares (e meta-vulcano-sedimentares) ou simplesmente os "Sistemas de Dobramentos" comparáveis a "Série Ceará" de Crandall (*op. cit.*). Os terrenos da Província da Borborema afetados pela Orogênese brasileira, limitam-se pelas Bacias Costeiras (leste e a norte), pela Bacia Parnaíba a Oeste e a Sul pelo Cráton São Francisco (Fig. 4).



Fonte: Almeida *et al* (1977).
 Figura 3 – Províncias Estruturais do Brasil.



Fonte: Jardim de Sá & Hollanda apud Nascimento (1998).

Figura 4 – Esboço geológico da Província Borborema – NE do Brasil.

Segundo este autor, estas duas unidades estariam limitadas pelos lineamentos de Patos e Pernambuco (megazonas de cisalhamento transcorrentes), de modo que aquelas localizadas no extremo-sul da Província, entre o Cráton do São Francisco e o lineamento Pernambuco, foram denominadas de marginais, enquanto que as outras, situadas entre este lineamento e o lineamento de Patos, ou a Norte destas últimas estruturas, denominadas de interiores. Outras configurações geotectônicas foram propostas por Brito Neves (1984), que correspondem ao Domínio Transnordestino de Santos *et al.*, (in: Schobbenhaus *et al.* 1984), agrupando as faixas e macicos em domínios estruturais, cujos limites não estão condicionados aos lineamentos supracitados. O Domínio Transnordestino

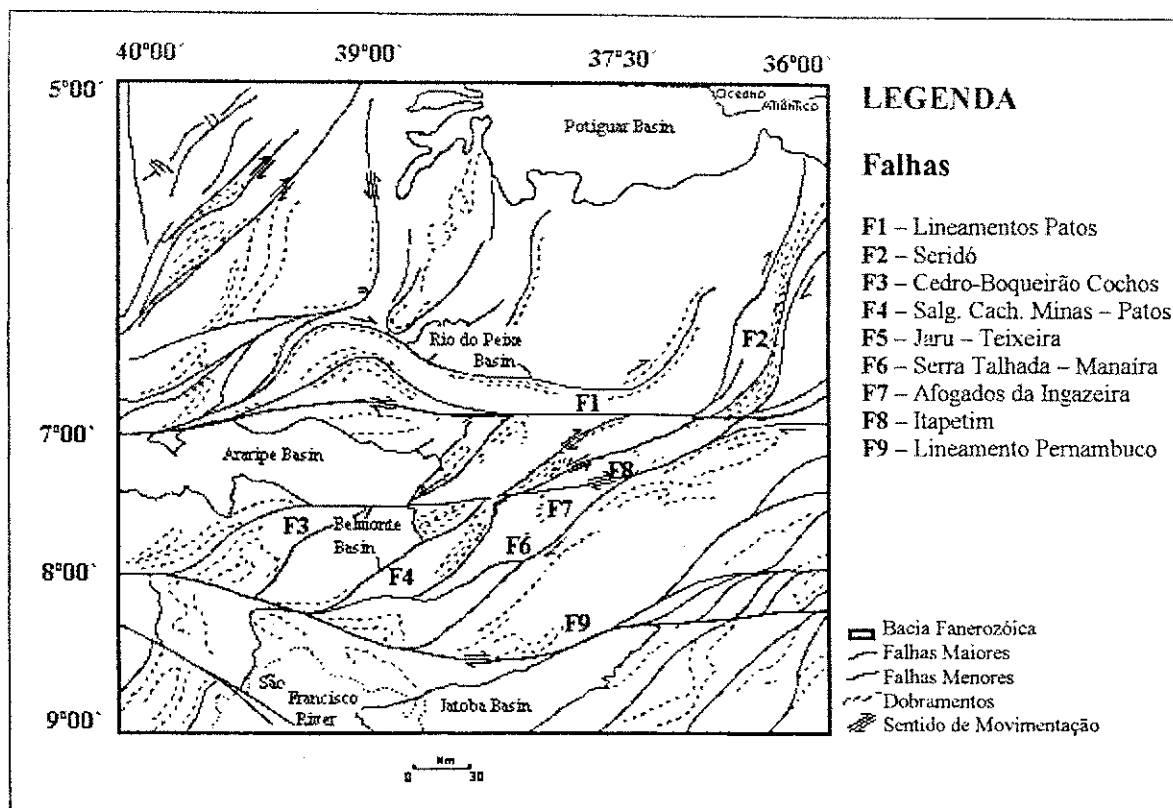
tem como limites o Domínio Cearense, a norte e a oeste, bem como o Domínio Extremo Nordeste, ao sul.

Os Crátons de São Luiz e de São Francisco tiveram comportamento estável durante toda a evolução do Ciclo Brasileiro. Os Crátons serviram como fornecedores de detritos para as bacias marginais que estavam em formação, cujo início da sedimentação é datado de 900-1100 M.a. As bacias marginais após o término do processo de sedimentação, sofreram intensos dobramentos (Schobbnhaus e Campos, 1984). Nas bordas dos Crátons e sobre algumas faixas de dobramentos formaram-se bacias, que foram preenchidas, no limite do Proterozóico Superior e Paleozóico com sedimentos clásticos e grosseiros, com acumulação de grandes espessuras de sedimentos continentais, seguidas de vulcanismo ácido e intermediário (Junior, 1998).

Segundo Brito Neves *op. cit.* O Sistema de Dobramento Nordeste é constituído por faixas separadas por maciços medianos ou anticlinais de grandes dimensões, que expõem o embasamento pré-brasiliano. Toda a área foi dobrada em mais de uma fase, sendo que, as direções do dobramento linear, não apresentam vergências regionais bem definidas. A datação dos eventos de metamorfismo e do magmatismo foram realizadas em intrusões de granitóides sintectônicos é de aproximadamente 650-700 M.a. O aparecimento de granitóides tarditectônicos é registrado como do início do cambriano, a cerca de 500-600 M.a.

Os lineamentos de Patos e Pernambuco possuem direção E-W, e a eles associam-se outras Megazonas de Cisalhamento Transcorrentes de direção NNE-ENE. Todo o sistema tem uma movimentação dextral, que subdivide a província em fatias tectônicas e tem importante mecanismo gerenciador da deformação, do metamorfismo e da granitogênese. Van Schumus *et al* (1993), consideram que o lineamento de Patos limita o embasamento de diferentes idades, predominando a proterozóico inferior a norte e a proterozóico médio a sul

A Província da Borborema é constituída de diversas faixas de supracrustais, dispersas através de um terreno gnaíssico-migmatítico, com variáveis "trend" estruturais relacionadas a grande zona de cisalhamento E-W de Patos e Pernambuco (Fig.5).



Fonte: Adaptado de Coutinho (1995).

Figura 5 – Sistema de zonas de cisalhamentos na Província da Borborema – NE do Brasil.

Os terrenos gnáissicos são considerados de idade arqueano. Estes terrenos são constituídos por dois tipos de associações: a) seqüenciais supracrustais com predomínio de biotita-paragnaisses, anfíbolios e outras litologias diversificadas; b) ortognaisses de composição tonalítica a granítica. Comumente, intensa deformação e metamorfismo arqueanos transforma essas rochas em gnaisses bandados.

A orogênese Transamazônica relacionada à evolução de faixas de supracrustais policíclicas. As supracrustais da Faixa de Dobramento Seridó são tradicionalmente consideradas como pertencentes ao Grupo Seridó, (Jardim de Sá e Salim, 1980).

A hipótese de uma evolução policíclica, para as formações supracrustais da Borborema, com base em elementos estratigráficos estruturais e metamórficos foi apresentada por Jardim de Sá (1978). Datações efetuadas por Macedo *et al.*, (1984) em ortognaisses sin-orogênicos a uma tectônica tangencial (granitóides G2

de Jardim de Sá e Salim (1980) truncam o bandeamento S1 dos gnaisses Jucurutu, com idade 2.000 M.a (milhões de anos). Jardim de Sá (1984) considera o Grupo Seridó como de idade proterozóico inferior, deformado no Transamazônico e retrabalhado no Brasileiro.

Recentes dados geocronológicos, tornaram mais provável a evolução policíclica transamazônica brasileira para a Faixa de Dobramento Seridó e seqüências julgadas correlacionadas. Coutinho *et al.*, (1992) obtiveram idade de 1.100 M.a. para o pico do metamorfismo em metapelitos da Formação Seridó. Leterrier apud Ferreira (1998), concorda com os autores anteriores quanto ao magmatismo brasileiro, classificando em dois grupos principais de plutons. O primeiro, formado por suítes diferenciadas de grabo-diorito a tonalito-quartzo monzonito, com feições pré a sintectônicas; o segundo, formado por intrusões graníticas sin, a tarditectônicas, ocorrendo em maior volume o segundo.

Todas as estruturas sofrem uma gradual rotação para E-W, adaptando-se ao lineamento Patos, ao sul da região, que, até recentemente, era considerada como tardio em relação a elas. Todavia, Corsini *et al* (1991), enfocando a deformação brasileira nesta região, consideram as estruturas do Lineamento como cronocorrelatas às da Faixa de Dobramento Seridó, constituindo esta, uma faixa transpressional, originada a partir da movimentação do Lineamento de Patos, deslocando para leste o Maciço Rio Piranhas, permanecendo o Maciço Caldas Brandão como bloco relativamente rígido, com encurtamento E-W no Sistema de Dobramento Seridó.

2.2 Estratigrafia

As colunas litoestratigráficas desta região, desde a primeira apresentada no início do século, até as mais recentes, em trabalhos regionais ou de detalhe, apresentam diferentes interpretações quanto ao posicionamento das diversas unidades. Entre as unidades do Grupo Seridó a Formação Seridó constitui a única

exceção, permanece na mesma posição estratigráfica, conforme os estudos pioneiros. No Quadro 1 é apresentado um estudo comparativo entre alguns modelos estratigráficos propostos para a região do Seridó Ferreira, (1998). No Quadro 2 é apresentada a coluna Estratigráfica do Pré-Cambriano no Estado da Paraíba (Dantas e Caúla, 1982). No Quadro 3 é proposto um modelo estratigráfico para a região de Santa Luzia-PB, adaptada de Dantas & Caúla (1982) e (Ferreira, 1998).

QUADRO 1 – COMPARATIVO ENTRE ALGUNS DOS MODELOS ESTRATIGRÁFICOS PROPOSTOS PARA A REGIÃO DO SERIDÓ

EBERT (1969/70)	FERREIRA & ALBUQUERQUE (1969)/DANTAS (1974)	TORRES et al. (1973)/SANTOS (1974)	BRITO NEVES et al. (1975)	JARDIM DE SÁ (1978/84) JARDIM DE SÁ & SALIM (1980)	LIMA et. al (1980)	HACKSPACHER & SÁ (1984)/ HACKSPACHER et al. (1986)	ARCHANJO & SALIM (1986)
Seridó	Seridó	Seridó	Seridó	Seridó	Seridó	Seridó	Seridó
Qzt. S.J.Seridó		Qzt. S.J.Seridó	Qzt. S.J.Seridó				
Florânia	Jucurutu	Jucurutu	Florânia	Equador	Jucurutu	Jucurutu	Equador
Quixaba			Quixaba				
Parelhas	Equador	Qtz. Equador	Parelhas	Jucurutu	Equador	Parelhas	Jucurutu
Equador			Equador				
			Jucurutu				
São Vicente	Caicó	Caicó	Caicó	Caicó	Caicó	Caicó	Complexo de Embasamento
	Pré-Caicó		São Vicente			São Vicente	

Fonte: Parcialmente compilado e adaptado Jardim de Sá e Salim (1978) apud Ferreira (1998)

QUADRO 2 – COLUNA EXTRATIGRÁFICA GERAL DO PRECAMBRIANO NO ESTADO DA PARAÍBA

P R É C A M B R I A N O	S U P E R I O R	Rochas filonianas		sienitos, dacitos, pegmatitos, etc.		
		Rochas plutônicas granulares:		Granitóides (granitos, granodioritos, tonalitos, monzonitos, sienitos); Gabróides (ultrabásicas serpentinizadas); dioritóides (quartzo-dioritos)		
		Grupo Cachoeirinha		filitos, xistos de baixo grau metamórfico, metassilitos, calcários cristalinos e quartzitos		
	G R U P O D Ó	S E R I D Ó	Formação Seridó		biotita xistos granadíferos	
			Formação Jucurutu		Gnaisses diversos, calcários cristalinos. calcissilicáticas com scheelita	
			Formação Equador		quartzito muscovítico, quartzito feldspático, magnetita silimanita quartzito e metaconglomerado	
	I N D I V I S O	G C R A U I P C O Ó	Complexo gnáissico Migmatítico		gnaisse, gnaisses migmatizados, migmatitos, rochas graníticas e afins Gabros; intercalações de calcário cristalino, anfibólio e leptinitos	
			Complexo Migmatítico-Ganitóide		Migmatitos oftalmíticos e flebíticos com núcleos graníticos indiferenciados	
	Micaxisto tipo Caroolina; gnaisses e xistos indiferenciados					

Fonte: Adaptada de Dantas e Caúla (1982).

QUADRO 3 – COLUNA ESTRATIGRÁFICA PARA A REGIÃO DE SANTA LUZIA-PB.

Quaternário	Aluvião		Areias e cascalhos, com intercalações pelíticas	
	Coberturas Colúvio - Eluviais		Areias e cascalhos, com grãos de feldspato parcialmente caulinizados	
Terciário	Formação Serra dos Martins		Arenitos, argilosos e caulínicos e conglomeráticos com níveis pelíticos locais.	
Proterozóico médio	Grupo Seridó	Formação Seridó	Granada-biotita xisto, cordierita, granada-biotita xisto, calcário cristalino calcissilicáticas e quartzito.	Ortognaisses sin-tangenciais (augen).
		Formação Jucurutu/Ipueira	Biotita gnaïsse, biotita-hornblenda gnaïsse, muscovita quartzito, biotita xisto, calcissilicática, calcário.	Vulcânicas intermediárias a básicas.
		Formação Equador	muscovita quartzito e conglomerado;	
Proterozóico inferior	Complexo Serra dos Quintos		Biotita gnaïsse, biotita e/ou hornblenda xisto, gnaïsse arcoseano, muscovita-biotita/gnaïsse, calcário cristalino, quartzito, itabirito, tactito com intercalações de ortoderivadas não-individualizadas	Augen gnaïsses. Ortognaïsse-tonalítico - granodiorítico-granítico
Arqueano	Grupo Caicó	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaïsses, ortognaïsses, biotita-gnaïsses, gnaïsses, migmatizados, migmatitos, rochas graníticas e afins, gabros, intercalações de calcário cristalino, anfíbolitos e leptinitos;	

Fonte: Adaptada de Dantas & Caúla (1982) e Ferreira (1998).

2.3 Unidades litoestratigráficas

2.3.1 Complexo Gnaíssico-Migmatito

Estratigraficamente o embasamento corresponde ao Complexo Gnaíssico-Migmatítico e ao Grupo Caicó de Ferreira & Albuquerque (1969). Trata-se de uma seqüência migmatizada, polifasicamente deformada, onde os termos tonalíticos evoluem para as rochas granito-granodioríticas, provavelmente por diferenciação magmática. Esta unidade basal sobre o qual repousam os metamorfitos do Grupo Seridó, está exposto nos anticlínios de Santa Luzia e serras dos Quintos. Ela é constituída por um conjunto de migmatitos heterogêneos associados a migmatitos homogêneos, granitóides e granitos pegmatóides e granitos com tendência migmatítica. No conjunto engloba suítes plutônicas (\pm supracrustais) de diferentes gerações. Ocorrem zonas de gnaisses migmatizados com níveis anfibolíticos, biotita-gnaisses e áreas da biotita-hornblenda-ortognaisses de composição granito-granodiorítica migmatizados, com feição geomorfológica onde grandes massas, inselbergs, ressaltam na topografia, constituindo o embasamento da região. Os biotitas gnaisses migmatizados, tem duas faixas, com direções NE-SW e E-W. Estas faixas mostram um relevo arrasado, suavemente ondulado e são melhores observadas em pequenos cortes nos leitos de alguns pequenos riachos. Os ortognaisses têm composição granito-granodiorítica e secundariamente por biotita-gnaisses e intercalações de anfibolitos e leptinitos, tem pequena ocorrência na região, e afloram na parte norte, na peniplanicie de Patos,

2.3.2 Complexo Serra dos Quintos

O Complexo Serra dos Quintos é sugerida para individualizar parte do Complexo Caicó, definido por Torres e Andrade apud Ferreira (1998). Litologicamente é constituído por biotita gnaisses, biotita e/ou hornblenda -xisto, gnaisse arcoseano, muscovita-biotita/gnaisse, calcário cristalino, quartzito, itabirito,

tactito com intercalações de ortoderivadas não-individualizadas (ortognaisses, quartzos-feldspáticos).

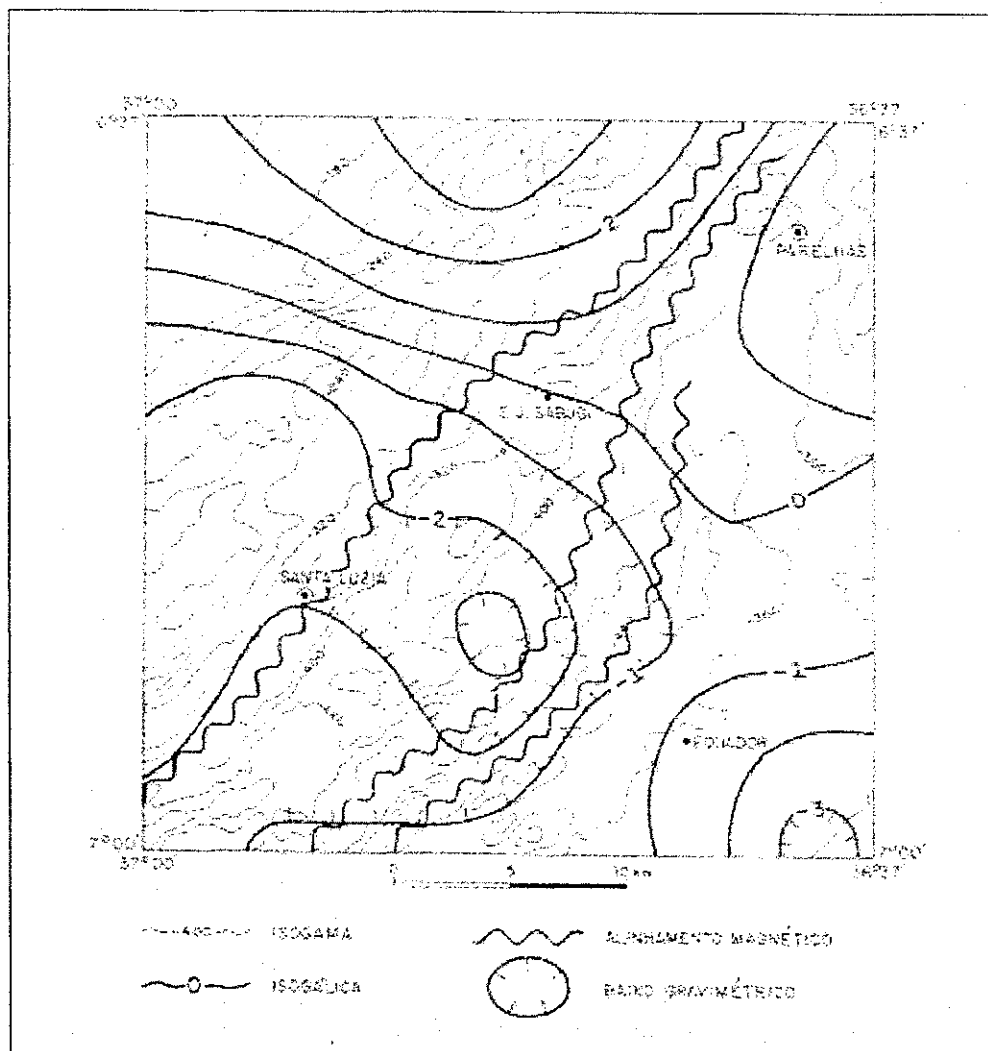
Sua maior área de exposição está à leste da cidade de Santa Luzia. Pequenas representações afloram nas proximidades da Serra da Formiga, Sul de Florença no Rio Grande do Norte. Os contatos destas unidades com as demais são aparentemente normais e/ou tectônico.

Na região leste da Serra da Formiga ocorrem seqüências mais pelíticas freqüentemente mais aluminosas. Intercalações de quartzitos ferruginosos, e itabiritos calcários e anfibolitos são observados nas duas áreas de ocorrência.

Os ortognaisses estão representados pelos granitos intrusivos deste complexo, com idade (Rb/Sr) em torno 1000 M.a. (Scheider & Ferreira, 1991). Os ortognaisses têm distribuição irregular e ocorrem principalmente na proximidade da cidade de Santa Luzia -PB . Os contatos são bruscos aparentemente concordantes e subconcordantes. Os ortognaisses têm coloração cinza-amarelado, estrutura porfiroblástica orientada. Os ortognaisses quartzo-feldspáticos ocorrem preferencialmente no Domínio da Formação Seridó

O complexo Serra dos Quintos foi submetido a eventos tectônicos do Proterozóico Médio e Superior que marcaram fortemente as características das deformações transamazônica principalmente na região de Santa Luzia - São José do Sabugi. Nesta região encontra-se incluído no Sistema de Dobramento Seridó, sob a forma de uma janela estrutural. As estruturas mais conspícuas representadas por uma foliação NE-SW possuem tendência à verticalização e estiramento mineral de baixo rake.

Nas proximidades da Serra da Formiga apresenta um trend onde predomina a direção NW-SE. Possível relíquia do tectonismo do proterozóico inferior. Na região leste de Santa Luzia apresenta anomalias gravimétricas negativas e anomalias magmáticas (Ferreira, 1998). Isto pode ser atribuído aos ortognaisses com níveis quartzos-ferríferos e aos metassedimentos com intercalações de quartzitos ferruginosos, Itabiritos e anfibolitos. Associadas aos ortoderivadas observam-se anomalias radiométricas (Fig. 6).



Fonte: Projeto Seridó & Moreira et al (1989) apud Ferreira (1998).

Figura 6 – Superposição de dados gravimétricos e magnetométricos na região de Santa Luzia - PB.

2.3.3 Grupo Seridó

De acordo com Ferreira & Albuquerque (1969) o Grupo Seridó está dividido basicamente em três formações (Jucurutu/Equador/Seridó), admitindo-se ainda, a Formação Ipueira, cronocorrelata à Formação Jucurutu e de representação bastante restrita.

A Formação Jucurutu é constituída por paragnaisses com biotita \pm epidoto \pm anfíbolio. Frequentes intercalações de mármore, calciossilicáticas e paraanfíbolios. Também ocorrem níveis de quartzitos e metaconglomerados (na ou próximos à

parte basal), ortoanfibolios (metavulcânicas básicas a intermediárias de afinidades transicional a toleítica), serpentinitos, formações ferríferas e micaxistos aluminosos. Feições de migmatização podem estar presentes.

Segundo Brito Neves foram realizadas datações geocronológicas nas rochas vulcânicas, a partir de U/Pb em zircão, formaram uma idade de 1700 M.a., para a formação de Jucurutu. Esta formação encontra-se na porção Centro-Norte da área de pesquisa, onde predomina gnaisses intercalados com lentes de calcários cristalinos ou em associação táticos sheelitíferos, onde ocorrem depósitos minerais.

A Formação Ipueira definida por Rocha (1986) tem uma área de exposição localizada nos arredores da cidade de Ipueira-RN, com sua secção-tipo na estrada Ipueira-RN - São Mamede-PB. Os contatos com as unidades mais antigas ocorrem através da Zona de Cisalhamento Transcorrente e bruscos com rochas plutônicas mais recentes. Observa-se uma associação biotita gnaisses e gnaisses quartzo-feldspáticos com intercalações de anfibolitos, calcários cristalinos calciossilicáticas, formações ferríferas e rochas metavulcânicas. Esta associação distingue-se da Formação Jucurutu por apresentar uma alternância de biotitas gnaisses e quartzos-feldspáticos. As deformações são representadas principalmente pela orientação dos porfiroclastos e uma foliação originalmente de baixo ângulo com mergulho para SE, correlata a um regime tangencial, retrabalhado pela transcorrência brasileira.

Formação Equador é constituída basicamente, por quartzitos puros, muscovíticos ou feldspáticos, com fácies arcoseanas ou conglomeráticas, com turmalina \pm sillimanita, e níveis ferruginosos ou ricos em \pm granada subordinadas, intercalações de metaconglomerados mono ou polimictos, além de micaxistos e calciossilicáticas.

Os quartzitos mostram habitualmente uma coloração branca, foliação bem desenvolvida granulação média e fina, textura equigranular. Os metaconglomerados com matriz de coloração cinzenta a esverdeada, predominante quartzosa, localmente arcoseana possuem foliação pouco desenvolvida e uma forte

lineação de estiramento NNE-SSW, representada pelo alinhamento do eixo maior dos seixos (elipsóide tipo prolato) atribuída à fase de deformação mais recente.

A Formação Seridó é constituída por micaxistos aluminosos a feldspáticos, com ocorrência e percentagem variável de granada, cordierita, estauroлита, sillimanita, andaluzita e, raramente, cianita. Exibem migmatização em alguns setores, intercalações restritas de mármore, calciossilicáticas, quartzitos, metaconglomerados polimictos e ortoanfíbolios (metavulcânicas básicas de afinidades toleítica). É constituída por uma sequência pelítica, com variações para psamítica e carbonática. A sequência pelítica é representada por granada-biotita xisto, localmente com elevado teor de feldspatos com quartzo e sillimanita. Podem ocorrer nódulos de cordierita, com seção elíptica, cujo eixo maior atinge até 20 cm, orientados segundo a direção NNE-SSW (direção de extensão de deformação brasileira). Ocorrem ainda biotita-xisto e biotita-gnaisses.

Na sequência psamítica ocorrem mucovita-quartzitos intercalados na sequência pelítica. A sequência carbonática é representada por pequenas lentes de rochas calcissilicáticas intercaladas nas granada-biotita xisto e calcário cristalino de cor esbranquiçada, intercalações anfíbolíticas, quase sempre nas imediações da sequência carbonática (Ebert, 1966).

2.3.4 Suíte dos Granitóides

Os Granitóides brasileiros correlacionados aos definidos por Almeida (1967,1968), cujas idades determinadas variam entre 470 M.a a 600 M.a. Petrograficamente esta suíte estão representados por diversas associações tais como: diorítica-tonalítica-granodiorítica; diorítica-gabróica-norítica; diorítica-granodiorítica-granítica; sienogranítica e pegmatítica.

As rochas grabroicas-dioríticas ocorrem principalmente intrudidas nas unidades do proterozóico inferior e do arqueano. A oeste da cidade de Santa Luzia ocorrem corpos sienograníticos de granulação fina leucocráticos, equigranulares e isotrópicos. Datações geocronológicas realizadas nas litologias desta suíte, cujo embasamento é conhecido como controlado pela terceira fase de deformação do

Grupo Seridó (regime transcorrente), determinaram idades variando de 550 a 660 Ma. (Laterrier *et al* apud Ferreira (1998). Deste modo trata-se de uma associação posterior a diorítica-tonalítica-granodiorítica.

2.3.5- Formação Serra dos Martins

É constituída por um capeamento pouco espesso sobreposto a rochas pré-cambrianas, formando mesas de contornos irregulares, com escarpas abrupta e revinadas, com cotas em torno de 650m. Ocorrem entre Santa Luzia e Junco do Seridó. Esta unidade é formada por arenitos argilosos e caulínicos e conglomeráticos, avermelhados e amarelados, com níveis pelíticos locais, com grãos de quartzo subangulares a arredondados, associados a sistemas fluviais.

2.3.6 Coberturas Elúvio – Coluviais

Estão representadas a SE da área, na proximidade de Junco do Seridó, sob a forma de mesetas dissecadas nas bordas das superfícies aplainadas. Estas coberturas são caracterizadas pelos solos, normalmente arenosos. São constituídas por areia esbranquiçada e cascalho mal selecionado, tendo na base, horizontes conglomeráticos no contato com o embasamento. Os grãos de quartzo se encontram subangulosos a subarredondados e os grãos de feldspato submilimétricos parcialmente caulinizados, associados aos sistemas fluviais.

2.3.7 Aluviões

Ocorrem nos cursos dos rios. São formados por areia e cascalhos, constituídos predominantemente por quartzo, feldspato e mica, em menor quantidade granada, ilmenita, epidoto etc, com intercalações pelíticas, associados aos sistemas fluviais.

2.4 Geologia Estrutural

De acordo com Hackspacher *et al* (1986), o Grupo Seridó foi afetado por quatro fases de deformações e metamorfismo. A primeira afetou o acamamento S_0 e possui trend predominantemente NE-SW. O metamorfismo associado é da fácies anfíbolito a xistos-verde superior com a formação de biotita, granada estauroлита e hornblenda. A Segunda de maior penetratividade na região é representada por uma forte foliação de plano axial associada a dobras recumbentes com trend NE-SW (podendo variar para NW-SE) e vergência para NNW. Os empurrões dirigidos para NW tais como da Serra dos Quintos, Serras das Umburanas, etc, provavelmente foram desenvolvidos durante esta fase, cujo metamorfismo caracteriza-se pelas fácies anfíbolito de pressão baixa a intermediária. Sua paragêneses é idêntica a do primeiro, acrescida de cordierita e cianita. A terceira constitui o evento mais importante no modelamento da área especialmente no domínio da Faixa de Dobramento Seridó e suas direções variam de inclinadas a verticalizadas com eixos Subhorizontais paralelos a direção da extensão (NNE-SSW). A foliação varia de uma forte xistosidade de transposição a uma leve crenulação é, a fácies metamórfica associada é anfíbolito a xisto-verde. A Quarta é última fase de deformação é de baixa penetratividade tratando-se de uma clivagem de fraturas com trend NW-SE. A fácies metamórfica associada é xisto-verde.

A fase de atividade pegmatóide, com filões orientados segundo duas direções preferenciais: uma, concordante com a estrutura regional NE-SW, e a outra discordante, com direção NW-SE.

Estruturalmente as rochas pré-cambrianas da região mostram-se intensamente dobradas, com disposição geral NNE-SSW, constituindo um sistema de dobramentos apertados e assimétricos, recortado por extensos falhamentos e são marcados pela presença de maciços granitóides. Os falhamentos principais são longitudinais às direções axiais dos dobramentos, com movimentos direcionais associados a movimentos inversos e normais, que caracterizam estas falhas como de rejeito múltiplo (falha da sinclinal do riacho dos Quintos). Esta zona de falha

possui planos próximos a vertical e estão provavelmente associado a plano axiais de dobramento.

Fenômenos de redobramentos são observados em alguns gnaisses bandados da Formação Jucurutu a leste de Santa Luzia. O bandamento gnáissico (Sn) impresso nos litótipos do embasamento representa a deformação mais antiga (Dn), cujo metamorfismo comumente alcançou a isógrada da anatexia. Com efeito, a superfície Sn, a exemplo de outras áreas do embasamento no Nordeste, tem sua postura e refoliação atribuídas às deformações proterozóicas.

As rochas plutônicas são intrudidas no Complexo Gnáissico-Migmatítico, de composição variada, ostentando diversos Graus de deformação, conservando, às vezes, suas feições ígneas originais.

No extremo sul da área observa-se um trend regional E -W a NE – SW, que foi desenvolvido por um evento tectônico de caráter transcorrente dextrógiro que culminou com a inflexão estrutural que é resultado do grande falhamento Tatajuba-Malta, zona de cisalhamento, que é conhecido como o segmento Setentrional do Lineamento de Patos. Essas estruturas representam a última fase de deformação dúctil transcorrente dextral (D3). As duas primeiras (D1/D2) estão associadas a uma tectônica tangencial de baixo ângulo, que imprimiu originalmente um estilo de dobras recumbentes, responsáveis pelo modelamento atual da região, acompanhada de plutonismo granitóide. A fase D3 está marcada por dobramentos de planos axiais verticalizados ou inclinados. Os sucessivos eventos tectônicos foram acompanhados por metamorfismo regional que alcançou a fácies anfíbolito alto.

Estudos realizados por Jardim de Sá (1978,1981, in Silva 1982) mostram que as faixas de dobramentos, são constituídas por seqüências metapelíticas e metapsamíticas, caracterizadas pela marcante linearidade dos elementos estruturais, como resultado de uma evolução polifásica de deformação. Em alguns granitóides pelo menos 3 fases importantes de deformação foram registradas (F2, F3 e F4), as quais estariam ligados os granitos (G2.G3 e G4). A fase de deformação F1 é reconhecida nesses complexos. associada a um metamorfismo de alto grau e por intrusões graníticas do tipo G1.

Segundo Brito Neves *et al.*, (1995). A Província da Borborema, com seu leque de estruturas chegando diagonalmente à linha de costa é consequência do movimento direcional de seus "shear belts", provavelmente no processo de extrusão (escape tectonics) tardio (540 – 520 M.a).

2.5 Feições Geológicas Lineares

Um dos principais desafios da geologia econômica é a garantia e a descoberta de recursos naturais, tradicionalmente realizadas através da prospecção geofísica e geoquímica. Além das suas indiscutíveis vantagens, ambos programas e projetos têm suas restrições, quando se trata de procura e execução em áreas de grande extensão (sobrevoadando áreas com concentrações limitadas de mineralizações, muitas das anomalias são insuficientes para os aparelhos de prospecção geofísica detectá-las, necessitando projeto de prospecção geoquímica) Por sua vez a prospecção geoquímica, apesar de ser exata e de grande sensibilidade, necessita de uma equipe ampla, traz custos bastante elevados e exige muito tempo.

A integração de técnicas de Sensoriamento Remoto e suas interpretações oferecem um instrumento, adicional, de excelente aplicação, que tem como grande vantagem. a existência de imagens de Satélite Landsat e em muitos casos de imagens de Radar da superfície do nosso planeta.

Sensoriamento Remoto é uma ferramenta que pode ser empregada em várias áreas de conhecimento. No campo da geologia esta técnica vem colaborando para estudos de investigação e subsequente exploração dos recursos naturais disponíveis na superfície da terra. A superfície da terra é composta por vários tipos de elementos relacionados entre si. A análise desses elementos significa a chave do conhecimento geológico, e entre eles estão: feições geomorfológicas; expressões topográficas; unidades litológicas; tipos e distribuição das rochas; produtos de erosão e deposição; diversos padrões estruturais, morfologia, etc.

As técnicas de Sensoriamento Remoto tornaram-se ao longo dos anos imprescindíveis para a exploração dos recursos minerais: Entre algumas aplicações pode-se citar: distribuição dos depósitos minerais; detecção das províncias metalogenéticas, localização de feições estruturais e alvos favoráveis para exploração mineral.

Com técnicas de Sensoriamento Remoto é possível, em ampla escala, obter informações estruturais e litológicas de maneira bastante eficaz, de baixo custo. Referindo-se à sua aplicação prática na procura de recursos naturais, observamos uma forte conexão entre lineamentos e mineralizações. Em outras palavras: a descoberta e interpretação desses lineamentos podem levar, de maneira eficaz, à descoberta de novos recursos minerais.

2.5.1 Características das Feições Lineares

Nas últimas décadas houve um crescente interesse no estudo (interpretação) das feições lineares denominados lineamentos, com o desenvolvimento das técnicas de sensoriamento remoto. Hobbs apud Soares (1982), introduziu o termo Lineamento na geologia, mais com o aparecimento de Imagens de Satélites, Radar e fotografias aéreas obtidas por aviões, começou a surgir uma terminologia conflitante, que passaram a ser utilizados em trabalhos geológicos, tais como: feição linear, lineação, alinhamento e lineamento. Soares *et al.*, (1982) conceituou estes termos, para uso da imagem. feição linear: é um arranjo linear de elementos texturais de imagens; lineação: é uma feição linear retilínea ou arqueada, individual, traçáveis na imagem; alinhamentos: é arranjo alinhado retilíneo ou arqueado de formas na imagem.

O' Leary *et al* (apud Chiang, 1984), introduziu modificações no termo lineamento: e o definiu como uma feição linear mapeável, que reflete um fenômeno da subsuperfície terrestre, cujas partes estão alinhadas em um arranjo retilíneo ou suavemente curvilíneo, e diferem distintamente dos padrões das feições adjacentes. Entretanto, têm-se observados lineamentos fortemente curvilíneos que são denominados de curvilineamente (O' leary op. cit).

Em 1978, Sabins *apud* Chiang (1984), redefiniu o termo lineamento como sendo “feições lineares da superfície da terra, podendo ser causados pelo relevo ou por contrastes tonais. As feições lineares observadas no terreno podem ser formadas por quebras dentro de uma unidade uniforme.”

Para Chiang (1984), Os lineamentos podem ser observados com um reconhecimento das feições naturais lineares da superfície: vales, cristas e escarpas retilíneas, segmentos retilíneos de drenagem depressões ou lagos alongados, descontinuidades retilíneas de terrenos textualmente distintos, feições tonais lineares, etc. São expressões geomórficas que podem ser características dos lineamentos.

Um lineamento tonal pode ser o limite retilíneo entre áreas de níveis de cinza contrastantes, ou mesma faixa destacada sobre um fundo uniforme. Diferenças na vegetação, teor na umidade ou na composição de solos ou rochas pode haver contrastes tonais. Deste modo Sabins (*Op. cit*) definiu o termo lineamento como “uma feição linear topográfica ou tonal no terreno e nas imagens e mapas, que podem representar uma zona de fraqueza estrutural”.

Os lineamentos identificados em imagem são expressão topográfica bidimensional de uma estrutura tridimensional presente na sub-superfície. Deste modo, os lineamentos podem ser positivos (altos) ou negativos (baixos topográficos). Em algumas ocasiões os lineamentos positivos podem ser confundidos como negativo, dependendo das condições de iluminação solar e do azimute do sol. Para se confirmar a verdadeira expressão topográfica é aconselhável orientar a imagem na mesma direção em que foi tomada, com a direção da elevação solar (Amaro *et al*, 1994).

A análise das feições geológicas nas imagens orbitais sempre revela estruturas retilíneas, com comprimento e direções variadas. As relações entre o comprimento, a direção e a característica dos lineamentos na crosta terrestre, são objetos de pesquisa analítica, que requerem análises precisas por sua complexidade (Chiang, *op. cit*). Os lineamentos podem ser analisados por: diagramas de rosetas indicando o número total ou frequência ou o comprimento acumulado dos lineamentos nas várias direções, onde se obtém os “trend”

estruturais da área; histograma, a partir do número total ou comprimento acumulado versus azimute dos lineamentos, são também utilizados para identificar as direções estruturais dominante de uma região; e através da tabulação com as características dos grupos de lineamentos (número, direção, comprimento). Conforme os resultados obtidos com a análise dos diagramas ou histogramas, é possível identificar, os principais grupos destas feições retilíneas.

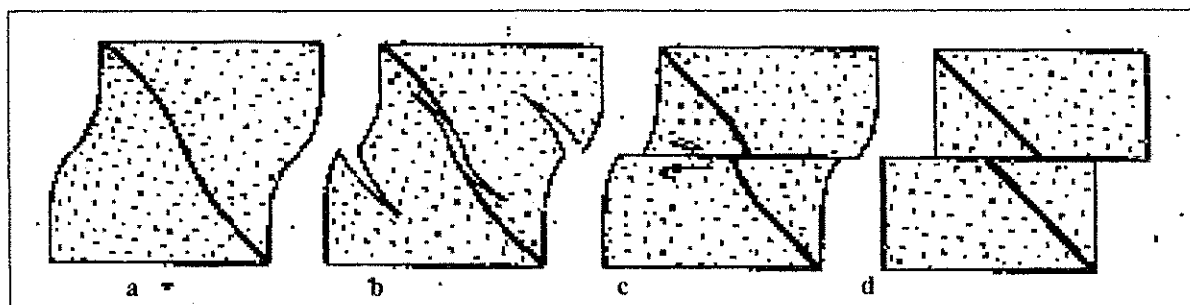
Segundo estudo da gênese e natureza dos lineamentos e de suas expressões, concluí-se que: alguns lineamentos ocorrem paralelos às direções dos sistemas de falhas ou paralelos aos sistemas regionais de fraturas. É possível que diversos lineamentos representem falhas não identificadas anteriormente, e outros correspondem a linhas de erosão ao longo de direções de foliação ou contactos entre rochas do embasamento cristalino; A maioria dos lineamentos tem sua provável origem desconhecida, embora representem uma quebra ou fratura na superfície terrestre.

Vicent *et al* (1979), verificaram na região de Tachira (Venezuela), que exibia um "Trend" regional dos lineamentos, com direções preferenciais NNE-SSE; ENE-WSW e NNW-SSE, e com feições estruturais circulares como bons alvos para ocorrência de minerais. Baker *et al*, (1984) demonstraram que nos Andes Centrais, os lineamentos com feições circulares, são portadores de grandes variedades de depósitos minerais. Taylor (1984), relatou que os lineamentos retilíneos e feições circulares coincidem com ocorrência de mineralizações na Faixa de Dobramento Lachlan. Estudos realizados nos lineamentos na Bacia de Benue (Nigéria) foram detectados duas direções principais NW-SE e NE-SW e também foram identificados feições circulares, com mineralizações, ocorrendo associadas à falhas e fraturas (Isiorho, 1985). Ocorrências minerais em toda área do Centro-Oeste de Utah são documentadas por lineamentos e feições estruturais circulares que estão associadas a depósitos minerais (Marston *et al*, 1982). Ananaba (1987), pesquisando os lineamentos relatou que existia uma direção preferencial NE-SW destas feições, com tendências tectônicas N-S. Este padrão de lineamentos foi observado em vários continentes, particularmente nas áreas onde predominam o período pré-Cambriano (Castaing *et al*, 1997) Estudos realizados no Sudeste do País confirmam que os grandes lineamentos (falhamentos transcorrentes), têm

direção NE-SW, como a zona de transcorrência de São Paulo, onde também foram observados "Trend" estruturais com outras direções: N-NE, E-W e NNW-SSE. Kezberg (1991), investigando as estruturas lineares a NE da China, constatou falhas em quatro expressivas direções: NE, NNE, NW e aproximadamente E-W. As falhas com direção NE apresentam zona de mineralizações ferríferas, enquanto algumas estruturas circulares estão fortemente associadas a depósitos de ferro. Segundo Mussakowski *et al.*, (1993) na Província de Michipicoten Belt (Canadá) as rochas supracrustais são cortadas no sentido NW-NE por diques de diabásio que preenchem falhas e fraturas. As ocorrências de ouro encontram-se associados a veios de quartzo hospedados em zonas de falhas e fraturas.

2.5.2 Comportamento dos Maciços Rochosos

Pode-se considerar genericamente o comportamento das rochas dependendo da profundidade e pode ser classificado em: rúptil, com formação de descontinuidade: rúptil-dúctil, com formação de descontinuidades e algum fluxo plástico: dúctil-rúptil, com fluxo plástico e formação de algumas descontinuidades e dúctil, caracterizado pelo fluxo plástico. (Fig. 7).



Fonte: Hasui & Costa (1988).

Figura 7 – Diferentes processos de deformação: dúctil(a), dúctil-rúptil(b), rúptil-dúctil(c) e rúptil(d).

Os fatores que favorecem o comportamento dúctil das rochas são: temperatura e pressão hidrostática alta, taxa de deformação baixa e fluidos presentes, já os que favorecem ao comportamento rúptil são: temperatura e pressão hidrostática baixa, taxa de deformação com alta velocidade e fluidos ausentes.

Para Sibson (*apud* Hasui & Costa, 1988) o comportamento rúptil estende-se até 10-15 Km de profundidade, sendo nos primeiros 1-4 km fragmentos incoesos, e produtos de fragmentação coesos abaixo de 4 Km. Esse comportamento passa transicionalmente para zona dúctil após 15 Km com temperatura variando em torno de 250-300° C, capazes de transformações metamórficas.

Considera-se que as fases sismológicas indicam que os hipocentros de zonas distensivas nas áreas continentais atingem uma profundidade de até 15 km, chamada de crosta sísmica, rúptil ou superior e abaixo dela como crosta assísmica, com comportamento dúctil (Jackson, *apud* Hasui & Costa *op. cit.*).

Em níveis crustais profundos as estruturas resultantes de deformação, são geralmente as dobras, enquanto em níveis crustais rasos as estruturas mais comuns são as fraturas e falhas. O comportamento dúctil das rochas durante a deformação resulta nas dobras, foliação e lineação e o comportamento rúptil resulta nas juntas e falhas.

2.6 Geoestatística

A geoestatística desenvolvida inicialmente por Matheron (entre 1957-65), visando a solução de problemas de estimação de reservas, é um método topoprobabilístico e a posição espacial (coordenadas x, y, z) das observações para estudos. Um dos importantes problemas relacionados com a aplicação da estatística à geologia é o que diz respeito ao estudo do comportamento espacial de variáveis que assumem valores definidos para cada ponto no espaço. Isso ocorre em sedimentologia, estratigrafia, geologia estrutural, hidrologia, geoquímica, fotointerpretação, sensoriamento remoto, geologia econômica, quando da estimação do teor médio de um minério e do controle de qualidade de uma mina.

Quando se utiliza a estatística clássica para representar as propriedades dos valores amostrais, assume-se que os valores são realizações de uma variável casual. As posições relativas das amostras são ignoradas, e presume-se que todos

os valores amostrais tenham a mesma probabilidade de serem escolhidos. Em mineração isso significa que zonas de enriquecimento poderão ser ignoradas, pois o fato de que duas amostras retiradas de pontos adjacentes e que devem provavelmente apresentar valores similares não é levado em consideração. Por outro lado à estatística, dita espacial, considera que os valores amostrais são realizações de funções casuais. Neste caso o valor de uma amostra é uma função de sua posição no depósito e é levada em consideração a posição relativa das amostras. Isso significa que a similaridade entre valores amostrais é quantificada em função da distância entre amostras e tal relação representa o fundamento da estatística espacial.

Assim por exemplo, amostras retiradas de um corpo de minério a diversos intervalos mostrarão um teor médio e uma distribuição de valores de forma mais ou menos simétrica em relação a essa média, caso não exista a preocupação de localizar espacialmente as amostras. Existindo essa preocupação, um gráfico poderá ser construído, no qual os teores serão colocados em ordenada e os respectivos pontos de amostragem em abscissa. Tal gráfico evidenciará, então, que a correlação não é linear e que a variação em teor aumenta conforme aumenta o próprio teor do corpo do minério. Em outras palavras, nas partes mais ricas do filão as mudanças de valores são bem maiores do que a variação total dos valores nas regiões mais pobres. Isso significa que as mudanças quanto ao teor ocorrem exponencialmente com a distância e que a variância é heterocedástica. Além disso tem-se verificado que a variância das amostras de minério é inversamente relacionada com o tamanho, isto é, declina conforme aumenta o volume do minério amostrado.

A geoestatística desenvolvida por Matheron foi bastante influenciada pelos pesquisadores da África do Sul, principalmente o Engenheiro de Minas D. G. Krige e o estatístico H. S. Sechel que desenvolveram empiricamente uma metodologia própria Estimação que posteriormente recebeu o tratamento formal do grupo liderado por Matheron, na França, que a definiu como geoestatística. Com a consolidação da geoestatística, surgiram outros pesquisadores da Teoria de Matheron como Carlier (1964); Serra (1967), Marechal (1970), A.G. Journel e C.J.

Huijbregts (1974 e 1978), M. David (1977), Clark (1979), Valente (1982) entre outros.

A geoestatística surgiu da necessidade de se encontrar novas ferramentas matemáticas que permitissem estudar os fenômenos geológicos, cuja complexidade (multidimensionalidade, anisotropia, não estacionalidade, tendência e correlações espaciais) não permitiam um tratamento eficiente pela estatística clássica das variáveis independentes (aleatórias). A diferença que existe entre a função estatística clássica e geoestatística é que: os métodos da estatística clássica tratam as variáveis como se tivessem valores independentes ou variáveis aleatória do local ou do momento de amostragem, enquanto que a geoestatística, está baseada na teoria das variáveis regionalizadas, que são variáveis cujos valores são relacionados com a posição espacial que ocupam, portanto, que possuem aspecto aleatório e espacial. A estimativa de reservas de um depósito mineral através da Estatística Clássica está baseada na teoria das probabilidades, ou seja, no estudo das variáveis aleatórias.

A geoestatística tornou-se uma ciência moderna que vem sendo incorporada na rotina de trabalho das empresas de geologia e mineração, na pesquisa mineral e tem mostrado de grande utilidade para minimizar os altos riscos associados aos empreendimentos do setor, isto porque os recursos minerais estão cada vez mais escassos e mais difíceis de serem atingidos. O Método fornece uma série de ferramentas para melhor se obter proveito da informação disponível, visando à redução de questões específicas em diferentes etapas de um projeto mineiro, tais como: seleção de áreas, prospecção mineral, pesquisa mineral, otimização da lavra, programação da lavra, acompanhamento da lavra, controle de amostragem e controle ambiental (Guerra, 1988).

Os métodos estatísticos e geoestatísticos não podem ser ignorados quando se está fazendo uma pesquisa mineral. A combinação do conhecimento geológico com o conhecimento estatístico já foi criada por especialistas. Resta, pois utilizá-las de modo a oferecer a indústria mineral um contínuo e coerente arcabouço de informações da mais alta confiabilidade (Grossi Sad. 1986).

A geoestatística pertence ao domínio da estatística aplicada e descreve e analisa matematicamente as observações geológicas, em especial na área de pesquisa mineral. Para isso, foram desenvolvidos modelos matemáticos; os mais simples pressupõem distribuição aleatória dos valores e permitem a aplicação dos métodos "clássicos" da estatística, que exigem que os dados exibam distribuição normal ou gaussiana (estatística paramétrica), ou pela distribuição lognormal. Trata-se de modelos matemáticos mais simples que, através de combinação, podem ser somados, originando modelos mais complexos. Os resultados dos cálculos paramétricos e geoestatísticos são, na maioria dos casos, satisfatórios. Porém, é freqüente não atingirmos uma solução "ótima". Os métodos não paramétricos (mediana e os quartis) independem da lei de distribuição e baseiam-se em um tratamento de dados organizados em seqüência crescente, de tal modo que cada valor é representado por um número que caracteriza o seu lugar na seqüência.

A geoestatística está baseada na teoria das variáveis regionalizadas – trata-se de uma variável dependente, com aparente continuidade, representada por funções numéricas ordinárias que assumem um valor definido a cada ponto no espaço, que possui além do caráter aleatório (os valores numéricos podem variar de maneira irregular e imprevisível de um ponto para outro) e matematicamente descreve um fenômeno natural. No campo da prospecção mineira tais variáveis podem ser: o teor médio de um minério, a espessura de uma camada estratigráfica, o azimute de mergulho de uma camada, o azimute de direção de camada, o azimute de direção de falhas e fraturas, a espessura de um veio metalífero, a profundidade do lençol freático, a relação entre teores (CaO/MgO em depósitos de calcários), a profundidade de uma mineralização, variação geoquímica de um determinado elemento no solo, etc. Qualquer variável regionalizada é caracterizada simultaneamente pelo fato de ocorrer em um campo geométrico (corpo de minério) e ter um certo suporte geométrico (volume de uma amostra para ensaio). Além disso, apresenta os seguintes atributos : localização, continuidade, anisotropia e transição (Landim, 1998).

Grossi Sad (1986), afirma que o conhecimento da morfologia dos corpos mineralizados é de grande importância para investigação, não só sob o ponto de

vista genético mais especialmente, sob o ponto de vista da estimativa de reservas. A variação morfológica constitui um conhecido controle de mineralização. Os elementos que definem o posicionamento dos corpos geológicos incluem a direção e os mergulhos para corpos tabulares e equidimensionais e o rumo e o caimento para corpos alongados. Estes elementos variam, do mesmo modo que um dos parâmetros definidores da forma (a espessura), e a variação se faz de modo mais ou menos acentuado, em função do processo genético.

A estrutura dos corpos mineralizados compreende o conjunto de elementos que definem a morfologia e a localização dos depósitos minerais, por se posicionar de uma certa maneira em relação à estrutura, adquire uma forma peculiar. Torna-se, portanto de grande importância prática o estabelecimento da estrutura dos corpos mineralizados. A localização dos depósitos endógenos (e, em parte, dos exógenos) resulta da interação entre fatores físico-químicos (fonte, concentração, temperatura, pressão e taxa de escoamento das soluções mineralizantes) e aspectos estruturais (avenidas de acesso ou percolação das soluções). Interessa no presente contexto, examinar os aspectos estruturais.

Newhouse (*apud* Grossi Sad *op. cit.*), atribuiu grande importância ao estudo de falhas ou fraturas na localização de depósitos minerais e, conseqüentemente, a importância de aspectos tais como dobras, tipos diferentes de rochas, contatos, falha pretéritas etc., que podem causar desvio, partição, brechamento de uma influência que favoreça a falha ou porção dele, constituindo então em foco que induz à mineralização. Segundo o citado autor, tem-se as seguintes situações para depósitos endógenos:

A) Depósitos de preenchimento de aberturas associadas a falhas, fissuras ou fraturas.

- a) Fraturas tensionais, originadas em regiões dobradas, com a tensão produzindo aberturas: como parte de esquema de fraturas; como porções ao longo de falhas de cisalhamento que, localmente, desviam-se na direção da ruptura tensional e, ainda, como regiões tensionadas de dobras, em especial, normalmente aos seus eixos, (que são as mais freqüentes portadoras de preenchimentos). Rupturas tensionais

produzem também as gretas de contração de rochas ígneas sob resfriamento. Exemplos incluem veios em Butte, Montana (USA), Matachewan, Ontário (Canadá), etc.

- b) Curvatura de falhas aparecem quando falhas atravessam contatos de rochas fisicamente dissimilares, criando aberturas disponíveis para o movimento de soluções.
- c) Fraturas de cisalhamento que cortam os contatos de rochas fisicamente diferentes.
- d) Deflexões ao longo de falhas normais e reversas, criando espaço para mineralização. A situação é rara.
- e) Deflexão de falhas em dobras. Em Bendigo, Austrália, porções das falhas reversas nos flancos dos anticlinais coincidem com o acamamento.
- f) Deflexões de uma falha que corta outra falha.

B) Depósitos associados a interseções de fraturas.

Tem sido observada a existência de depósitos na intersecção de feições estruturais, envolvendo rocha favorável, dobras, contatos, falhas ou fraturas, com geração de veios. Citam-se, por exemplo, depósitos de ouro em Porcupine, Ontário (Canadá), filões de sulfetos de Pb – Zn em Gaspé Bay Area, Quebec (Canadá), etc.

Levando-se em conta que os fenômenos naturais não podem ser tratados como fenômenos aleatórios, surgiu a necessidade de encontrar novas ferramentas matemáticas que permitam estudar de modo sintético as variáveis regionalizadas. A partir daí desenvolveu-se a geoestatística que utiliza como principal instrumento de estudo das variáveis regionalizadas, a função variograma (Fig.8):

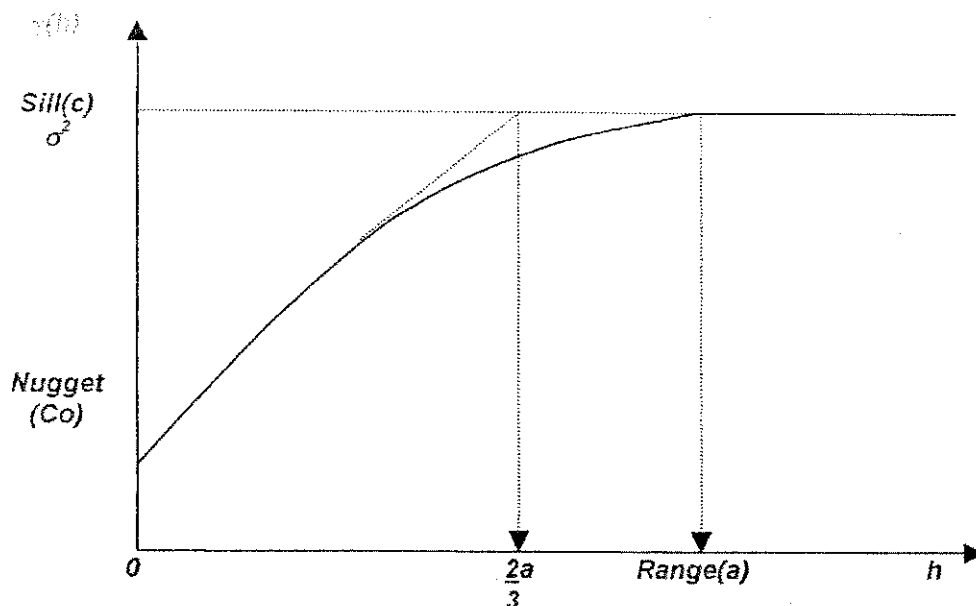


Figura 8 – Modelo típico de variograma.

O variograma é usado para descrever a correlação entre classes (ou alguma outra característica) em um depósito de minério. Uma medida da similaridade entre classes (covariância entre duas classes) para uma distância h são obtidas. Isto é repetido pra todas as amostras que estão a uma distância h ao se efetuar a diferença da média quadrada entre os valores calculados.

Essa medida de similaridade é chamada gamma (h) ou $\gamma(h)$. Esses valores são traçados em gráficos cartesianos $x - y$, tendo o eixo das abcissas a distância h , e o eixo das ordenadas $g(h)$. O variograma é obtido em diferentes direções no sentido N-S, E-W, NE-SW e NW-SE.

Para Guerra (1988) a análise estrutural se consegue através do variograma, que tenta ser capaz de extrair da aparente desordem dos dados amostrados, uma imagem da variabilidade dos mesmos, e é uma medida de correlação existente entre os valores tomados em 2 pontos do espaço

O variograma em termos práticos é a ferramenta matemática que permite, estudar a dispersão natural das variáveis regionalizadas, se bem que no nosso caso representa o grau de continuidade da mineralização.

O variograma de uma variável X qualquer tem por expressão:

$$2\gamma(h) = \frac{1}{n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [X(z_i) - X(z_i + h)]^2$$

Onde:

$X(z_i)$ é o valor da variável em uma certa posição h .

$X(z_i + h)$ é o valor da variável no próximo ponto a uma distância h .

$n(h)$ é a quantidade de pares considerados a uma distância h .

$2\gamma(h)$ é o valor médio do quadrado das diferenças entre todos os pares de pontos existentes no campo geométrico e distanciados por h .

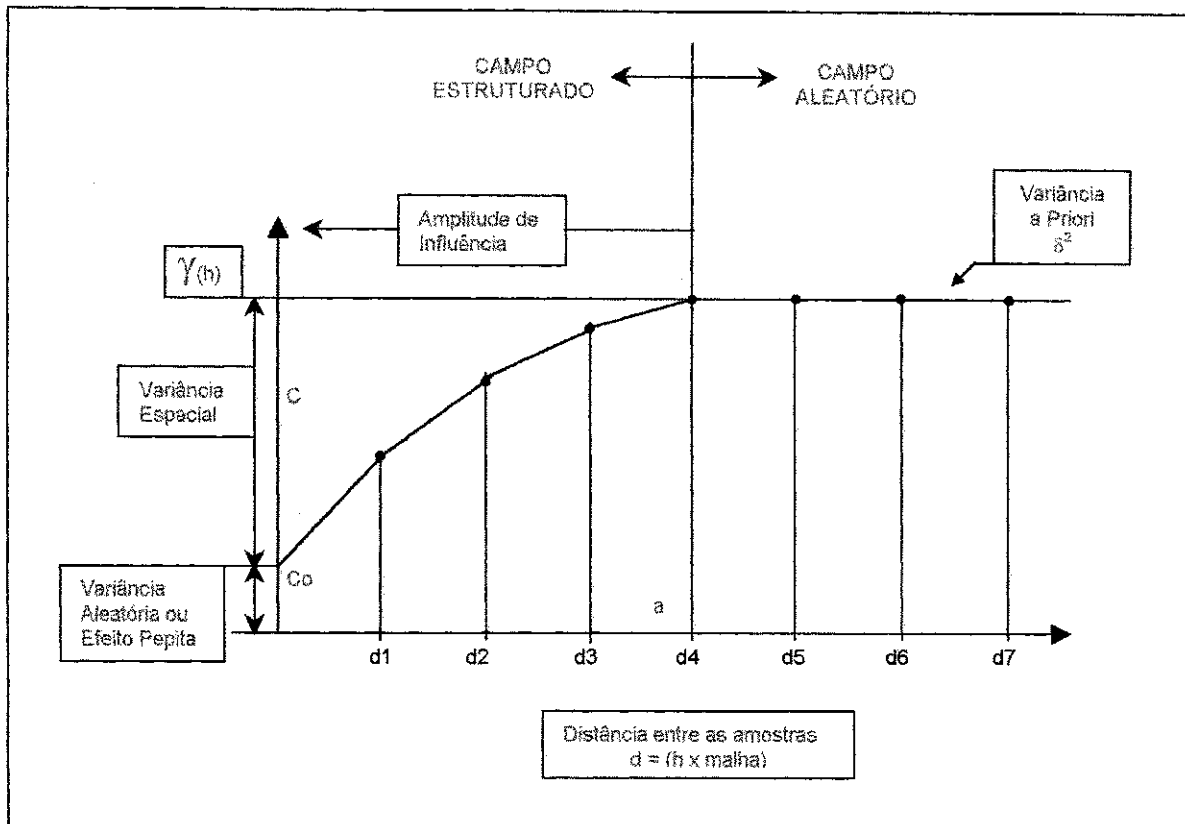
Freqüentemente, ao invés do uso de variogramas para determinar o comportamento espacial de uma variável regionalizada, usa-se o Semivariograma.

A função Semivariograma é definida como a metade da média das diferenças ao quadrado entre pares de pontos espaçados a distâncias h , é representada por:

$$y(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^n [X(z_i) - X(z_i + h)]^2$$

O semivariograma é a única maneira simples de verificar a aplicabilidade de geoestatística, Trend Surface Analyses, ou mesmo a Estatística Clássica para depósito em estudo.

Segundo Licht, (1998) o semivariograma é representado por um gráfico que descreve a diferença esperada entre valores dos pares de amostras separadas por uma distância h , em uma dada direção (Fig.9).



Fonte: Érico *apud* Licht (1998).

Figura 9 – Modelo típico de semivariograma e suas feições fundamentais.

A função de distribuição é caracterizada por apresenta três grandezas principais;

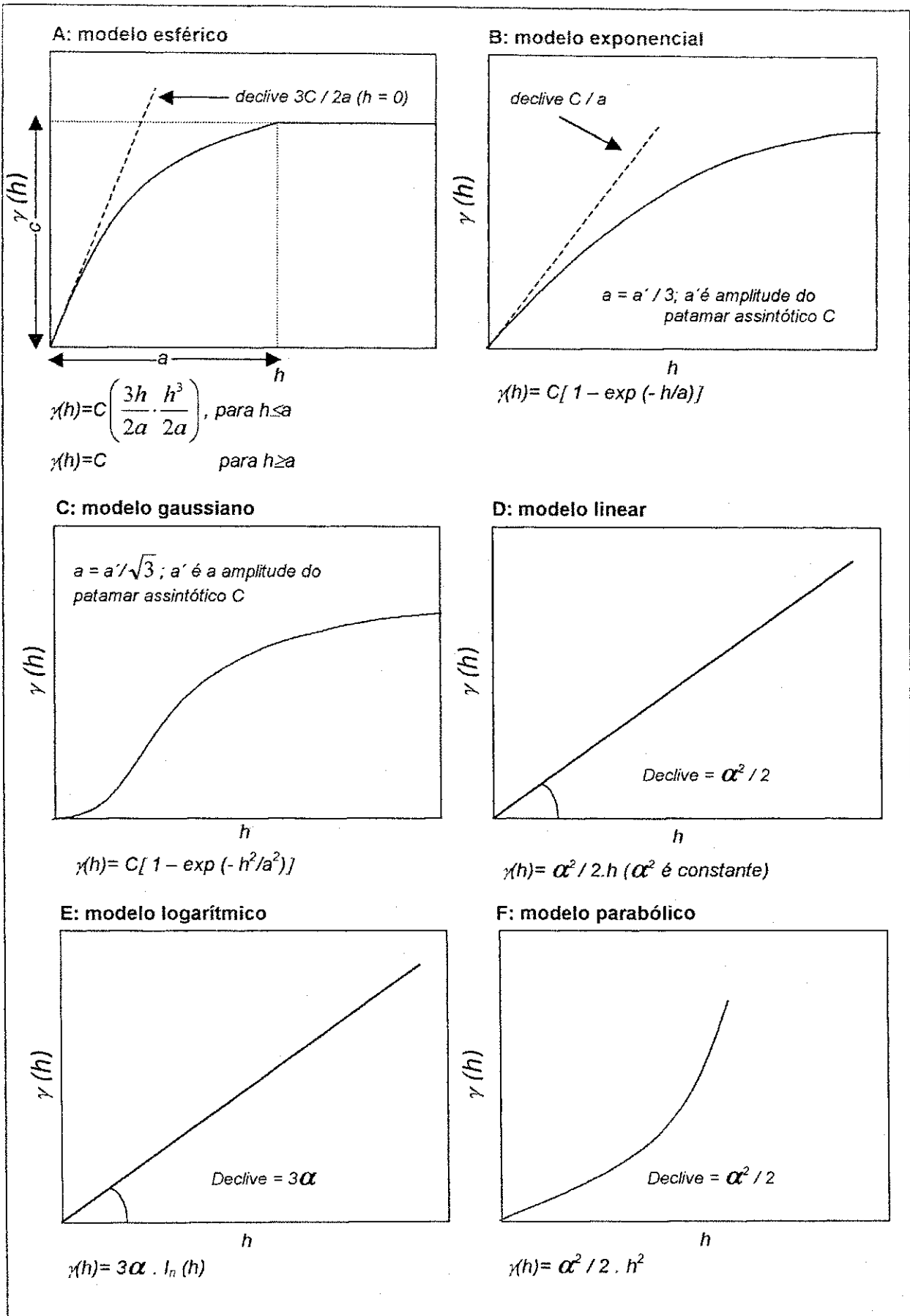
Alcance ou amplitude (a): corresponde à distância a partir da qual as amostras passam a ter comportamento independente e aleatório ou representa a distância de influência de cada amostra. Esse parâmetro é obtido na região onde o variograma experimental se estabiliza e é traçada uma perpendicular, obtendo-se no eixo h o valor do alcance;

Variância espacial ou Patamar (C): reflete a variância própria da variável para distâncias superiores ao alcance. Também denominado sill. É obtida a partir de $C = (C_0 + C) - C$

Efeito pepita (nugget effect) – C_0 reflete estruturas não-captadas pela escala de amostragem, tais como erros analíticos, amostrais, etc. Obtém-se esse valor C_0 pela intercessão da reta inicial com o eixo das ordenadas $\gamma(h)$.

Temos três tipos de semivariogramas: Experimental, Verdadeiro e o Teórico. O variograma experimental ou observado, é o único conhecido que provém dos dados amostrados. O variograma verdadeiro, é o real do depósito, e é sempre desconhecido. O variograma teórico é o mais utilizado na indústria mineira.

Durante o estudo estrutural (estudo variográfico) tenta-se chegar ao semivariograma teórico que melhor se ajuste ao semivariograma experimental, de tal modo que a partir deste modelo teórico, possam ser feitas inferências em relação ao semivariograma verdadeiro. Na literatura existem diversos modelos teóricos de semivariogramas: esférico, exponencial, gaussiano, linear, logarítmico, parabólico (Fig. 10).



Fonte: Grossi Sad (1986).
 Figura 10 – Tipos de modelos de semivariograma.

Entre os modelos teóricos de semivariogramas destacam-se o modelo esférico que é o mais utilizado nas jazidas mundiais (indústria mineira) também conhecido como esquema de Matheron ou Transitivo. (Fig.10 a). Ele apresenta um crescimento rápido na origem e presença de patamar ou varância espacial C , que corresponde ao local onde semivariograma se estabiliza. Segundo Grossi Sad (1986) a expressão matemática dessa função de distribuição é:

$\gamma(h) = C \left[\frac{3h}{2a} - \frac{h^3}{2a^3} \right]$ <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">para $h \leq a$</p> $\gamma(h) = C$ <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">para $h \geq a$</p>	<p><i>Onde,</i></p> <p>“h” é distância.</p> <p>“C” é patamar.</p> <p>“a” é alcance.</p>
---	--

Neste modelo, a inclinação da tangente junto a origem ($h = 0$) é $3C/2a$; podendo afirmar que equivale à função de distribuição normal da estatística clássica.

O processo de se calcular os semivariogramas de uma variável em diversas direções, os alcances medidos em cada um poderão ser iguais ou diferentes entre si. Serão iguais se a variável tiver um comportamento isotrópico, ou seja, quando não apresentarem variações sensíveis nas diversas direções. Neste caso, sua estrutura poderá ser representada por um círculo. Se a variável apresentar uma estruturação preferencial em uma certa direção (anisotropia geométrica), ela poderá ser representada por uma elipse, cujo semi-eixo maior será concordante com a estrutura (Licht, 1998).

Andreotti *et al* (*apud* Licht, *op. cit.*) observaram que os semivariogramas são muito sensíveis a valores elevados (outliers ou anomalias). A utilização dos logaritmos dos valores originais permite uma atenuação desses efeitos e uma maior estabilidade do traçado do gráfico. O uso dos logaritmos dos dados que seguem uma distribuição lognormal faz com que os semivariogramas sejam mais robustos, já que são eliminadas as influências dos valores aberrantes (outliers).

A maior dificuldade encontrada para aplicação dos métodos geoestatísticos e estatísticos é o do manuseio de um grande número de dados e, conseqüentemente, a necessidade de que exista à disposição Software para geoestatística. Com o desenvolvimento da informática hoje em dia, foram desenvolvidos vários programas comerciais e alguns pacotes de programas de domínio público para serem usados em microcomputadores na análise geoestatística. A maioria foi escrita em FORTRAN, e alguns desses pacotes são fornecidos em programas fontes, entre eles destacam-se: SURFER, STATPAC, GEOQUANT, GEO-EAS, GEOPACK, FSS Geostatistical TOOLBOX, GSLIB, etc (Landim,1998).

3 MATERIAIS E MÉTODO DE TRABALHO

3.1 MATERIAIS

Foram utilizados para desenvolvimento desta dissertação produtos orbitais, imagem de radar, material cartográfico, mapas topográficos e materiais suplementares, que serão abordados a seguir:

- Imagens de satélite Landsat –5/TM em papel fotográfico, órbita/ponto 215/65, quadrante norte, nas bandas 4 e 5, escala 1: 100.000;
- Imagens de Radar, Folhas, SB.24-Z-B e D, escala 1: 250.000 (RADAMBRASIL, 1976);
- Mapa geológico do Estado da Paraíba, na escala 1: 500.000 (CDRM,1982);
- Mapa geológico da Região de Santa Luzia/PB, escala 1: 100.000 (Bundesanstalt fur Bodenforschung e SUDENE, 1972);
- Carta Geológica, Folha Juazeirinho, SB.24-Z-D-II, escala 1: 100.000 (CPRM,1993);
- Carta Geológica, Folha Patos, SB.24-Z-D-II, escala 1: 100.000 (CPRM,1991);
- Carta geológica, Folha Caicó, SB.24-Z-B, escala 1:250.000 (CPRM,1998);
- Folha Juazeirinho, SB – 24 – Z – D – II, Mi 1210, (SUDENE, 1985);

- Folha Jardim do Seridó, SB.24-Z-B-III, Mi 1311 (SUDENE, 1970);
- Folha Patos, SB.24-Z-D-I, Mi 1209 (SUDENE, 1982a);
- Folha Serra Negra do Norte, SB.24-Z-B-IV, Mi 1130 (SUDENE, 1982b);
- Mapa de Fraturas, escala 1: 100.000 (Junior, 1998);
- Mapa de Lineamentos, escala 1:100.000 (Junior, 1998).

3.2 MÉTODO

O sistema operacional utilizado para o tratamento geoestatístico foi o programa GEO-EAS criado por E. Englund e A Sparks para U.S. Environmental Protection Agency (EPA). É um pacote de programa de domínio público, versão 1.1 de setembro de 1988. A atual versão, 1.2.1., foi compilada em julho de 1990 e o manual revisado foi publicado em abril de 1991. Este sistema desenvolvido para avaliação e monitoramento de impacto ambiental, pode ser usado na resolução de qualquer problema que envolva variável espacial e necessite de análise geoestatística em duas dimensões.

O Sistema GEO-EAS é um aplicativo onde estão incluídos utilitários para manuseio de dados, estatísticos univariada e bivariada, análise variográfica, modelagem variográfica, análise para anisotropia, validação cruzada, mapeamento de erros e krigagem simples e ordinária para estimação de pontos e de erros. Este programa foi escrito em FORTRAM 77, roda em máquinas PC/XT/AT, usando DOS 3.1 ou posterior, com 640KB de memória RAM, os dados de entrada são em ASCII, que podem ser criados a partir de qualquer banco de dados ou editor de texto do DOS. Os resultados também podem ser utilizados em outros pacotes.

A metodologia adotada nesta pesquisa baseou-se na extração das feições lineares dos mapas de fraturas e lineamentos (Fig. 11 e 12), na escala 1:100.000 (Junior, 1998), resultante da interpretação visual, da imagem Landsat-5/TM, após serem tratadas pelo computador, quando foram aplicadas técnicas de realce, filtragem, transformações por componentes principais e transformações de IHS – I (intensidade), H (matiz) e S (saturação). O tratamento digital foi realizado no

SPRING, versão 2.0.4 (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas) e ENVI, versão 2.6 (Sistema para Processamento de Imagem). (Junior *op. cit.*)

Foram extraídos um total de 2160 traços de lineamentos (Anexo C) e 1174 de fraturas (Anexo B) da região em estudo, para tratamento geoestatístico. Posteriormente estes dados foram checados, com visitas no campo, para avaliar o seu significado geológico das feições extraídas da imagem.

etálicos

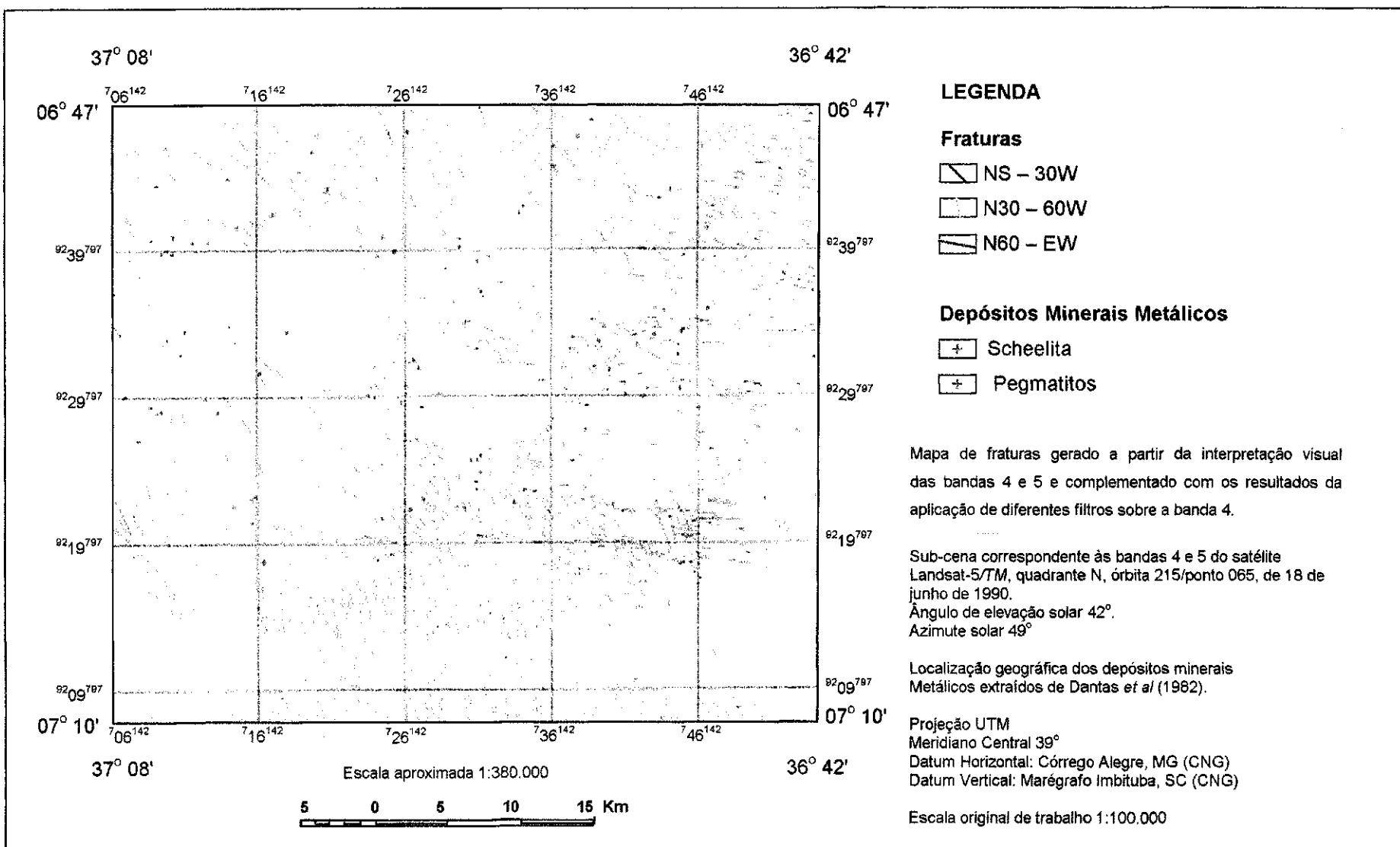
lir da interpretação visual
ado com os resultados da
e a banda 4.

as 4 e 5 do satélite
215/ponto 065, de 18 de

os minerais
(1982).

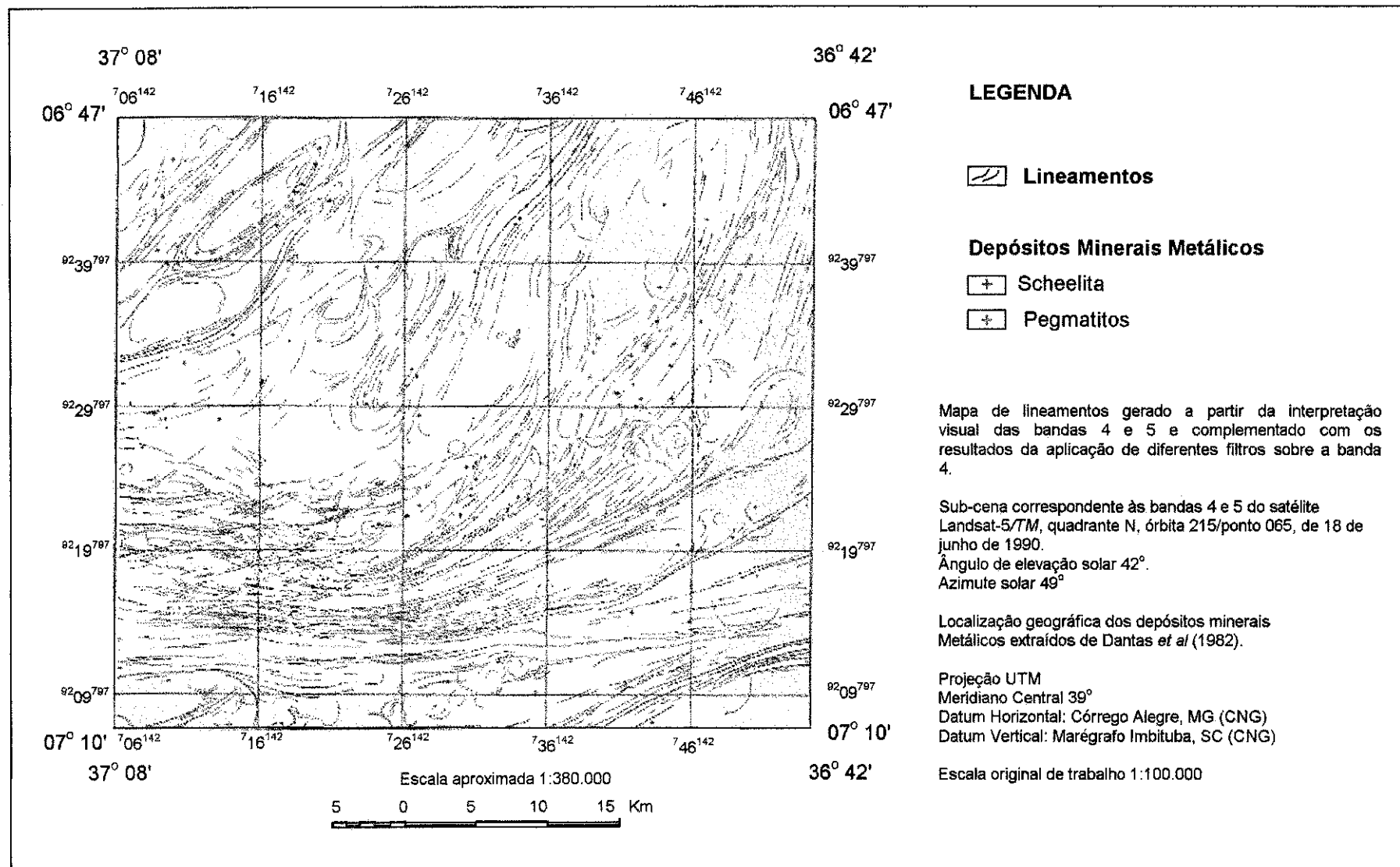
MG (CNG)
i, SC (CNG)

00



Fonte: Junior (1998).

Figura 11 – Mapa de fraturas com os depósitos minerais metálicos.



Fonte: Junior (1998).

Figura 12 – Mapa de lineamentos com os depósitos minerais metálicos.

O emprego da técnica e dos produtos Landsat, deve ser encarado com prudência para que não seja desvirtuada a potencialidade destas ferramentas auxiliares, que podem minimizar os custos de um projeto, mas possuem vantagens e limitações como qualquer outra.

Os métodos geoestatísticos são extremamente úteis para análise de dados, com distribuição espacial, porém não dispensa o conhecimento geológico que se deve ter a respeito desses mesmos dados.

Os métodos utilizados para a concretização desta pesquisa, envolveram ampla revisão bibliográfica dos textos e artigos genéricos, periódicos, livros, monografias, dissertações, teses, banco de dados e dados acessíveis via internet sobre sensoriamento remoto e geoestatística; extração dos dados nos mapas de fraturas e lineamentos; análise e tratamento dos dados computacionais; análise geoestatística dos lineamentos e fraturas com auxílio do software GEO-EAS; avaliação dos resultados obtidos; tratamento geoestatístico com interpretações geológicas dos resultados.

A pesquisa enfatiza os seguintes aspectos: levantamento das informações sobre o tema; aquisição dos dados de feições geológicas lineares com coordenadas geográficas e azimuth; preparação de planilhas com os dados de coordenadas geográficas e direção de cada observação; extração dos parâmetros estatísticos básicos para caracterizar a natureza da distribuição das amostras (histograma e curva de probabilidade); elaboração de variogramas experimentais; modelagem do variogramas teóricos sobre os experimentais; estimação e comparação dos traços das feições lineares (Validação Cruzada); confecção final da dissertação.

4 GEOLOGIA DA REGIÃO DE SANTA LUZIA – PB

4.1 Geologia Local

A área em apreço está contida no Domínio Transnordestino formado por rochas metamórficas e graníticas de alto grau, que apresentam estruturas lineares predominantemente. Os Lineamentos de Patos e Pernambuco estão na região deste Domínio. Os núcleos formados no arqueano e no pré-cambriano indiviso são encontrados neste Domínio, e estão localizados ao longo de estruturas anticlinais e ovais, que expõem o embasamento formado pelo Grupo Caicó. O Domínio Seridó na porção Nordeste do Domínio Transnordestino e é constituído pelas Formações Equador/Jucurutu/Seridó e Cachoeirinha, e a Província Pegmatítica. A faixa metamórfica onde ocorrem estas formações esteve ativa do Proterozóico Inferior ao Superior.

A Província Geológica da Borborema tem uma importância considerável, por abrigar duas Províncias minerais do Nordeste: A Província Scheelitífera do Seridó (Dantas e Caúla, 1982) e a Província Pegmatítica. A Província Scheelitífera da Borborema-Seridó abrange as rochas supracrustais, onde são encontrados biotita-xistos-granadíferos, biotita-muscovita-xistos, xistos filitosos, clorita-sericita-xistos, quartzitos, gnaisses e calcários mapeados como Grupo Seridó (Formações Seridó e Equador) com intrusões pegmatíticas, especialmente na sua porção leste. Na porção Centro-Norte, ocorre gnaiss intercalado com lentes de calcários cristalino ou em associação com tácticos scheelitíferos (Formação Jucurutu), originando assim, inúmeros depósitos minerais

A biotita-xistos da região em estudo ocorre com veios de quartzo, com presença de granada com cristais bem desenvolvidos, com foliação N20°-50°E de fraturas N-S, E-W e N30°-50°W. Em alguns locais observa-se a presença de milonitos indicando falhas transcorrentes, com direção E-W. (Fig.13).

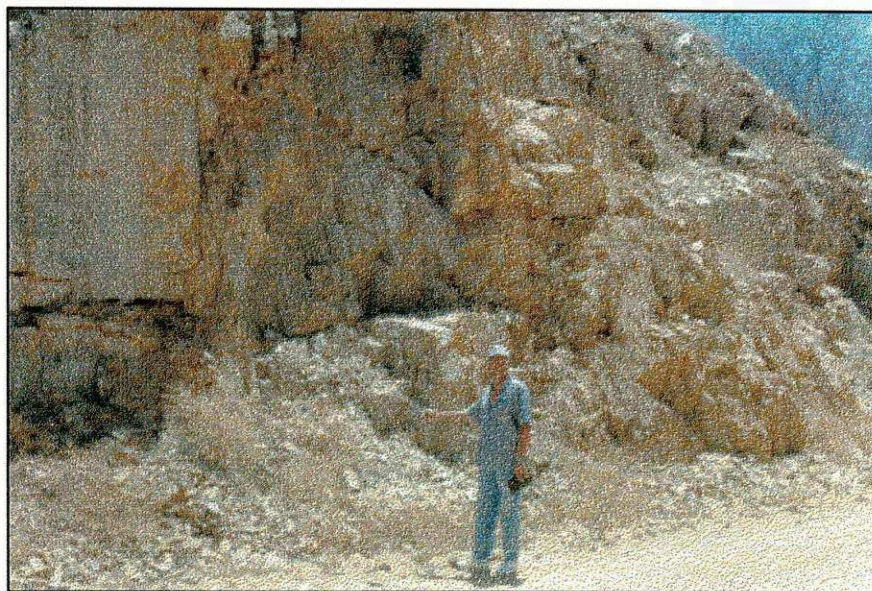


Figura 13 –. Quartzito milonitizado na zona de cisalhamento a NW de Santa Luzia – PB.

As rochas migmatíticas apresentam bandamentos, com intrusões de veios de quartzo, com direção de foliação N50°-60°E falhas N30°-50°W e N20°W. As rochas graníticas, com feldspato alterado, biotita, quartzos bem desenvolvidos e apresentam intrusões de veios de pegmatíticos. As falhas têm direções E-W, N20°E, N70°W e N70°-80°W. Ocorre granito-gnaiss intrusivo, dentro de biotita-clorita-xistos, intercalações de veios de feldspato e quartzo paralelamente a xistosidade. As rochas gnáissicas estão exposta na região de Santa Luzia, cortando em vários trechos a rodovia BR-230, com direção NE-SW, constituindo os flancos do sinclinal de Santa Luzia. Ocorre, também na Serra dos Quintos e em torno da Serra Chafariz. A NE e W de São Mamede, esta unidade ocorre em janelas de formato elipsoidal, ocupando no primeiro caso o núcleo do broquianticinal da Serra da Mandioca, representando gnaisses facoidais e biotita-gnaisses migmatizadas. Os quartzitos apresentam-se formando um grande anticlinal com terminação

perianticlinal, caracterizando morfológicamente pelos espigões e paredões da região de Junco do Seridó-Ecuador. Na região entre Santa Luzia e Junco do Seridó, ocorrem sob forma de lentes alongadas, constituindo pequenas cristais. Nesta região destaca-se um pacote quartzítico, fechando a estrutura anticlinal, constituindo parte da Serra do Chafariz. No anticlinal da serra dos Quintos os quartzitos bordejam as rochas gnáissicas-migmatíticas. Os quartzitos têm uma coloração branca a cinza, às vezes creme de granulação fina, com muscovita, quartzo e feldspato (Fig. 14, 15 e 16). A foliação tem direção preferencial E-W e NE e juntas N-S, N10°-35°E, N30°W e N60°W (Junior, 1998).

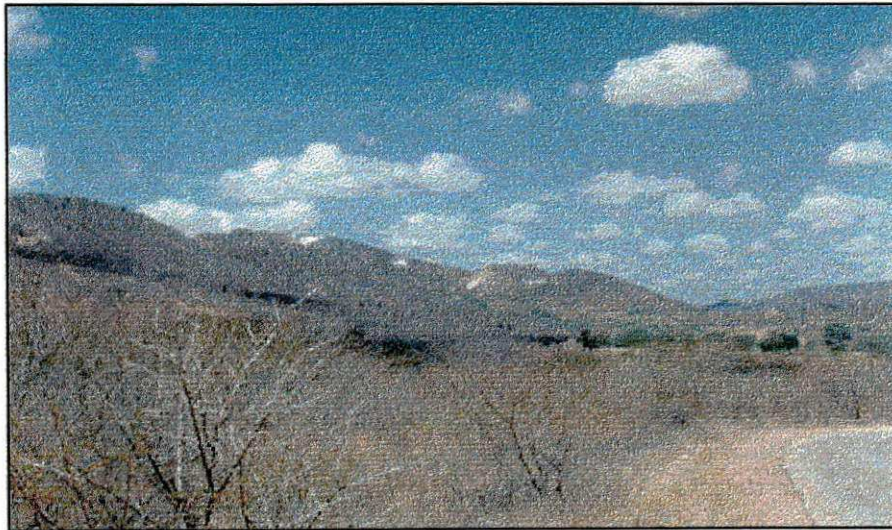


Figura 14 – Visão da feição estrutural do quartzito com pegmatitos caulinizados a NW de Santa Luzia – PB



Figura 15 – Fraturas regionalizada observada nos quartzitos na BR – 230 (Serra de Santa Luzia – PB).

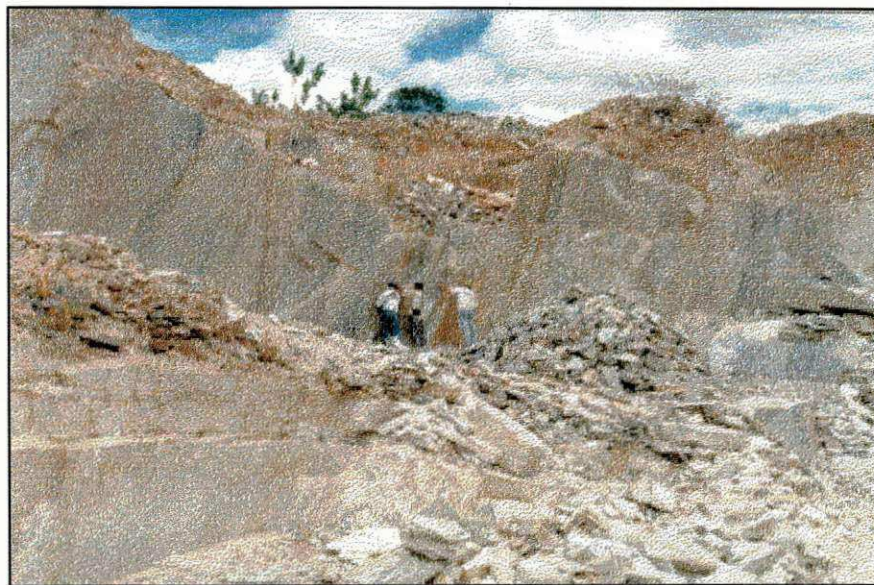
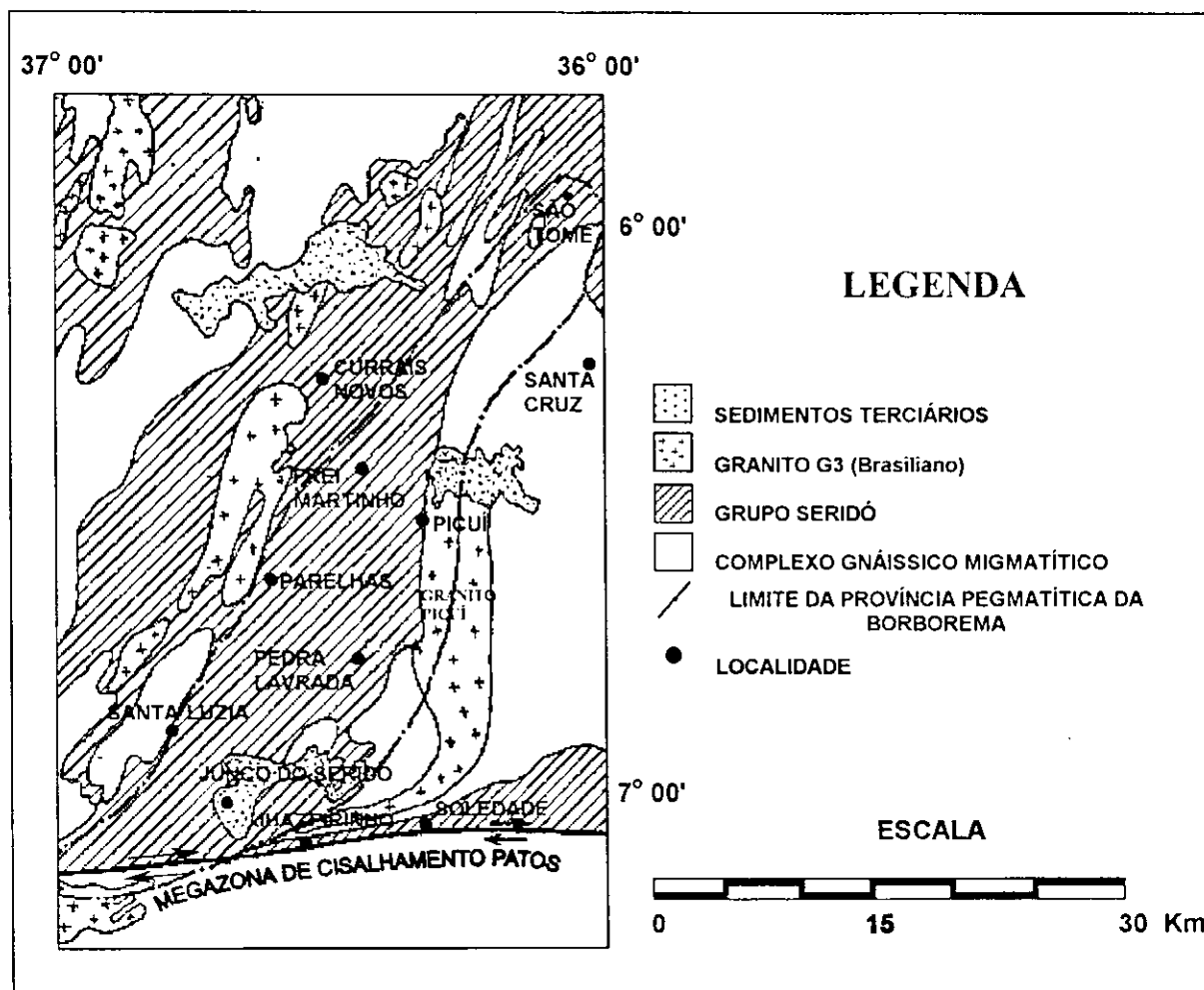


Figura 16 – Quartzito com foliação de direção $230^{\circ}/170^{\circ}/SE$ (Várzea – PB).

Os ortognaisses têm distribuição irregular e ocorrem principalmente nas proximidades da cidade de Santa Luzia. Os contatos são bruscos aparentemente concordantes e subconcordantes. A associação diorítica-tonalítica-granodiorítica tem sua área de exposição nas regiões circunvizinhas às cidades São Mamede e

Ipueira. A oeste da cidade de Santa Luzia ocorrem corpos sienograníticos de granulação fina leucocráticos, equigranulares e isotrópicos.

A Província pegmatítica da Borborema – Seridó foi à denominação sugerida por Scarza (apud BRASIL DNPM, 1984) para área de domínio dos pegmatitos abrangendo parte dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte (Fig. 17).



Fonte: Modificado de BRASIL, DNPM & Dantas (1984).

Figura 17 – Delimitação da Província Pegmatítica da Borborema – NE do Brasil.

Os pegmatitos da Província contêm mineralizações em berilo, tantalita, columbita, cassiterita, feldspato, mica, quartzo, gemas, etc. Na Fig 18 mostra um corpo de pegmatito heterogêneo com direção 300° Az preenchendo fratura no riacho fundo no município de São Mamede/PB.

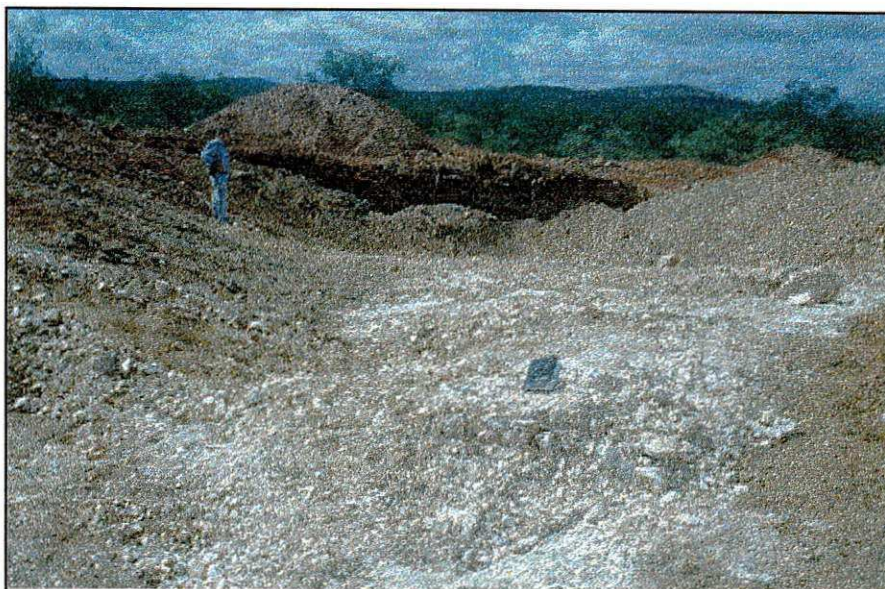


Figura 18 – Corpo de pegmatito heterogêneo preenchendo fratura de direção 300° Az (Riacho Fundo, São Mamede – PB).

Agrawal (1986,1992) classificou os pegmatitos do Grupo Seridó em 2 (dois) tipos baseados nas idades relativas aos eventos tectônicos. O primeiro grupo de pegmatito mais antigo pré (F3), com alto grau de deformação e o segundo grupo de idade relativa mais nova, pertencendo ao tectonismo tardio ou pós-fase (F3), de idade Brasiliano Superior. Segundo os eventos tectônicos o autor acima classifica os pegmatitos em 4 (quatro) grupos: O primeiro de pegmatitos concordantes a foliação principal (S2) e deformados pelas dobras (F3); o segundo grupo dos pegmatitos que cortam a foliação (S2) e dobras intrafolial (2), que são dobradas por (F3), o terceiro grupo que cortam a foliação principal (S2) e dobras (F2) e ocorre nos planos axiais das dobras (F3); e o quarto grupo dos pegmatitos que cortam as dobras (F3).

As rochas filonianas incluem os pegmatitos comumente mineralizados que afloram nos municípios de Junco do Seridó, Salgadinho e Juazeirinho. Distribuem, cortando as biotitas xistos granadíferos da Formação Seridó. Os pegmatitos com direções preferências E-W, concordando com as estruturas, supostamente estéreis, e os pegmatitos discordantes ao longo da direção N-S são mineralizados. Os pegmatitos mineralizados em caulim estão encaixados em zonas de fraturas, em muscovita-quartzitos da Formação Equador, são homogêneos e mineralização na

zona feldspática. Os pegmatitos mineralizados em columbita estão encaixado na zona de fratura de biotita-xistos-granadíferos da Formação Seridó, são do tipo heterogêneo. Corpos de pegmatitos apareceu em zona de falha na Formação Jucurutu (biotita-gnaisses) e os veios pegmatíticos mineralizados em fluorita em zona de cisalhamento.

4.2 Análise dos lineamentos

A análise das feições geológicas lineares (lineamentos) foi realizada a partir do mapa de lineamentos na escala 1: 100.000.(Fig.12). Foi extraído um total de 2160 traços de lineamentos (Anexo C), referente à área de trabalho, possibilitando observar nesses traços uma predominância do cisalhamento mais intenso da área, originando megazonas de Cisalhamento amplamente distribuídas. As feições lineares apresentam-se com um arranjo retilíneo ou pouco ondulado ao longo da sua continuidade e suavemente curvilíneos ao mudar de direção no seu terminal. Representando seu caráter dúctil onde se encontravam essas rochas, quando sofreram os esforços de cisalhamento do Ciclo Brasileiro.(Fig.12). A feição principal é a zona do lineamento de Patos ao sul da área. A direção desse cisalhamento é E-W, com um movimento dextral do tipo Strike-dip-slip (Neto *et al.* 1993). Na referida região existe outro cisalhamento menos intenso do que o anterior, com direção N30°-40°E, com mergulho subverticalizado para NW como para SE, com movimento sinistral provavelmente do tipo strike-slip (Neto, *op. cit*) (Fig. 19). Ao N-NW da área observam-se lineamentos que representam a ductibilidade dos migmatitos, que estão dobrados em diversas direções.

As feições circulares ocorrem dentro de um domínio estrutural que contrastam fortemente com o padrão de lineamento existente, ocorrem próximos dos contatos entre rochas, ramificações e reagrupamentos de zonas transcorrentes. As estruturas circulares são do tipo positivo representado por expressivos corpos rochosos, demonstrando, um plutonismo intenso e ocorre em toda área de pesquisa.

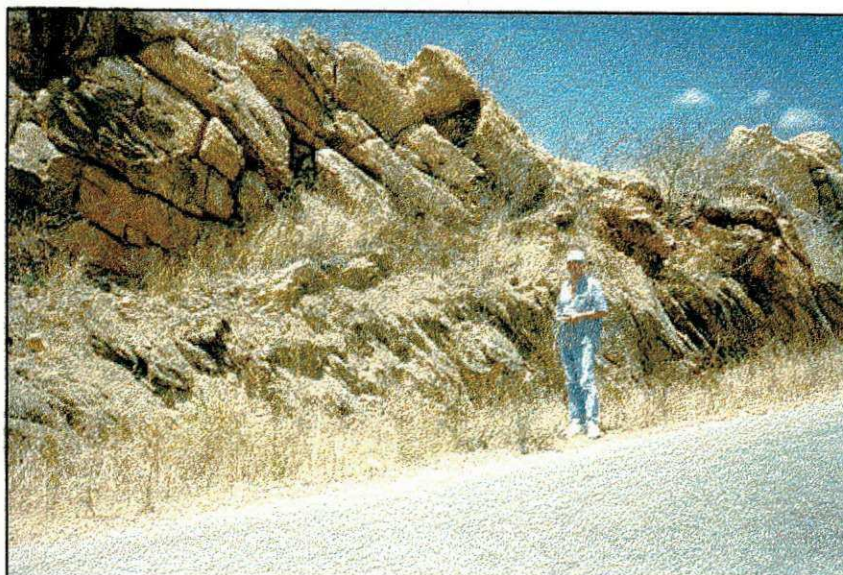


Figura 19 – Fratura tensional preenchida de pegmatito perpendicular ao xisto de foliação $30^{\circ}\text{Az}/55^{\circ}\text{NW}$.

Estudos realizados na área demonstram que a maioria das ocorrências mineral está ligada às estruturas, bem como os depósitos minerais ocorrem dentro de zonas milonitizadas dos principais lineamentos da região, com direção principal de foliação E-W ou NE (Fig. 20).

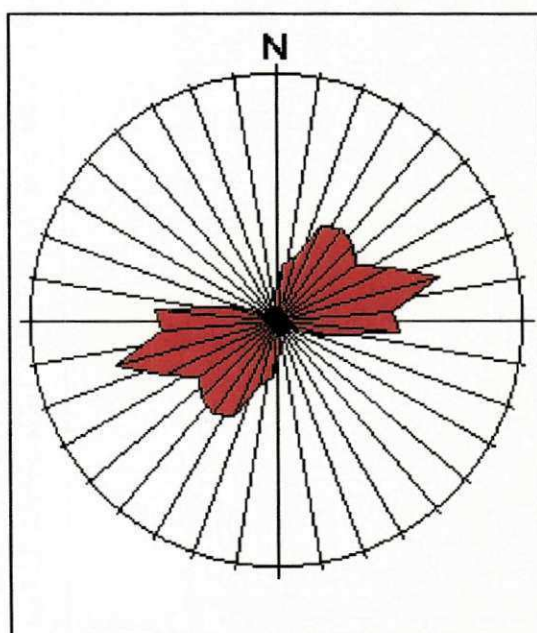


Figura 20 – Diagrama de roseta dos lineamentos da região de Santa Luzia - PB

Os depósitos de scheelita estão associados a foliações, e ocorrem de forma disseminada, mostrando uma forte relação entre as estruturas dúcteis, indicando uma remobilização durante o Ciclo Brasileiro (Pedrosa, 1982). A ocorrência dos jazimentos de pegmatitos se formaram na direção de alívio ou de extensão localizados dentro de zonas de cisalhamento, com direção preferencial NW (Dantas e Silva, 1984). Na parte sul da área fica evidente o esforço que sofreram as rochas sedimentares, evidenciando o caráter dextral. Na parte norte e noroeste da região em apreço os lineamentos representam a feição dúctil dos migmatitos que estão dobrados em algumas direções.

4.3 Análise das fraturas

A extração dos traços lineares de fraturas foi obtida a partir do mapa de fraturas, na escala 1:100.000 (Fig. 11). Foram extraídos do referido mapa 1.174 traços de juntas (Anexo B), que permitem identificar um caráter rúptil das estruturas, sendo estas feições posteriores aos lineamentos, que apresentam um caráter dúctil.

Essas feições estão expostas em 3 (três) grupos, com 4 (quatro) concentrações principais : N-S/N30° W , N30°–60° W, N70°/E-W e N-S/N30°E (Fig. 21).

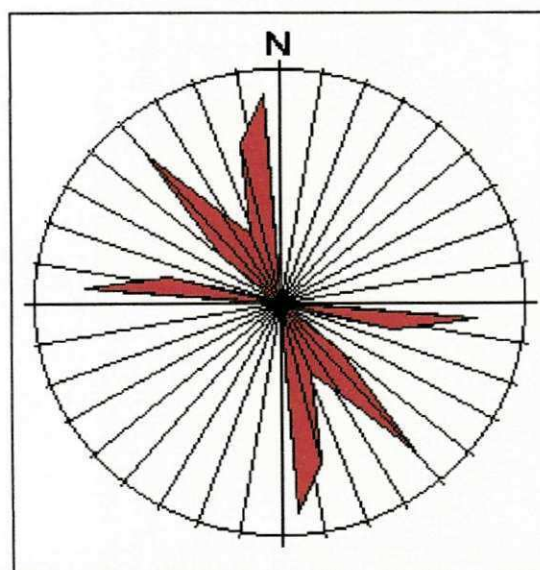
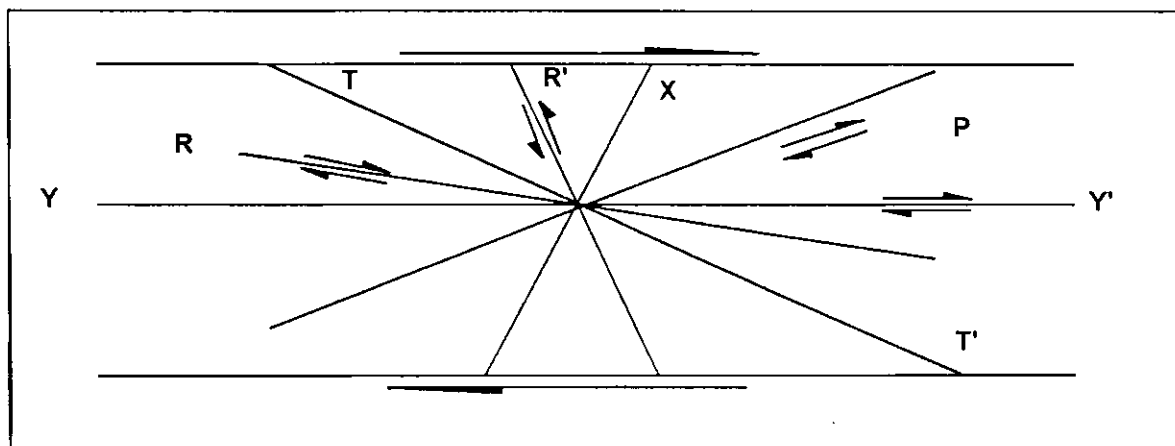


Figura 21 – Diagrama de roseta das fraturas da região de Santa Luzia –PB.

As fraturas com direção preferenciais N-S/N30°E coincidem com a mesma direção dos lineamentos, e que pode ser observado nos diagramas (Fig. 20).

Na Fig. 22, observa-se um esforço distensivo na direção E-W, ocasionando fraturas de cisalhamento, que são representadas pelo eixo YY'. Esta zona de cisalhamento amplamente distribuída na área pode ter influenciado, as estruturas da região, formando pequenas falhas paralelas ou sub-paralelas ao eixo TT', sendo estes de esforço ou tensão, e os pequenos lineamentos no "trend" N30°–60°W, podem ser rupturas tencionais incluindo fraturas de extensão e falhas normais e aquelas nos "trends" N-S/N30° W e N60°/E-W podem ser um par conjugado da zona de fratura de Riedel (Júnior op. cit.).



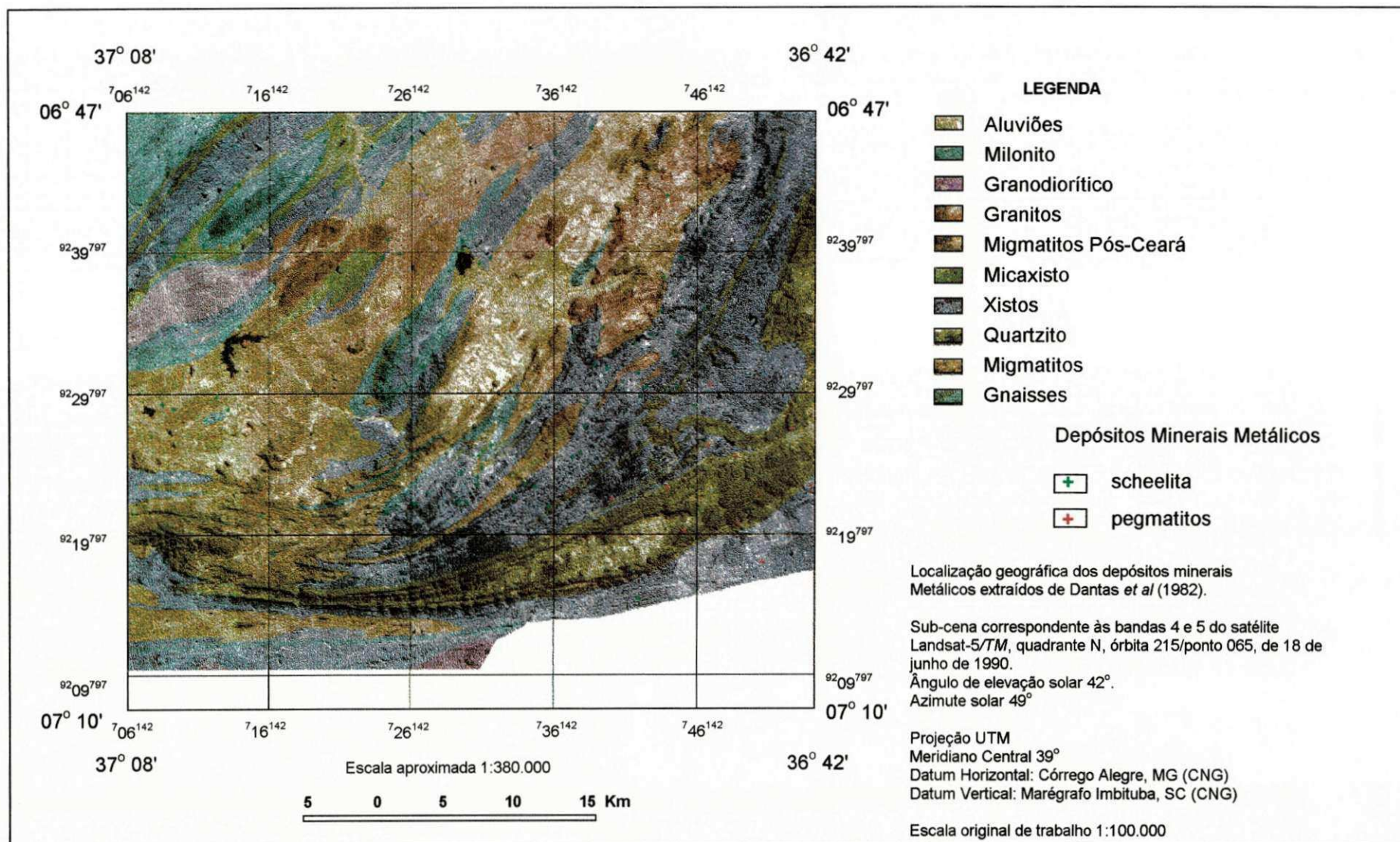
Fonte: Sadowski (apud Júnior, 1998).

Figura 22 – Diagrama demonstrativo das discontinuidades da orientação das estruturas que se desenvolvem em zonas de cisalhamento transcorrente, com movimento dextrógiro.

Litologicamente a região apresenta uma deformação dútil, que podem ser associadas às fraturas de Riedel, onde são encontradas as ocorrências minerais.

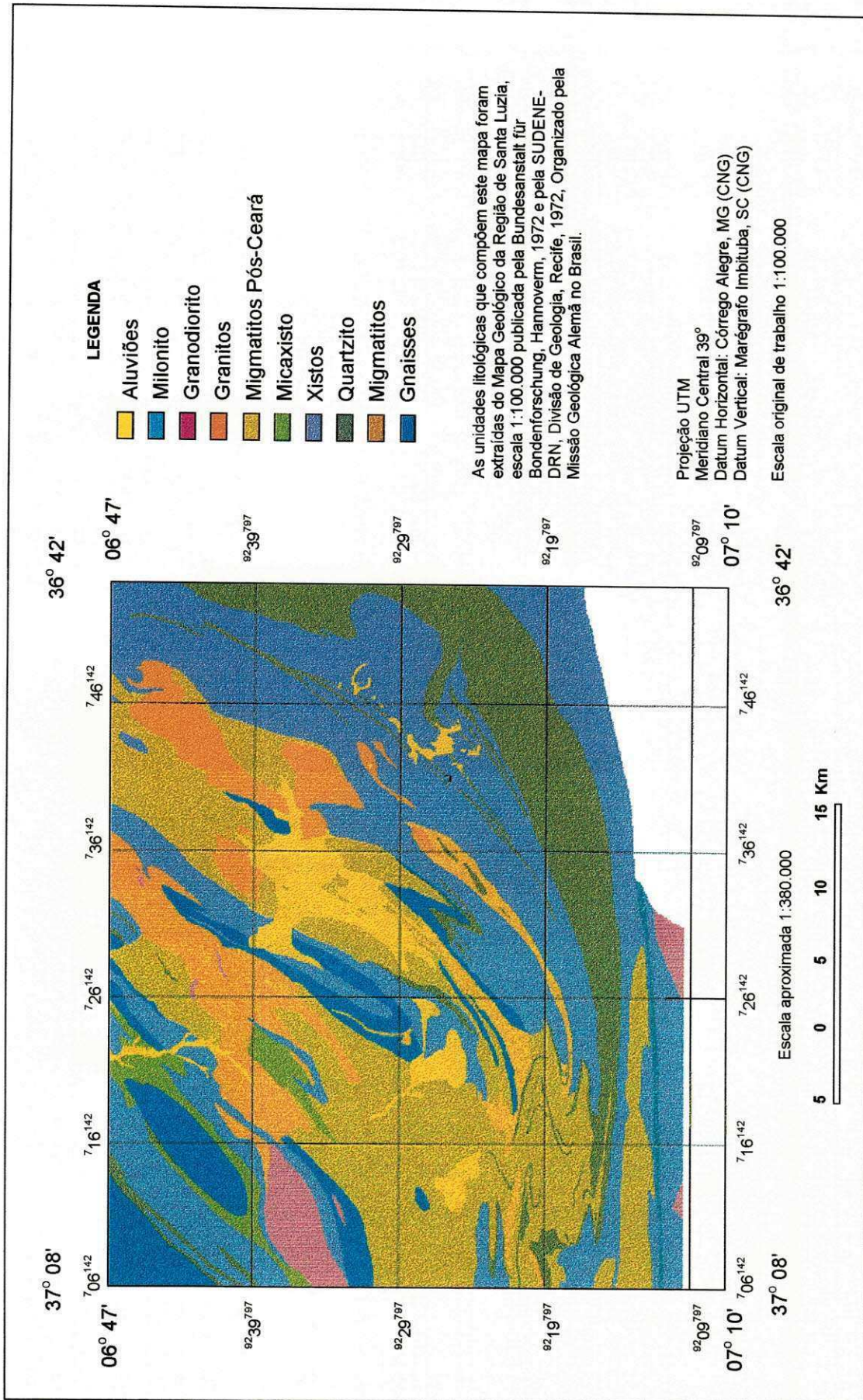
As unidades litológicas estão representadas nas Fig. 23 e 24, mostram-se diretamente concordante com as principais estrutura presente da região em apreço, e a distribuição das feições lineares estão caracterizada pelos contatos litológicos.

Segundo análise dos padrões estruturais na região observa-se, que os depósitos minerais estão ligados as estruturas e, que a maioria das mineralizações (pegmatíticas) localiza-se dentro de zonas milonitizadas e ocorre preenchendo fraturas de alívio ou extensão.



Fonte: Junior (1998).

Figura 23 – Integração de dados Landsat-5/TM unidades litológicas e depósitos minerais metálicos



Fonte: Junior (1998).
Figura 24 – Mapa de unidades litológicas.

5 COMPORTAMENTO GEOESTATÍSTICO DAS FRATURAS E LINEAMENTOS DA REGIÃO DE SANTA LUZIA-PB

Com objetivo de encontrar um método de análise estatístico e extrair o significado dos dados coletados no campo e no laboratório, foram aplicados os métodos estatísticos e geoestatísticos.

Durante o estudo da região foi coletado um conjunto de valores obtidos nos intervalos regulares dentro de um mesmo suporte geométrico com 1.174 dados de azimutes de fraturas e 2.160 de lineamentos. O método adotado na coleta dos dados geológicos da região foi de medição de azimutes das fraturas e dos lineamentos. Os dados foram primeiro separados em seis grupos de fraturas e em seguida, os lineamentos foram subdivididos em três grupos distintos para análise (Tabela 2).

Tabela 2 – Características quantitativas dos grupos de fraturas e lineamentos da região de Santa Luzia – PB.

Intervalo de Direção / DESCRIÇÃO	Nº DE FRATURAS	Nº DE LINEAMENTOS	GRUPOS
85° – 180° Az	1.174	–	Fratura.dat
86° – 178° Az	368	–	F3.dat
(região norte)			
85° – 180° Az	770	–	F4.dat
(região sul)			
85° – 120° Az	328	–	F5.dat
121° – 160° Az	454	–	F6.dat
161° – 180° Az	379	–	F7.dat
4° - 376° Az	–	2.160	Lineame.dat
3,6° – 376° Az	–	807	L1.dat
(região norte)			
94° – 340° Az	–	980	L2.dat
(região sul)			

O grupamento das fraturas e lineamentos foi efetuado em intervalo (classe) de azimute. O motivo da divisão de azimute em grupo (intervalo de classe) é justificado na melhor seleção da estrutura variográfica regional.

Nos estudos das funções estatísticas os parâmetros obtidos foram : média, variância, desvio padrão, coeficiente de variância, coeficiente de achatamento (curtose), grau de assimetria (Skewness) entre outros. Os resultados dos cálculos dos parâmetros nem sempre são satisfatórios, satisfatórios, mas representa uma primeira interpretação da população amostral.

No estudo do comportamento das variáveis regionalizadas, são duas as ferramentas fundamentais dos métodos geoestatísticos: o variograma e a validação Cruzada (Cross Validation) com krigagem.

Para a manipulação dos dados regionalizados, fez-se uso de um mapa de lineamento e outro de fratura na escala 1:100.000 e utilizou-se de coordenadas geográficas (N-S e E-W) de cada amostra definida com o seu respectivo azimute. Com os dados expresso em uma planilha, efetuou-se o tratamento estatístico e geoestatístico utilizando o software GEO-EAS.

Os estudos geoestatísticos foram realizados a partir de comparações entre modelos variográficos construídos em diferentes direções geográficas, N-S, E-W, NE-SW e NW-SE, para uma tolerância de 90° , 45° e $22,5^\circ$, com vários valores de incrementos, valores estes empregados para estimar os variogramas experimentais. De posse do variograma experimental, ajusta-se por aproximações sucessivas os variogramas teóricos. O modelo escolhido foi esférico, o mais utilizado nas áreas de geologia e mineração.

Através dos dados fornecidos pelas análises variográficas recorre-se a técnicas de validação cruzada que consiste em krigagem, do francês Krige e do inglês kriging é um termo cunhado pela escola francesa de geoestatística em homenagem ao engenheiro de minas sul-africano e pioneiro na aplicação de técnicas estatísticas em avaliação mineira, D. G. Krige. É um processo de estimação de valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores

adjacentes enquanto consideradas como interdependentes pelo variograma. Trata-se, em último caso, de um método de estimação por médias móveis (Landim, 1998). Esta modelagem feita por estimação dos pontos, por krigagem ordinária resulta num mapa de erros (variância de estimação por krigagem), com valores que indicam quais são os locais que merecem uma amostragem mais densa, isto é, os maiores erros estão associados às áreas menos amostradas.

5.1 Modelamento do Variograma Geral do Grupo de Fratura.dat

Na análise estatística de 1.174 dados de fraturas pesquisadas, constatou-se que a média dos azimutes é de 139,07 com variância de 855,97 (Tabela 3).

Tabela 3 – Descrições estatísticas do grupo de fratura.dat

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	1174
Média dos azimutes (graus)	139,07
Variância (S^2x)	855,97
Desvio padrão (Sx)	29,26
Coef. de variação (%)	21,04
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	0,38
Coef. de kurtosis (curtose)	1,75
Azimute mínimo (graus)	85
Mediana dos azimutes (graus)	142
Azimute máximo (graus)	180

O coeficiente de variação de 21,04 relativamente baixo, indicando uma variação mínima nos azimutes de fraturas. O histograma de freqüência simples (Fig. 25) apresenta várias modas (multimodal ou polimodal), devido ao agrupamento natural dos azimutes.

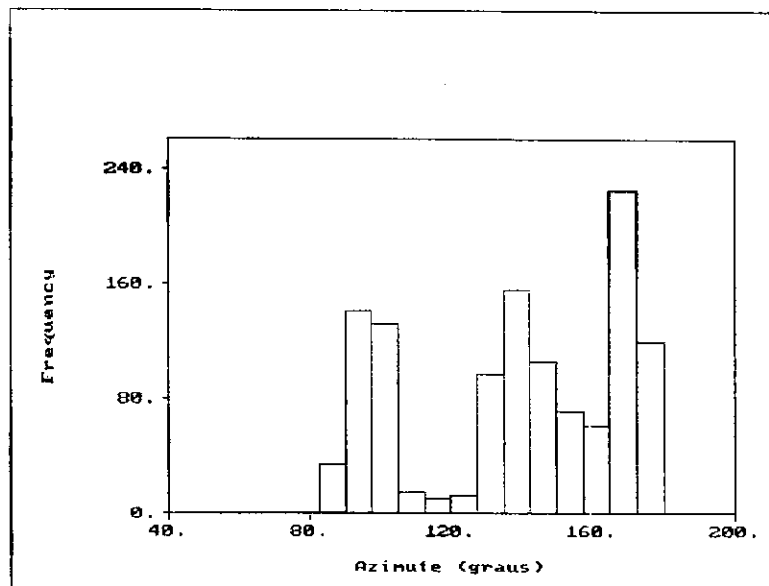


Figura 25 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura dat. (85°-180° Az).

A distribuição aparentemente é lognormal e a sua assinatura é negativa de valor de -0,38, representando uma abundância de valores altos e escassez de valores baixos, resultando em concentração dos dados na extrema direita do gráfico (Fig. 25). A curtose é de 1,75, logo a distribuição é mais achatada do que a distribuição normal, caracterizando como platicúrtica (curtose < 3). O desvio padrão encontrado de 29,26, demonstra pequena dispersão dos azimutes, em torno da média. O gráfico de probabilidade (Fig 26) mostra um traçado sigmóidal ou em forma de S invertido, ocasionada pela distribuição multimodal, com mistura das populações, onde se conclui que é uma curva lognormal. Foram consideradas um total de 1.000 valores na análise variográfica, porque este número de valores é bastante representativo para análise.

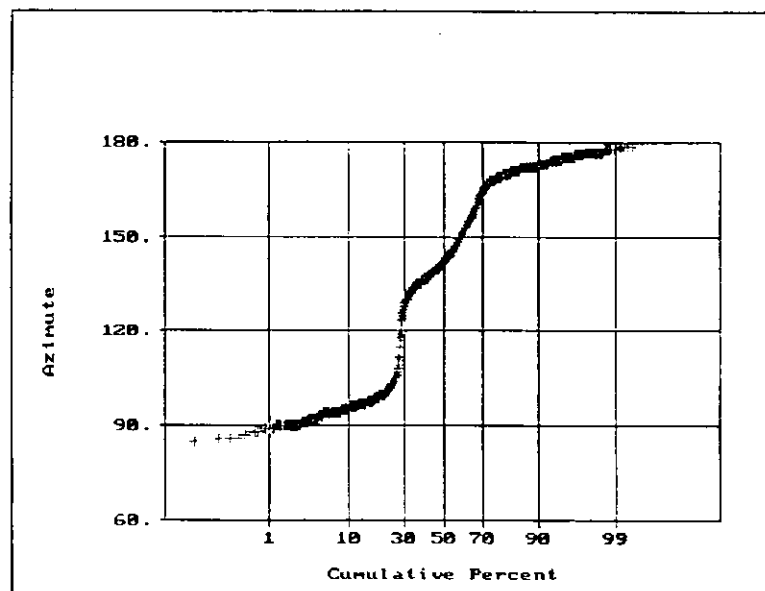


Figura 26 – . Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura.dat (85° – 180° Az).

Vários variogramas (VARs) experimentais foram elaborados com o propósito de observar o comportamento do variograma (VAR) médio e a presença da estrutura variográfica, para um melhor ajuste do variograma teórico.

O primeiro modelo foi elaborado com direção 0° , ângulo de tolerância de 45° distância entre pares de amostras definidos em 2,5 km, com um número de pares total 12.762 e resultando em 20 intervalos de classes, e o modelo mostra um efeito proporcional.

O segundo variograma foi confeccionado com direção 45° , tolerância de 45° com a mesma distância entre pares, obtendo-se 6.221 pares de amostras. O variograma apresenta uma estrutura difusa com efeito buraco ou "trou", conhecido como "dentes de serra".

Para melhorar a estrutura variográfica, um terceiro modelo experimental foi elaborado, variando as direções com tolerância de 90° e o incremento de 2,5 km (Fig. 27). Neste variograma (VAR) experimental, obteve-se uma estrutura variográfica com um comportamento mais uniforme, apresentando um fenômeno regionalizado isotrópico, isto é, foi calculado em diversas direções distintas apresentando o mesmo variograma, cujos resultados atingiram um maior número

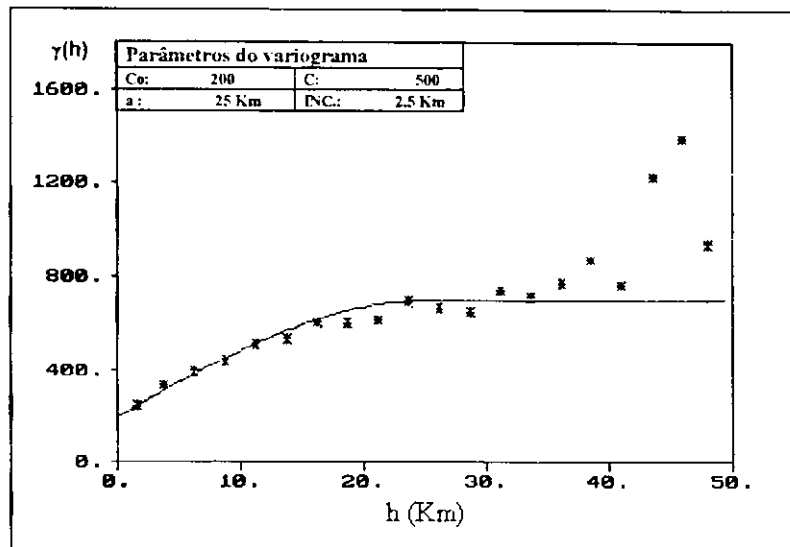


Figura 28 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura.dat (85° -180° Az).

Analisando os valores da Tabela 4, concluir-se que através da diferença entre os valores das médias observadas e estimadas e, constata-se que o erro é muito pequeno, portanto, a média do erro entre fraturas apresenta valores próximos a zero. Logo o estimador apresenta uma boa margem de confiabilidade e isso pode ser verificado pela distribuição desses valores. A variância de estimativa, isto é, a variância do erro que se comete ao extrapolar o valor da amostra foi de 334.08. O valor revelado pelo Escore-Z (Zscore) ou Escore Padronizado foi de -0,02, abaixo do valor crítico de 1,96 no intervalo de confiança de 95%, logo a hipótese nula é aceita para o nível de confiança acima de 95%, a saber, que a diferença entre as duas médias observadas e estimadas não representam, a luz da hipótese nula, uma verdadeira diferença, isto é $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (Tabela 5).

Tabela 4 - Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo fratura.dat

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)	
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
	Nº Dados : 1000 Nº Pares: 16.383 Incremento: 2,5 km
	Nugget: 200 Sill: 500 Range: 25 km
Média observada	138,44
Variância observada	824,23
Média estimada	138,08
Variância estimada	536,85
Média do erro	-0,36
Variância do erro	334,08
Variância de krigagem	0,29
Zscore	-0,02
Zdesvio padrão	1,15
Efeito de pepita relativo (ϵ)	0,40
Razão K	0,30

Tabela – 5.– Parâmetros dos intervalos de confiança de observações de azimuth.

DISTÂNCIA ENTRE PARES DE AMOSTRAS	Z-SCORE	INTERVALO DE CONFIANÇA 95%	INTERVALO DE CONFIANÇA 99%
h = 2,5 km	- 0,02	1,96	2,57

A variância da krigagem revela que os valores da dispersão observados e estimados (Fig. 29), distanciam-se em relação as suas médias, refletindo diretamente em menores desvios na variância da krigagem. Os valores do escore do desvio padrão ($Z\sigma$) obtido indicam que o erro é muito pequeno e confirma a hipótese nula, isto é, $Z\sigma_{obs.} < Z\sigma_{tab.}$, portanto $H_0 : \sigma_{obs.} = \sigma_{est.}$

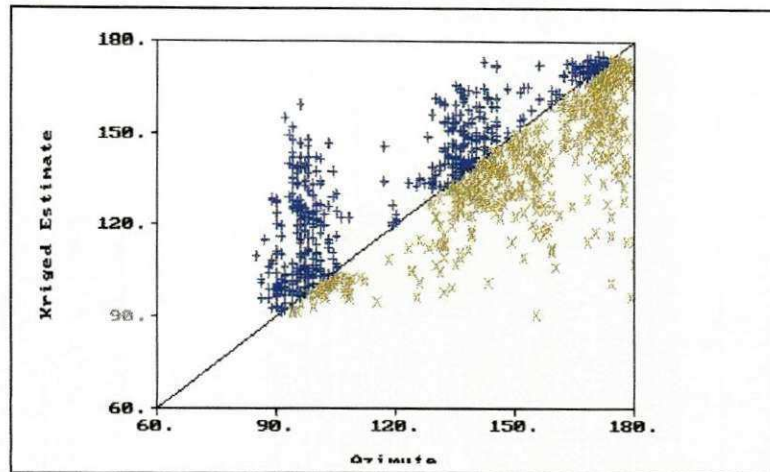


Figura 29 – Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura.dat (85° - 180° Az).

A estrutura variográfica, quanto melhor for ajustada, melhor será o processo de estimação pela krigagem, pois o que se pretende, é minimizar a estimativa da variância. A krigagem ordinária é uma estimação linear e usada para obter previsão do valor pontual de uma variável regionalizada em um determinado local dentro do campo geométrico.

Na Fig. 30, observa-se o resultado exposto por alguns símbolos, que são utilizados para representação gráfica, com diferentes tons de cores, que representam os valores estimados, que equivalem às observações com o mesmo intervalo de azimutes. Nota-se uma maior concentração de fraturas no intervalo menor que 167° Az , o que nos leva a indicar uma maior evidência de grupos de fraturas com valores altos de azimutes. A concentração de fraturas de direção aproximada NW-SE, coincide com a zona de cisalhamento da região.

Na Fig. 31 verifica-se a distribuição espacial bidimensional dos azimutes estimados do grupo de fraturas com suas respectivas localizações.

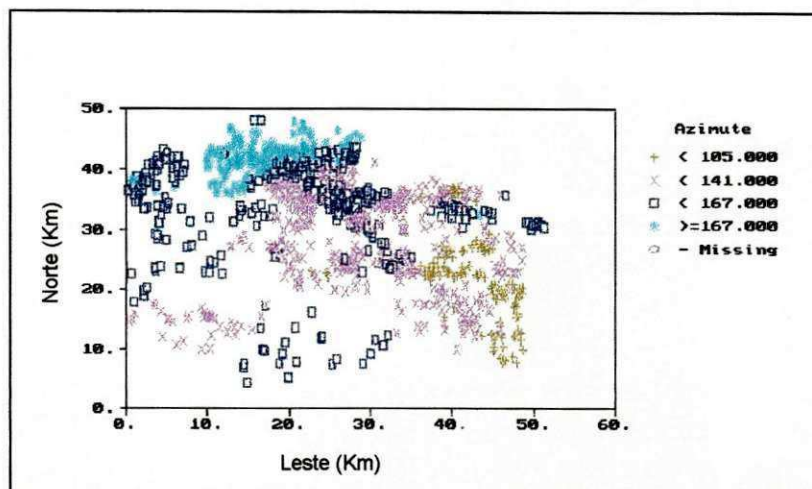


Figura 30 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo fratura.dat (85° – 180° Az).

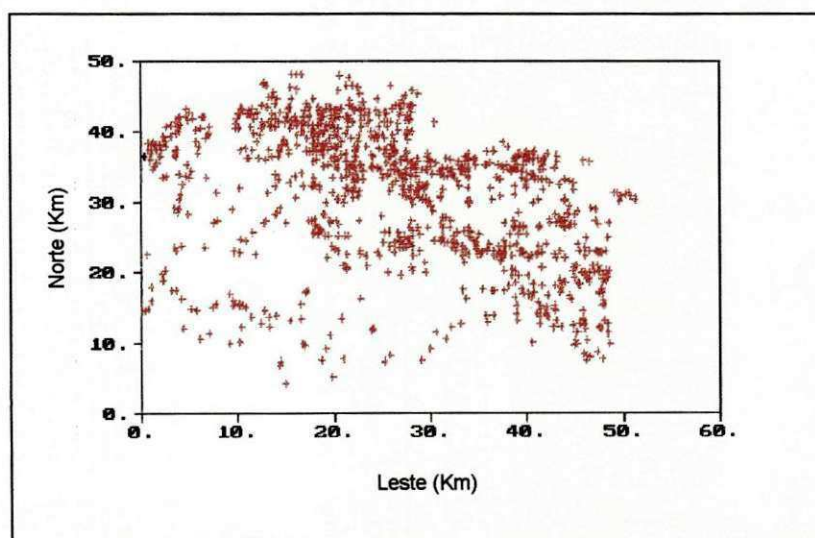


Figura 31 – Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo fratura.dat. (85° – 180° Az).

5.1.1 Grupo de fratura – F 3. dat - Região Norte

Os parâmetros estatísticos obtidos para a região norte encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Descrições estatísticas do grupo de fratura – F.3. dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	368
Média dos azimutes (graus)	120,13
Variância (S^2x)	662,62
Desvio padrão (Sx)	25,74
Coef. de variação (%)	21,43
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	0,42
Coef. de kurtosis (Curtose)	1,79
Azimute mínimo (graus)	86
Mediana dos azimutes (graus)	108
Azimute máximo (graus)	178

A distribuição da população é lognormal (Fig. 32) e sua assinatura é positiva, indicando que os valores altos estão aglomerados mais à esquerda da média, com a maioria dos valores extremos à direita, isto é, ao contrário da anterior, provavelmente por causa do menor número de observações e apresentando várias modas (multimodal). O coeficiente de variação relativamente baixo, indica uma pequena variação nos azimutes de fraturas. O valor da curtose é menor que 3, caracterizando uma distribuição platicúrtica. O desvio padrão é de 25,74 menor que o verificado anteriormente, logo demonstrando pequena dispersão dos azimutes, em torno da média. O gráfico de probabilidade (Fig. 33), reforça um traçado polimodal, com assimetria positiva, de curva lognormal.

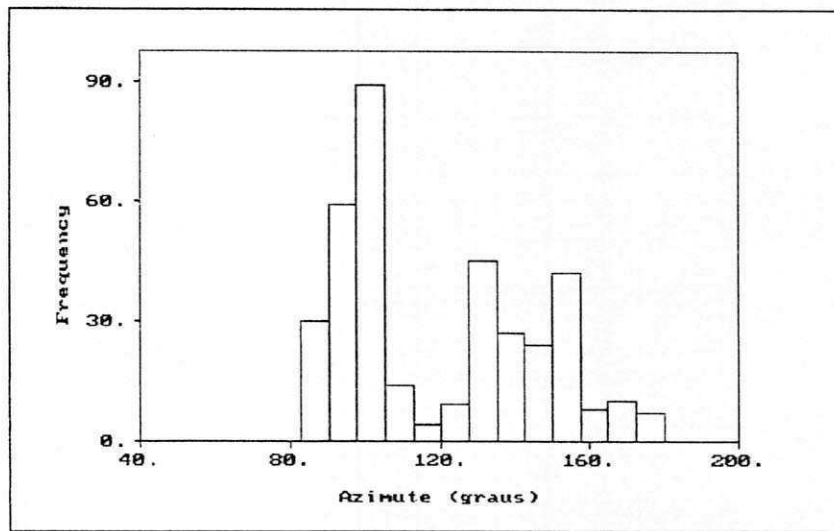


Figura 32 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura - F3. dat - Região Norte (86° - 178° Az)

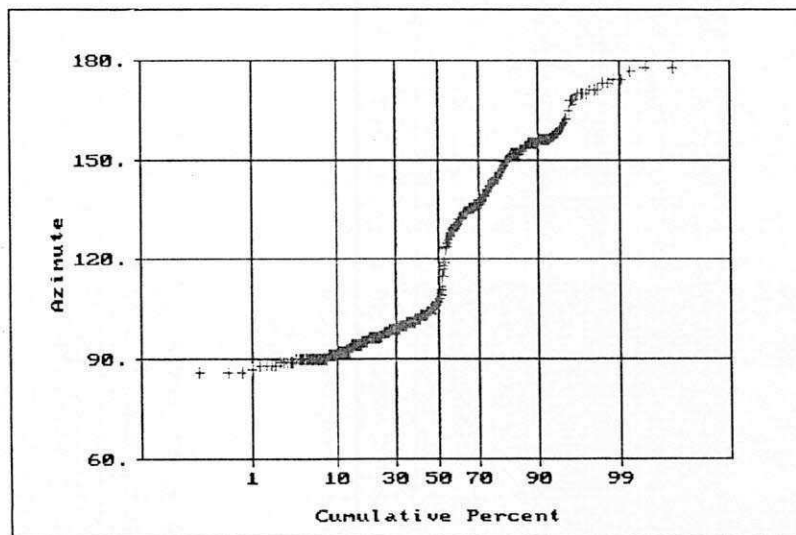


Figura 33 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F3.dat – Região Norte (86° – 178° Az).

Na Fig. 34 observa-se a distribuição espacial dos azimutes com suas respectivas localizações.

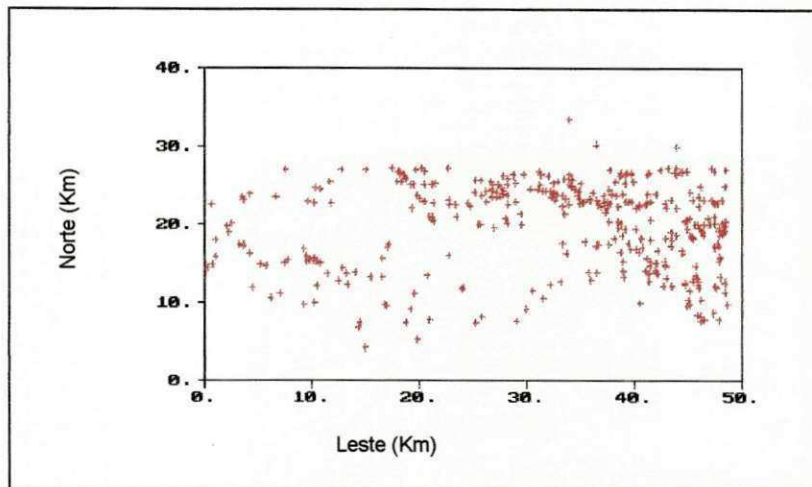


Figura 34 – Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura – F3.dat – Região Norte (86° – 178° Az).

Após várias tentativas de elaboração do VAR experimental, os variogramas indicam comportamentos espaciais semelhantes, com os variogramas anteriores. O VAR escolhido foi confeccionado com direção 0°, tolerância 90°, e incremento 2,5 km, com distância máxima de 49.7 km (Fig. 35). Neste VAR resultou na inclusão de maior número de pares 16.383, com 20 intervalos de classe, com maior número de pares em cada intervalo, apresentando o mesmo fenômeno regionalizado isotrópico. Portanto, foi comprovada a robustez deste variograma. O ajuste do VAR teórico foi feito variando os parâmetros a , C_0 ou C . Os parâmetros escolhidos que melhor representaram o VAR foram os seguintes : $C_0 = 200$, $C_0 + C = 500$ e $a = 26$ km (Fig. 36), que apresentam a mesma variação das observações anteriores, de 30% de componente aleatória.

O VAR teórico foi analisado pela validação dos dados observados. Os valores encontrados na validação são a média estimada dos azimutes de 120.13 e a variância de 660,82. A diferença entre as médias dos azimutes observados e estimados é representada pela média do erro de -0,284, e a variância do erro que

alcançou 362,33. Num intervalo de confiança de 95% o resultado encontrado do Z score foi de - 0,02 que é relativamente muito abaixo do valor de tabela 1,96, demonstrando que a média observada pode ser considerada bem próxima a média estimada com muita confiança (Tabela 7).

Tabela 7 - Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura - F 3. dat.

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)	
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
	N ^o Dados : 368 N ^o Pares: 16 383 Incremento: 2,5 km
	Nugget = 200 Sill = 500 Range = 25 km
Média observada	120,16
Variância observada	662,59
Média estimada	119,49
Variância estimada	340,33
Média do erro	- 0,28
Variância do erro	362,33
Variância da krigagem	0,50
Zscore	- 0,02
Z desvio padrão	1,18
Efeito de pepita relativo (ϵ)	0,40
Razão K	0,30

As características estruturais refletidas pelo VAR teórico, têm o mesmo comportamento do VAR anterior (Fig. 28), com efeito proporcional, mesmo diminuindo o número de observações não houve mudança na estrutura variográfica, como pode ser observada (Fig. 35).

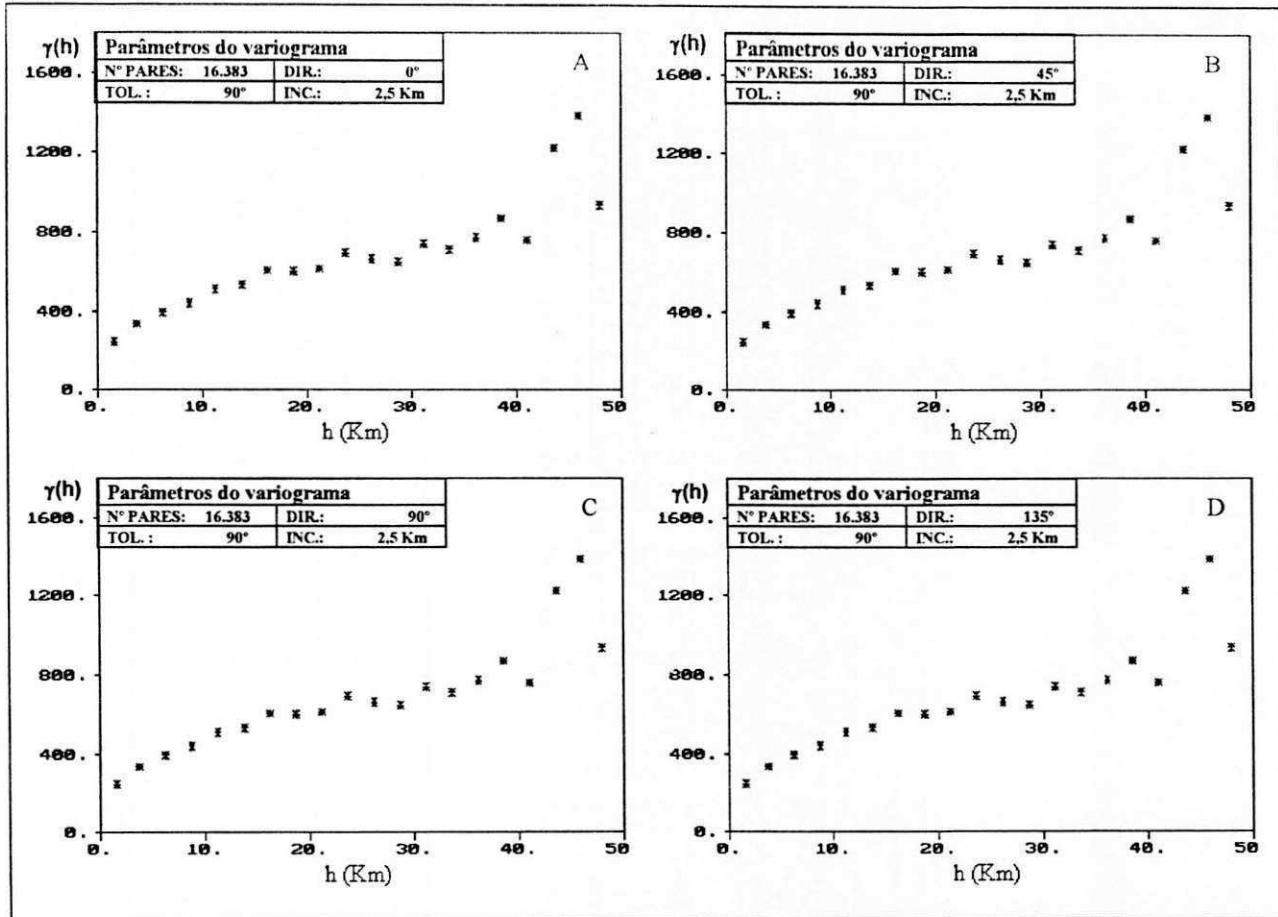


Figura 35 – Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura - F3.dat – Região Norte (86° – 178° Az) (Anexo A).

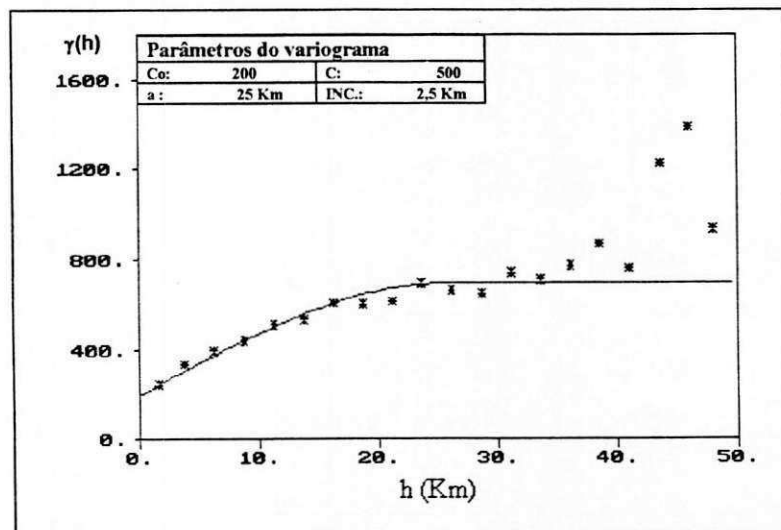


Figura 36 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura – F3.dat – Região Norte (86° – 178° Az).

No diagrama de dispersão (Fig. 37) revela as mesmas características do anterior, isto é, dispersão dos valores em relação as suas médias. Na Fig. 38, observa-se que os valores krigados dos azimutes predominam no intervalo menor que 142° Az., aproximadamente NW-SE.

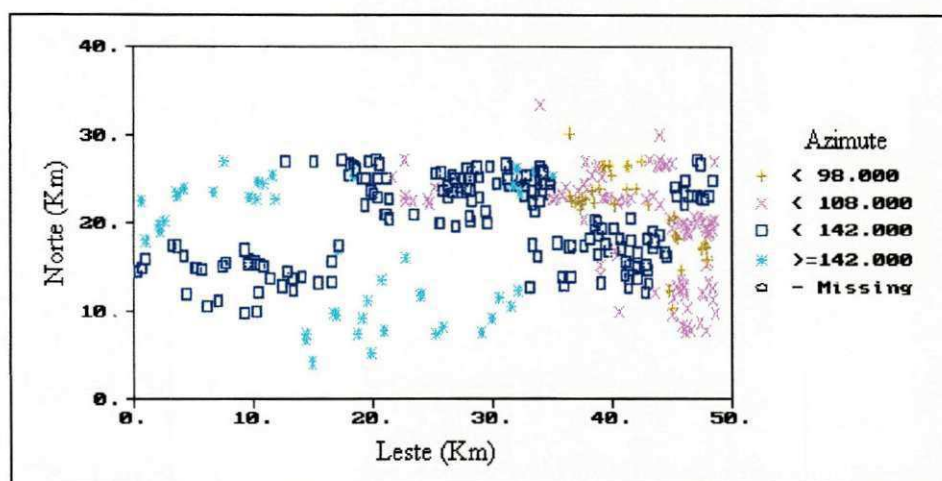


Figura 37 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do Grupo de fratura – F3.dat – Região Norte (86° – 178° Az).

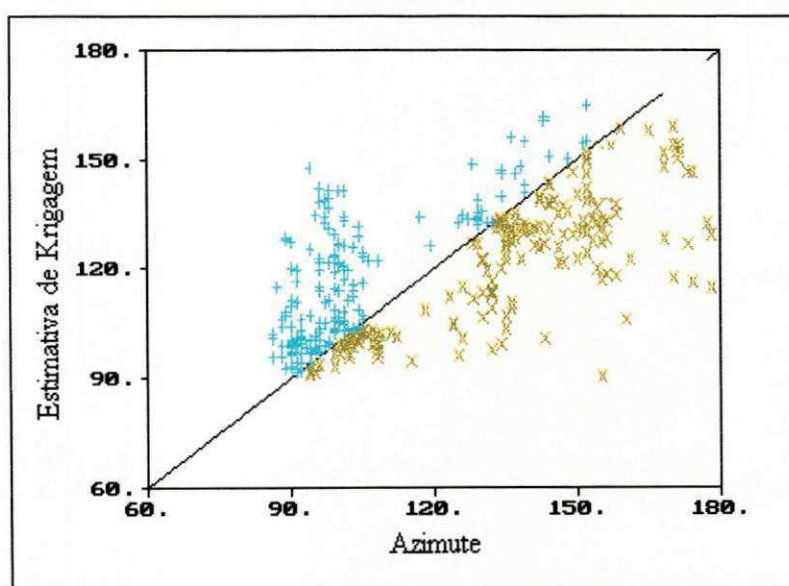


Figura 38 – Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do Grupo de fratura – F3.dat – Região Norte (86° – 178° Az).

5.1.2 Grupo de fratura – F 4. dat - Região Sul

Na análise dos parâmetros estatísticos básicos das fraturas pesquisada da região sul, recorre-se aos valores discriminados na Tabela 8.

Tabela 8 – Descrições estatísticas do grupo de fratura - F 4. dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	770
Média dos azimutes (graus)	146,66
Variância ($S^2 x$)	713,49
Desvio padrão (Sx)	26,71
Coef. de variação (%)	18,21
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	-0,79
Coef. de kurtosis (curtose)	2,74
Azimute mínimo (graus)	85
Mediana dos azimutes (graus)	149
Azimute máximo (graus)	180

Os resultados dos parâmetros estatísticos da Tabela 8, constam que o desvio padrão é relativamente baixo, demonstrando que o grau de dispersão dos azimutes é pequeno em torno do valor médio. O efeito da variação foi de 18.21, relativamente baixo, indicando uma variação mínima nos azimutes. A assimetria (grau de desvio) foi de $-0,79$, caracterizando uma distribuição assimétrica negativa, a média tende a situar-se ao lado da cauda mais longa da distribuição, na extrema esquerda do gráfico (Fig. 39). A curtose foi de 2.47 caracterizando como curva platicúrtica (curtose < 3). O histograma de frequência simples é multimodal, com distribuição aparentemente lognormal. A curva de probabilidade mostra um traçado sigmóidal ocasionada pela distribuição polimodal (Fig. 40).

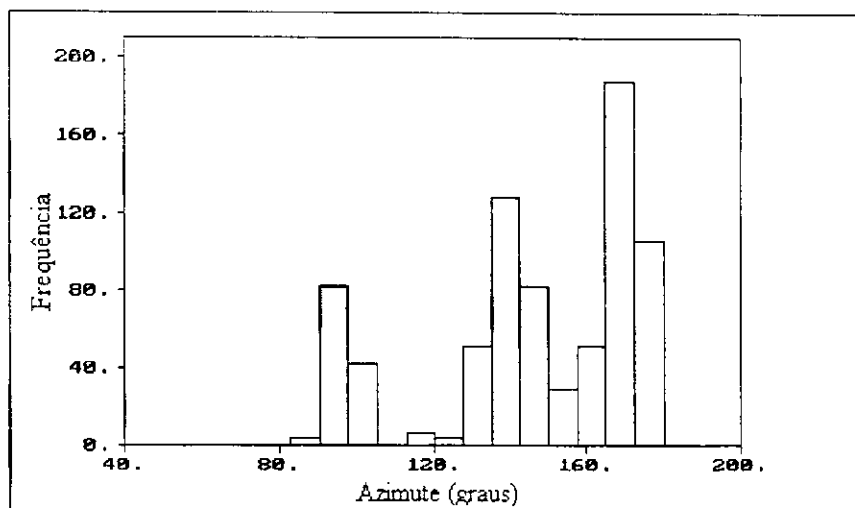


Figura 39 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).

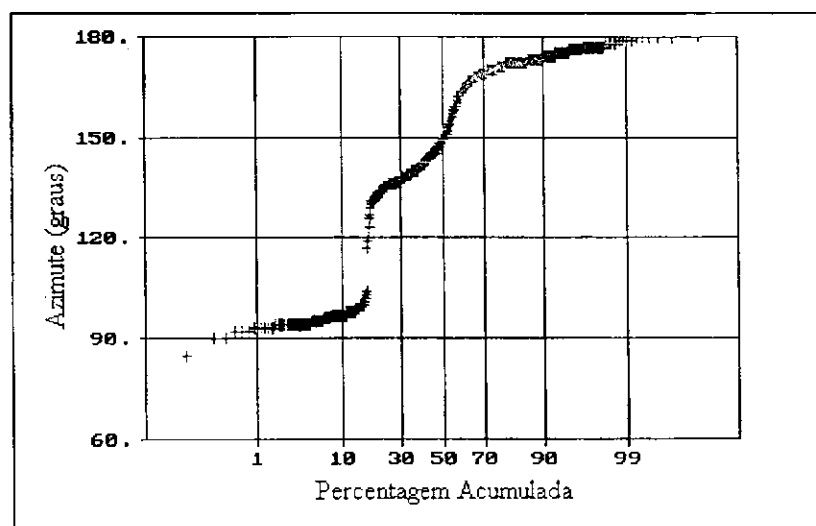


Figura 40 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).

No modelamento dos VARs experimentais foram construídos diversos variogramas, variando direção e tolerância com objetivo de encontrar um modelo mais apropriado. Todos os VARs médios, apresentaram uma estrutura variográfica satisfatória, com um comportamento bem semelhante, apresentando um efeito buraco em torno de 20 cm, em todas as direções empregadas, e um fenômeno isotrópico. O VAR médio escolhido foi elaborado com ângulo de tolerância de 90°

direção 0°, incremento de 1,72 km, resultando em 20 intervalos de classes, com um maior número de pares que foi de 16.384, com distância máxima de 34,2 km, apresentando um modelo com patamar e efeito pepita (Fig. 41).

O VAR teórico foi ajustado ao variograma experimental, com os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0) de 97, patamar total ($C_0 + C$) de 425 e alcance (a) de 25 km (Fig. 42), apresentando uma razão K de 0,19, portanto cerca de 19% da variação das amostras são aleatória imprevisível, com efeito pepita relativa de 0,23, portanto é uma componente aleatória importante.

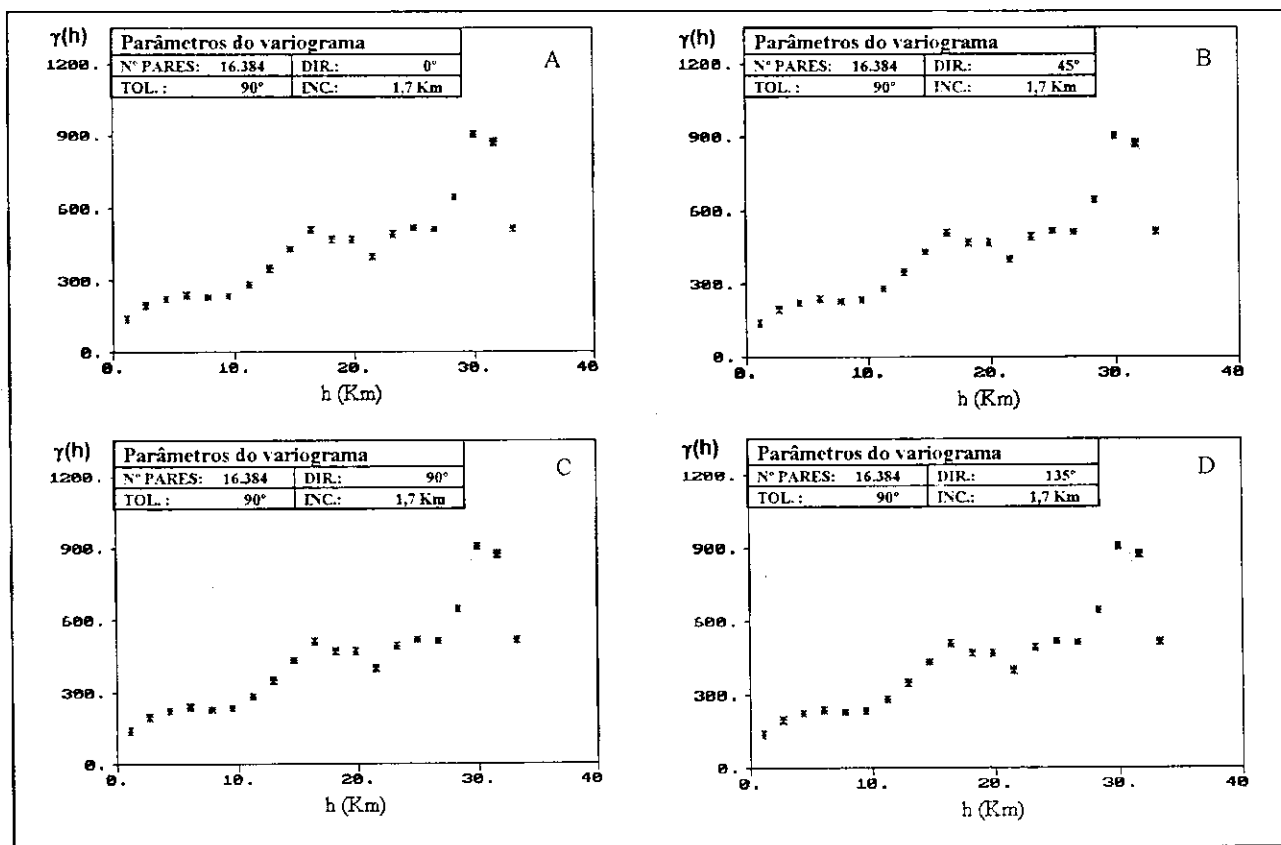


Figura 41 – Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az) (Anexo A).

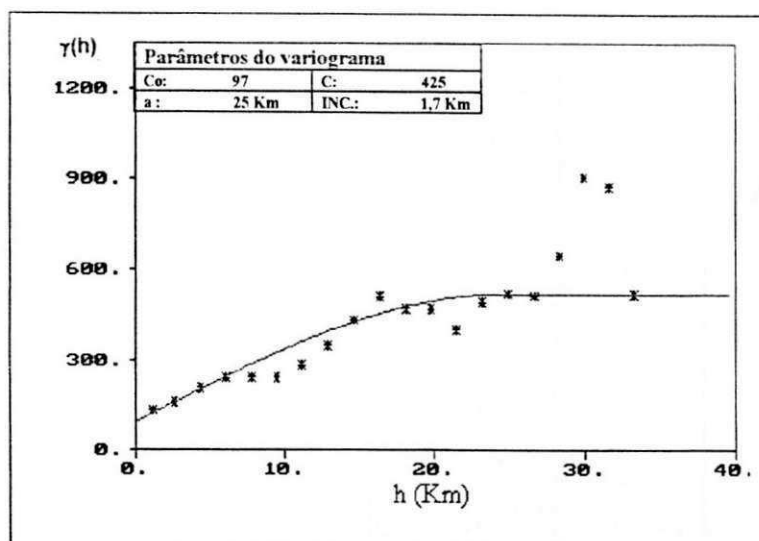


Figura 42 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).

A validação dos dados observados resultou nas estimativas mostradas na Tabela 9.

Tabela 9 – Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura - F4.dat.

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)	
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Média observada	146,66
Variância observada	713,48
Média estimada	146,34
Variância estimada	375,55
Média do erro	-0,32
Variância do erro	425,80
Variância da krigagem	0,28
Z score	-0,023
Z desvio de padrão	1,82
Efeito de pepita relativo (ϵ)	0,23
Razão K	0,19

A avaliação dos dados observados através do VAR teórico resulta que os valores amostrais expostos é que a média do erro entre fraturas é muito pequena, valores próximos de zero, portanto mais reduzida será a dispersão populacional, refletindo parâmetros variográficos estruturalmente confiáveis. A variância da Krigagem cujo valor é 0,28, diminuiu neste modelo teórico encontrado, resultado de menor erro amostral, implicando uma melhor estrutura variográfica. O valor encontrado pela Zscore foi de $-0,02$; que está abaixo do valor crítico de 1,96 no intervalo de confiança de 95%, comprovando que a diferença entre as médias observadas e esperadas não é significativa. Na Fig. 43 observa-se uma maior concentração de fraturas no intervalo menor que 170° Az, evidenciando grupo de fraturas com valores altos de azimuth, com direção aproximada N-S. Na Fig. 44 observa-se a distribuição dos azimutes observados e estimados com suas respectivas localizações. A variância da Krigagem revela que os valores observados e estimados dos azimutes da dispersão (Fig. 45), distanciaram-se em relação as suas médias, refletindo em menores desvios na variância de krigagem.

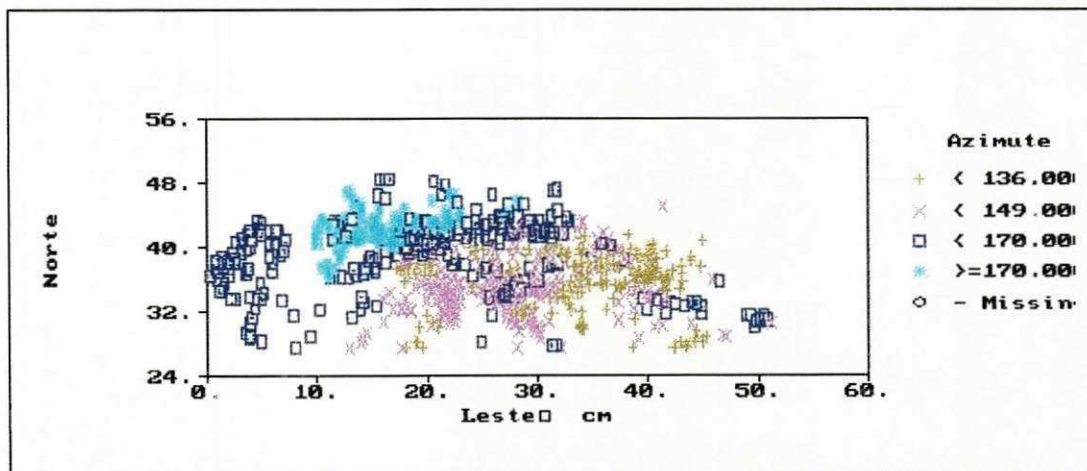


Figura 43 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul ($85^\circ - 180^\circ$ Az).

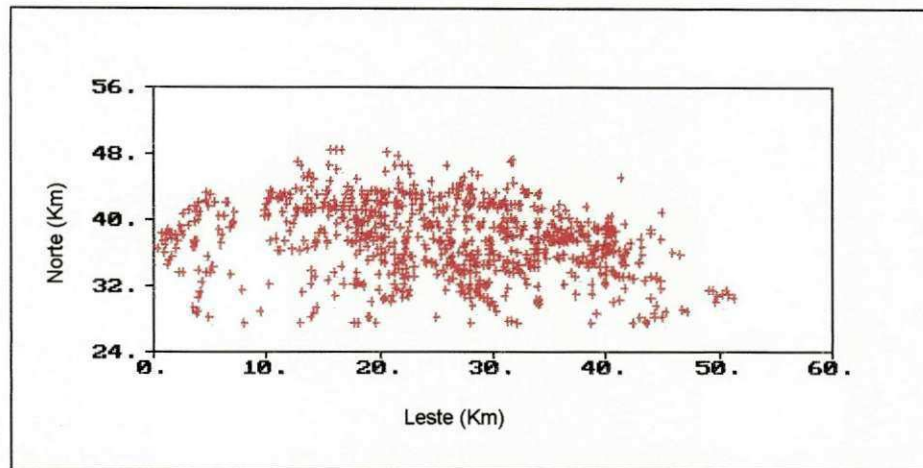


Figura 44 – Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).

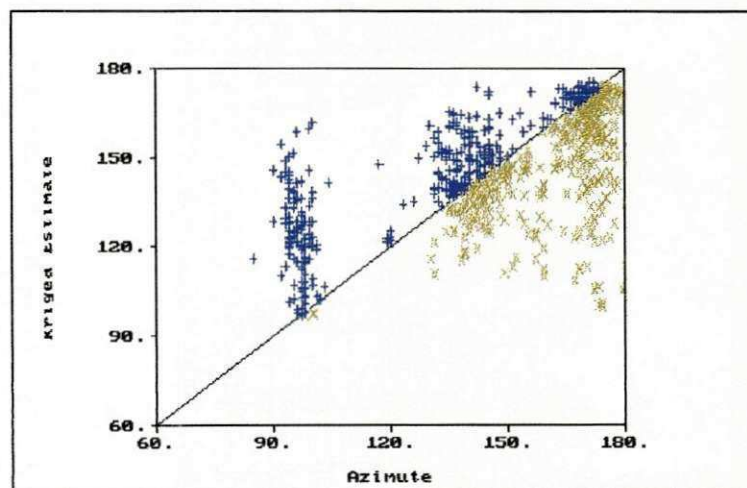


Figura 45 – Diagrama de Dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura – F4.dat – Região Sul (85° - 180° Az).

5.1.3 Grupo de fratura - F5.dat

Na análise de 328 azimutes de fraturas, verifica-se que a média foi de 97,77 com variância de 35,97. O coeficiente de variação de 6,13, com desvio padrão de 6,0, relativamente baixo, demonstrando uma dispersão pequena em torno do valor médio (Tabela 10).

Tabela 10 – Descrições estatísticas do grupo de fratura - F 5. dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	328
Média dos azimutes (graus)	97,77
Variância ($S^2 x$)	35,97
Desvio padrão (Sx)	6,00
Coef. de variação (%)	6,13
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	1,16
Coef. de kurtosis (curtose)	5,65
Azimute mínimo (graus)	85
Mediana dos azimutes (graus)	97
Azimute máximo (graus)	120

Os momentos estatísticos obtidos na Tabela 10, mostram que o histograma de frequência simples é caracterizado pela distribuição assimétrica multimodal e aparentemente lognormal com assinatura positiva, isto é, com maior frequência das amostras com baixos azimutes (Fig. 46). Os parâmetros estatísticos da frequência de distribuição moda > média > mediana, impõe a curva do tipo assimetria positiva. A curtose é de 5,65, com distribuição bastante pontiaguda, caracterizando como leptocúrtica. Como o coeficiente de variação é de 6,13, está situado entre 5 a 40%, leva a concluir que os azimutes são regulares nesta área. O gráfico de probabilidade (Fig. 47), mostra um traçado em forma de S, com um curvamento a partir do valor acima de 105° Az, ocasionado pela distribuição multimodal, com misturas de populações, onde esses valores extremos podem ser considerados como possível efeito pepita, de acordo com o gráfico.

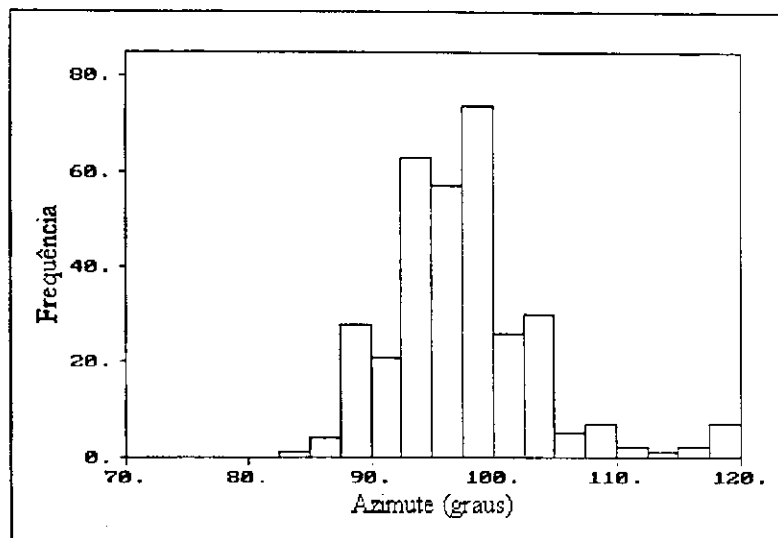


Figura 46 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).

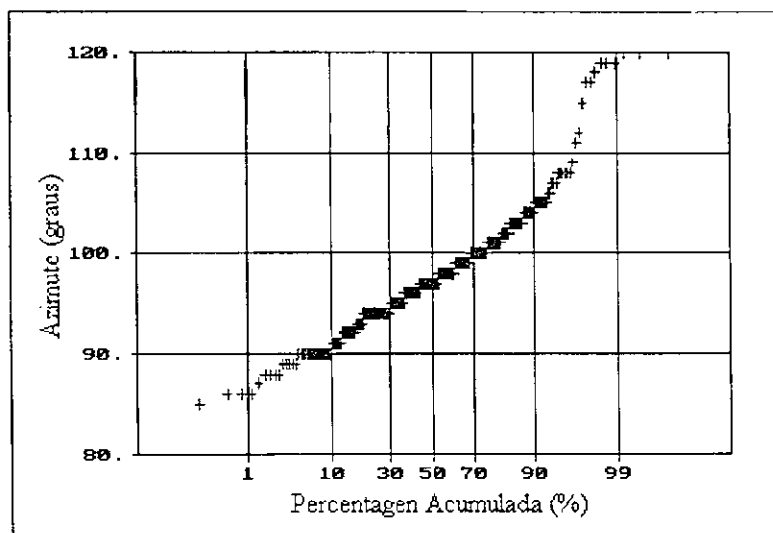


Figura 47 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura – F5.dat (85° - 120° Az).

Na tentativa de escolher a melhor estrutura variográfica, foram confeccionados, vários VARs experimentais, variando direções, tolerância e incremento, o que se observou é que não existe efeito proporcional e sim um variograma isotrópico, com efeito buraco conhecido como “dentes de serra”.

O variograma experimental selecionado (Fig. 48) tem direção 0°, tolerância 90° e incremento 1,95 km, e fica demonstrado que dos 20 intervalos de classe,

somente 01 tem menos de 30 pares, com distância máxima de 38,9 km, cujos resultados atingiram maior número de pares, considerando-se um variograma robusto. O ajuste do VAR teórico sobre o VAR médio foi realizado após várias tentativas de encontrar uma estrutura razoável, apresentando um efeito pepita de 28, patamar de 12 e alcance de 6 km.

O variograma teórico expressa um comportamento descontínuo na origem e esboçou um crescimento na função $\gamma(h)$ (Fig.49). O gráfico descreve um comportamento ondulatório com um componente aleatório pequeno e a análise da razão K foi de 0,7 permitindo concluir que a componente aleatória é bastante alta. O efeito buraco reflete a regionalização das macro-estruturas e revela os diferentes tipos de litologias com várias fases de deformação e eventos tectônicos.

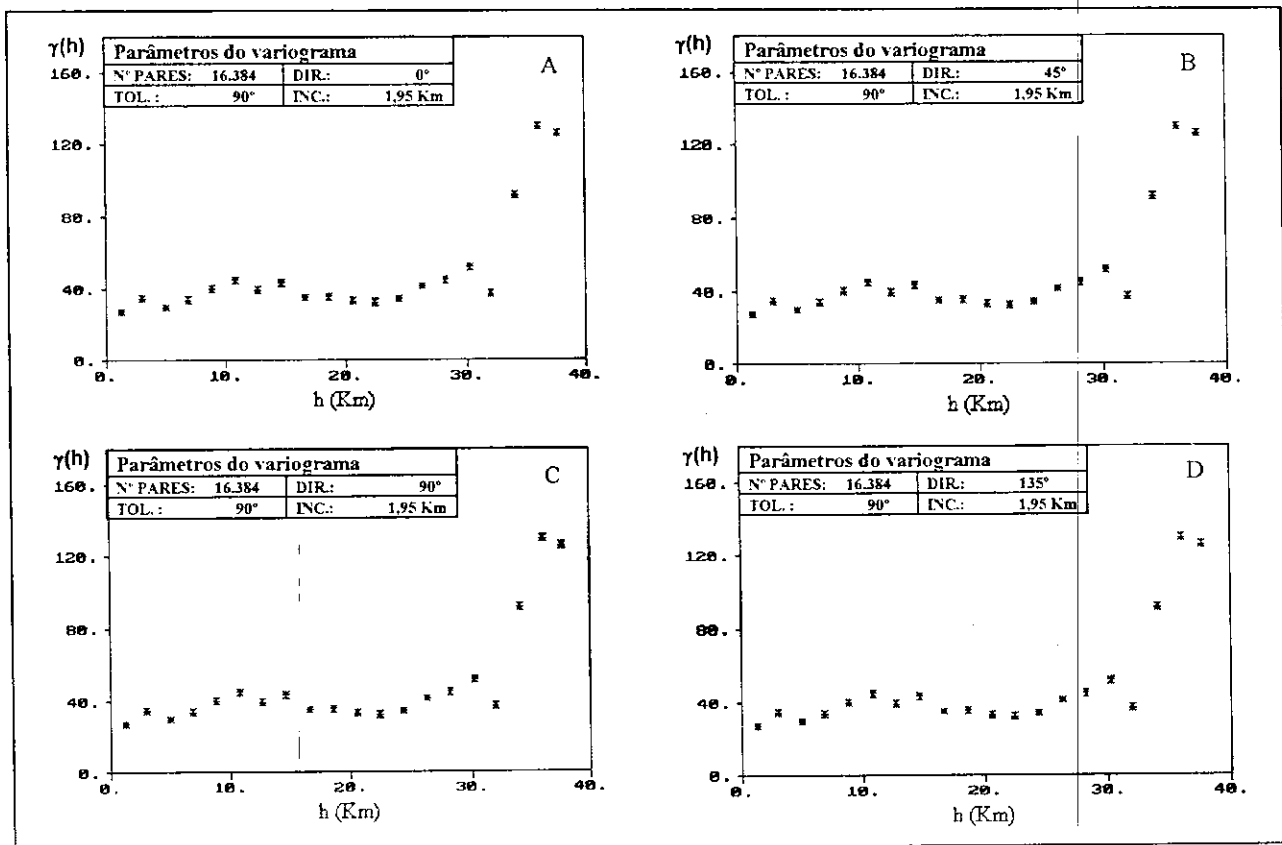


Figura 48 – Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura - F5.dat (85° - 120° Az) (Anexo A).

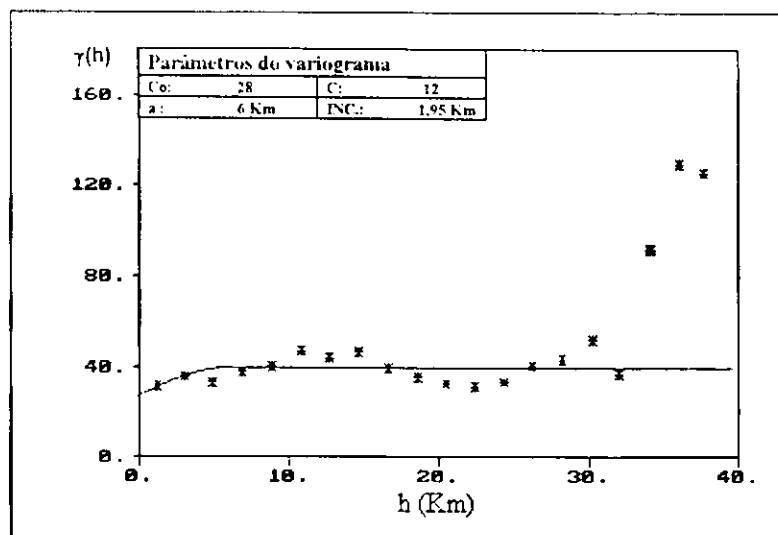


Figura 49 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura - F5.dat (85° - 120° Az).

Nos resultados da validação da Tabela 11, o valor da média do erro entre azimutes de fratura está próximo de zero, logo o estimado é confiável. O valor do cálculo de Zscore foi de - 0,001, muito abaixo do valor crítico de 1,96 com um nível de significância de 0,05 (5%), resultando na aceitação da hipótese nula.

Tabela 11 – Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura - F 5. dat.

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)	
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
	Nº de dados: 328 Nº de pares: 16384 Incremento: 1,95 km
	Nugget: 28 Sill: 12 Range: 6 km
Média observada	97,77
Variância observada	35,98
Média estimada	97,76
Variância estimada	12,96
Média do erro	- 0,003
Variância do erro	26,32
Variância da krigagem	0,04
Z score	-0,001
Z desvio de padrão	0,85
Efeito de pepita relativo (ε)	2,30
Razão K	0,70

A variância da krigagem (Fig. 50) revela que os valores da dispersão dos azimutes observados e estimados, distanciam em relação as suas médias, logo refletindo diretamente menores desvios na variância da krigagem. Nas Fig. 51 e 52 observa-se a distribuição espacial dos azimutes e uma maior concentração de fraturas no intervalo menor que 100° Az com direção aproximada E-W.

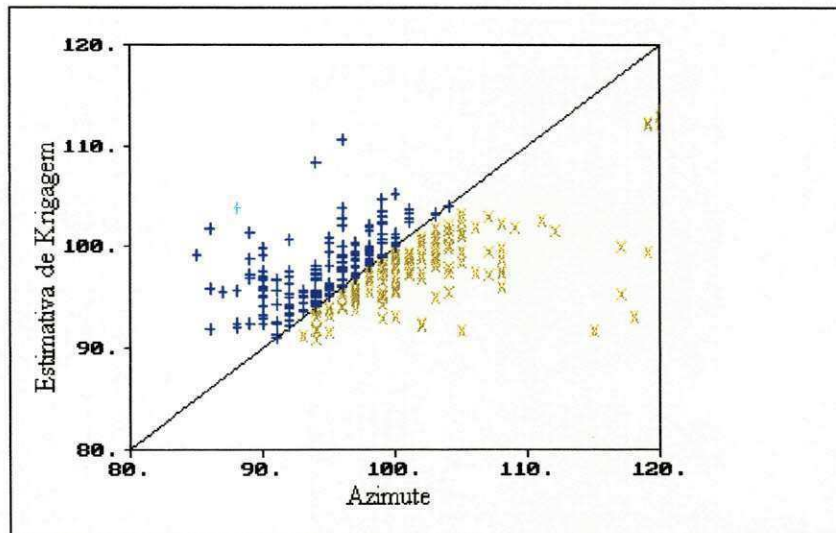


Figura 50 – Diagrama de Dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura - F5.dat ($85^\circ - 120^\circ$ Az).

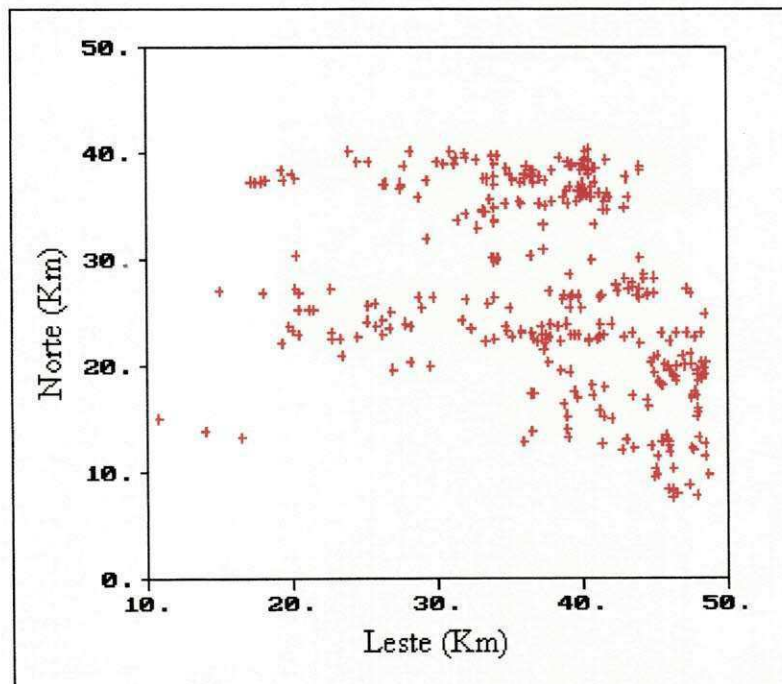


Figura 51 – Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura - F5.dat ($85^\circ - 120^\circ$ Az).

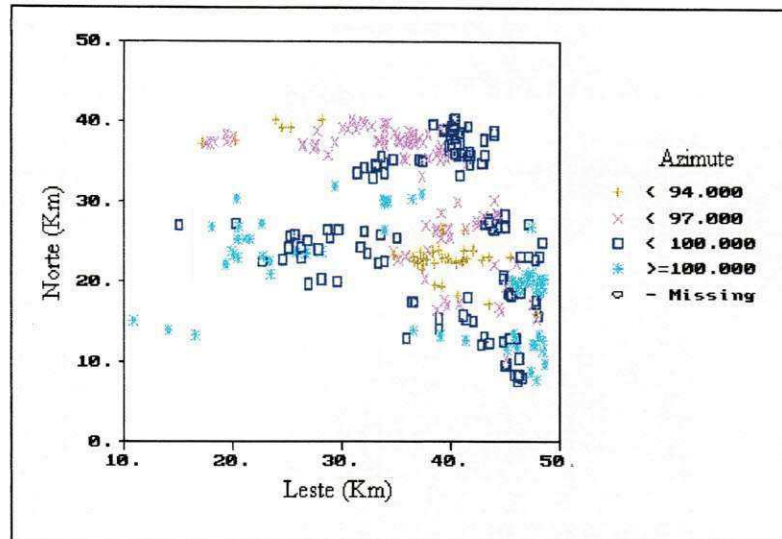


Figura 52 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do Grupo de fratura - F5.dat (85° - 120° Az).

5.1.4 Grupo de fraturas - F6. dat.

Foram realizadas análises dos momentos estatísticos dos azimutes de fraturas do agrupamento F6.dat. composta de fraturas entre 123° a 160° Az. A Tabela 12 exhibe os resultados decorrentes dos dados extraídos nesse grupo.

Tabela 12 – Descrições estatísticas do grupo de fratura - F 6. dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	454
Média dos azimutes (graus)	141,97
Variância ($S^2 x$)	71,22
Desvio padrão(Sx)	8,44
Coef. de variação (%)	5,94
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	0,27
Coef. de kurtosis (curtose)	2,30
Azimute mínimo (graus)	123
Mediana dos azimutes (graus)	141
Azimute máximo (graus)	160

O histograma de frequência apresenta várias modas (multimodal), sua assimetria é positiva com valor de 0,27 e a curtose é de 2,30, caracterizando como platicúrtica (Fig. 53). Na curva de probabilidade, nota-se um traçado em forma de S do tipo lognormal (Fig. 54). O coeficiente de variação indicou regularidade na distribuição dos azimutes neste agrupamento.

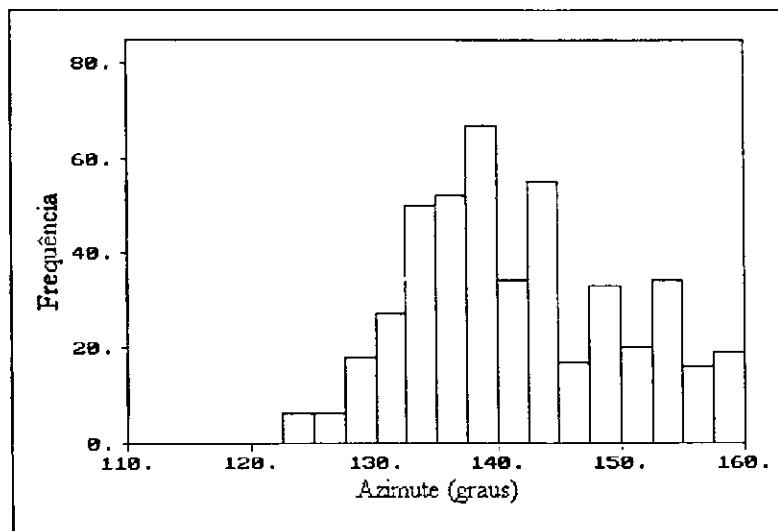


Figura 53 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura - F6.dat (121° - 160° Az).

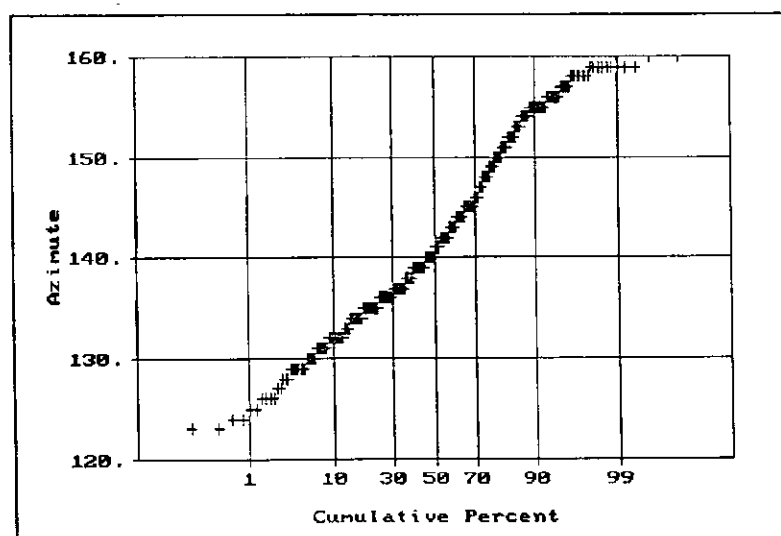


Figura 54 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura - F6.dat (121° - 160° Az).

O modelamento dos variogramas experimentais prosseguem com os mesmos passos descritos anteriormente, isto é, os VARs, foram confeccionados variando os ângulos de direção, tolerância e incremento, como nos variogramas anteriores. As características permaneceram as mesmas com uma estrutura variográfica pouco definida, com efeito buraco.

Na Fig. 55, observa-se que os variogramas experimentais foram calculados em diferentes direções e fornecem o mesmo VAR experimental, em ambos os gráficos, apresentando um fenômeno regionalizado isotrópico. Nota-se estruturas de efeito buraco, observado quando $\gamma(h)$ apresenta abaixo do patamar; os valores $\gamma(h)$ acima daquele valor do patamar compensam, de certa forma, os “buracos” referidos, o que permite acreditar na existência do patamar e admitir a existência de um fenômeno de transição especial, registre-se que antes do aparecimento do primeiro “buraco” o $\gamma(h)$ ultrapassa nitidamente o valor da variância “a priori”, decrescendo depois rapidamente para primeiro “buraco”, sendo este fenômeno chamado “pescoço de cavalo”.

O variograma experimental escolhido foi elaborado com distância limite adotado de 50,3 km, com incremento de 2,53 km, com 16.383 pares. A direção trabalhada 0° e tolerância 90° (Fig. 55a).

O resultado do VAR experimental mostra um fenômeno isotrópico e que dos 20 intervalos de classe, apenas 1 resultou com menos de 30 pares, nota-se que é um variograma disperso, com estrutura de efeito buraco. O VAR teórico foi confeccionado a partir dos dados obtidos do VAR médio apresentando efeito pepita 61, patamar 33 e alcance de 9 km (Fig. 56), com efeito pepita relativo 1,8, portanto é uma componente aleatória bastante alta e a razão K foi de 0,65, logo cerca de 65% dos azimutes de fraturas neste grupamento tem componente aleatória imprevisível.

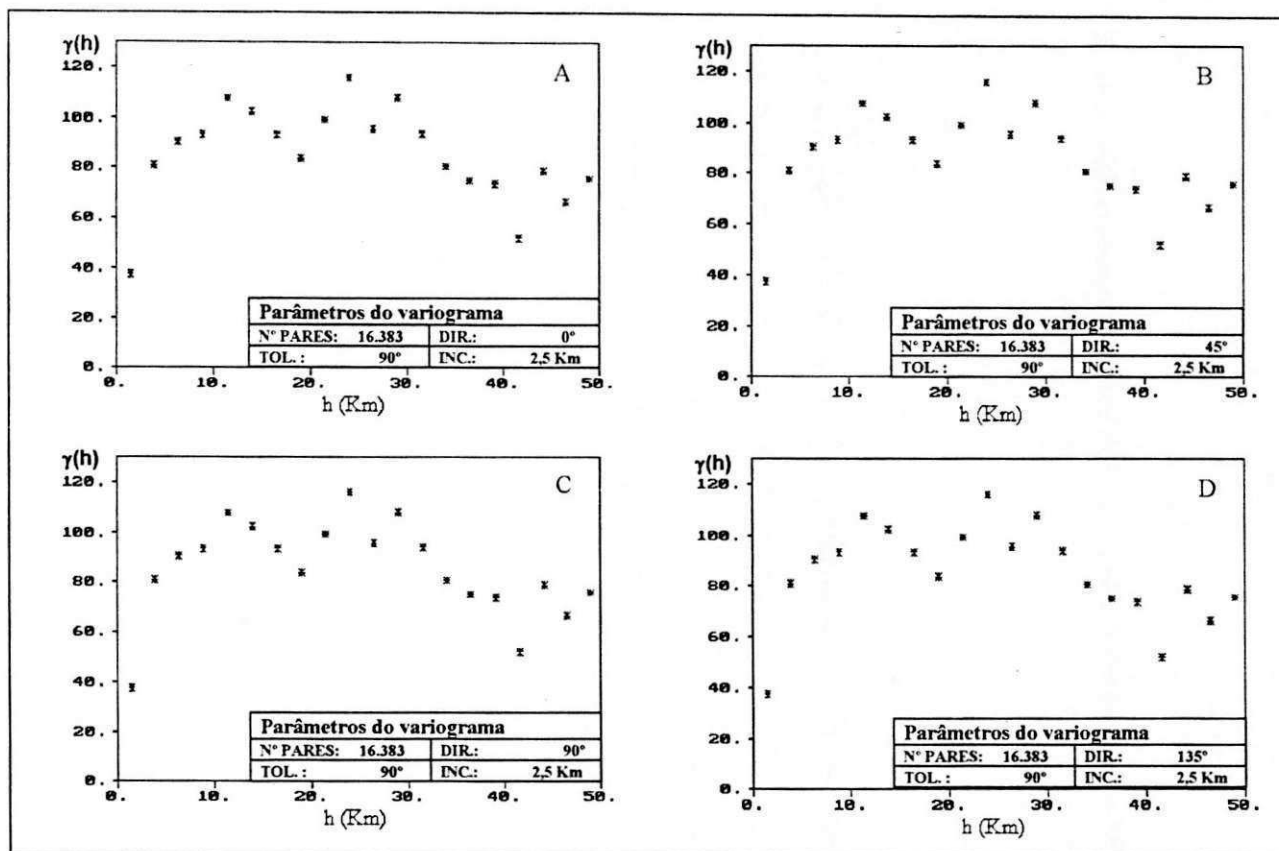


Figura 55 – Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fratura - F6.dat (121° - 160° Az) (Anexo A).

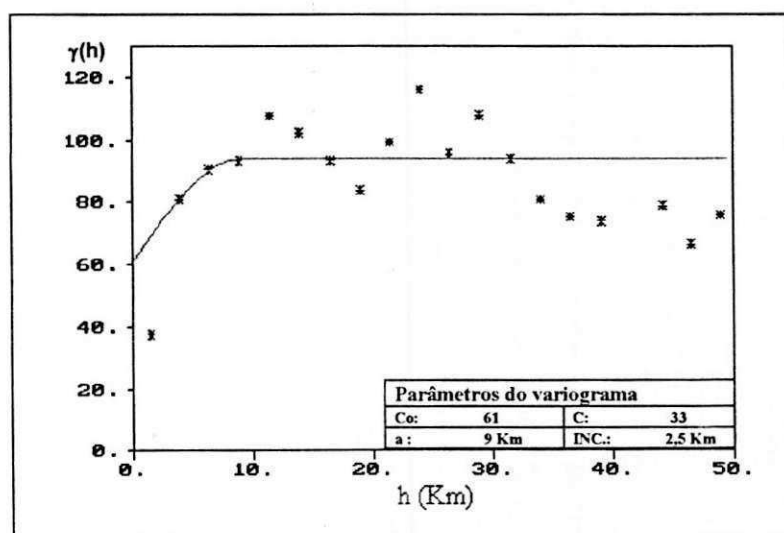


Figura 56 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de fratura - F6.dat (121° - 160° Az).

Na interpretação dos dados de validação (Tabela 13), pode-se concluir que, a média do erro entre os azimutes está próxima de zero, logo o esticador é de confiança, os baixos desvios provenientes das variâncias, validaram as análises variográficas (Fig. 55 e 56). O valor revelado pelo Z score foi de $-0,001$ muito abaixo do valor crítico de 1,96 no intervalo de confiança de 95%, portanto a hipótese nula é aceita.

Tabela 13 – Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura - F 6. dat.

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)	
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
	Nº de dados: 454 Nº de pares: 16384 Incremento: 2,5 km Nugget: 61 Sill: 33 Range: 9 km
Média observada	141,97
Variância observada	71,22
Média estimada	141,87
Variância estimada	35,26
Média do erro	- 0.009
Variância do Erro	38,16
Variância da krigagem	0,09
Z score	-0,001
Z desvio de padrão	0,48
Efeito de pepita relativo (ϵ)	1,8
Razão K	0,65

A variância da krigagem revela que os valores da dispersão dos azimutes observados e estimados distanciam-se em relação as suas médias, refletindo em menores desvios na variância da krigagem (Fig. 57). O gráfico da validação cruzada, a partir da estimação dos valores das observações do grupo de fratura - F6.dat (Fig. 58), passa a representar a distribuição dos azimutes com concentrações de fraturas, com as devidas localizações.

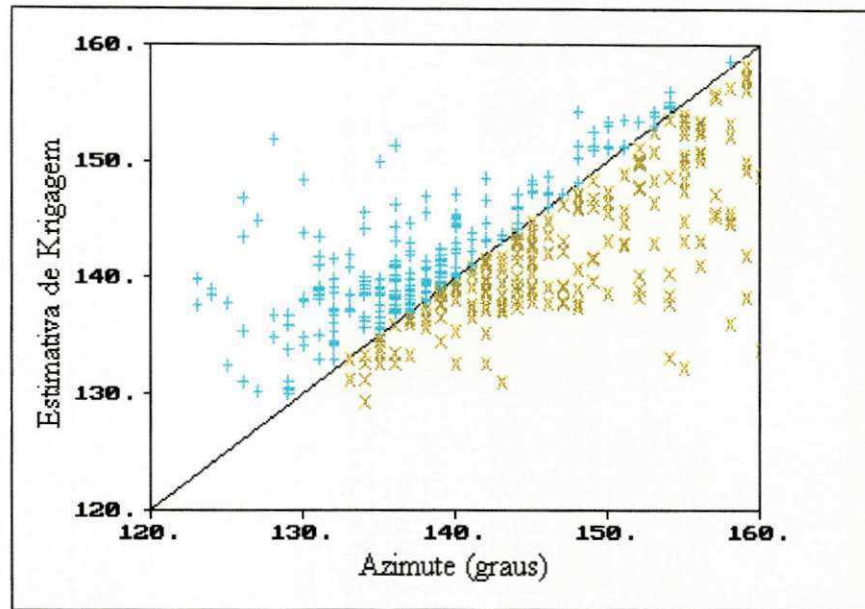


Figura 57 – Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura - F6.dat (121° - 160° Az)

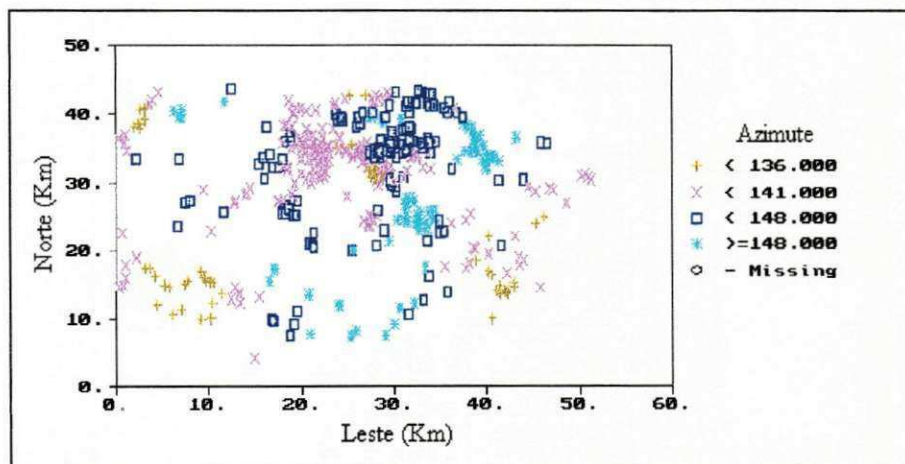


Figura 58 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do Grupo de fratura - F6.dat (121° - 160° Az)

5.1.5 Grupo de fraturas - F7.dat

A última fase das análises dos valores estatística do grupo de fraturas está representados na Tabela 14.

Tabela 14 – Descrições estatísticas do grupo de fratura - F 7. dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	379
Média dos azimutes (graus)	170,81
Variância ($S^2 x$)	15,60
Desvio padrão (Sx)	3,95
Coef. de Variação (%)	2,31
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	-0,19
Coef. de kurtosis (curtose)	2,92
Azimute mínimo (graus)	161
Mediana dos azimutes (graus)	171
Azimute máximo (graus)	180

Com a avaliação dos parâmetros estatísticos básicos, constatou-se que entre os grupos pesquisados, este apresentou menores valores de variância, desvio padrão e coeficiente de variação. Portanto, implica um grupo de fraturas de mesma origem. O conjunto populacional assume um comportamento quase normal (Fig. 59 e 60) com pequena assimetria negativa (a frequência dos azimutes com valores altos predominam).

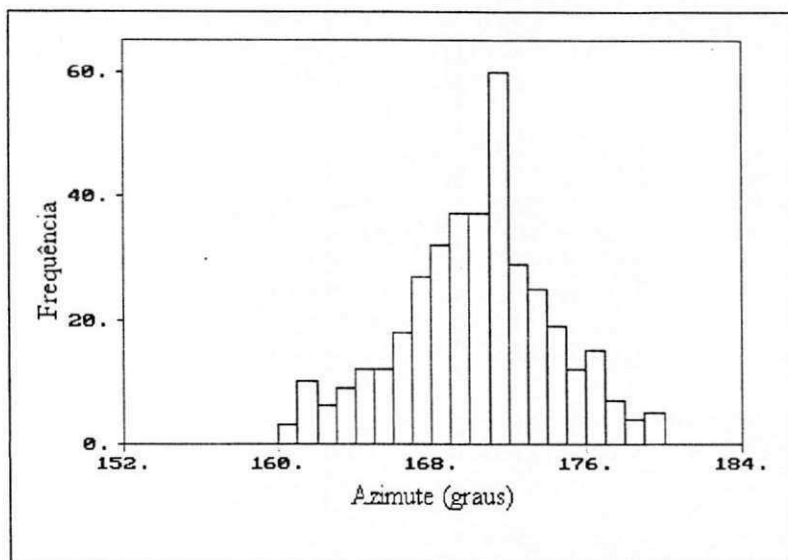


Figura 59 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de fratura - F7.dat (161° - 180° Az).

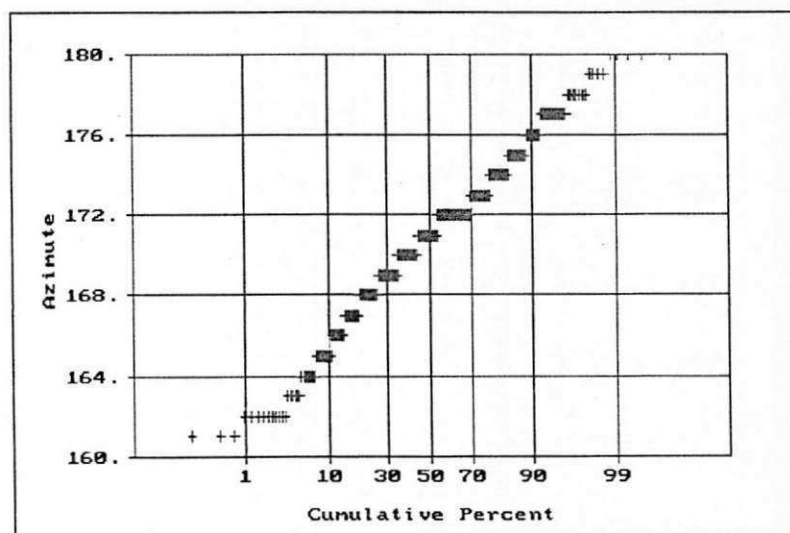


Figura 60 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de fratura - F7.dat (161° - 180° Az).

Os parâmetros estatísticos moda, média e mediana, caracteriza como uma curva de distribuição aparentemente normal. A curtose foi de 2,92, caracterizando com uma curva platicúrtica. O coeficiente de variação foi de 2,31, indicando muito pequena ausência de variação nos azimutes.

Os variogramas experimentais foram construídos seguindo diferentes direções e tolerâncias, no espaço, visando à variação na função variograma, contudo forneceu a mesma estrutura variográfica, portanto há um fenômeno regionalizado isotrópico, (Fig. 61). O variograma experimental selecionado foi confeccionado com direção 0°, tolerância 90°, incremento de 2,5 km, com distância máxima de 49,7 km, com 20 intervalos de classes, com um maior número de pares de observações, portanto, pode-se considerar como um variograma robusto. As características refletidas pelo VAR médio têm uma estrutura isotrópica e um comportamento chamado efeito buraco, a partir de 20 km, que representa os valores altos e baixos dos azimutes ao longo daquela direção (Fig. 61a).

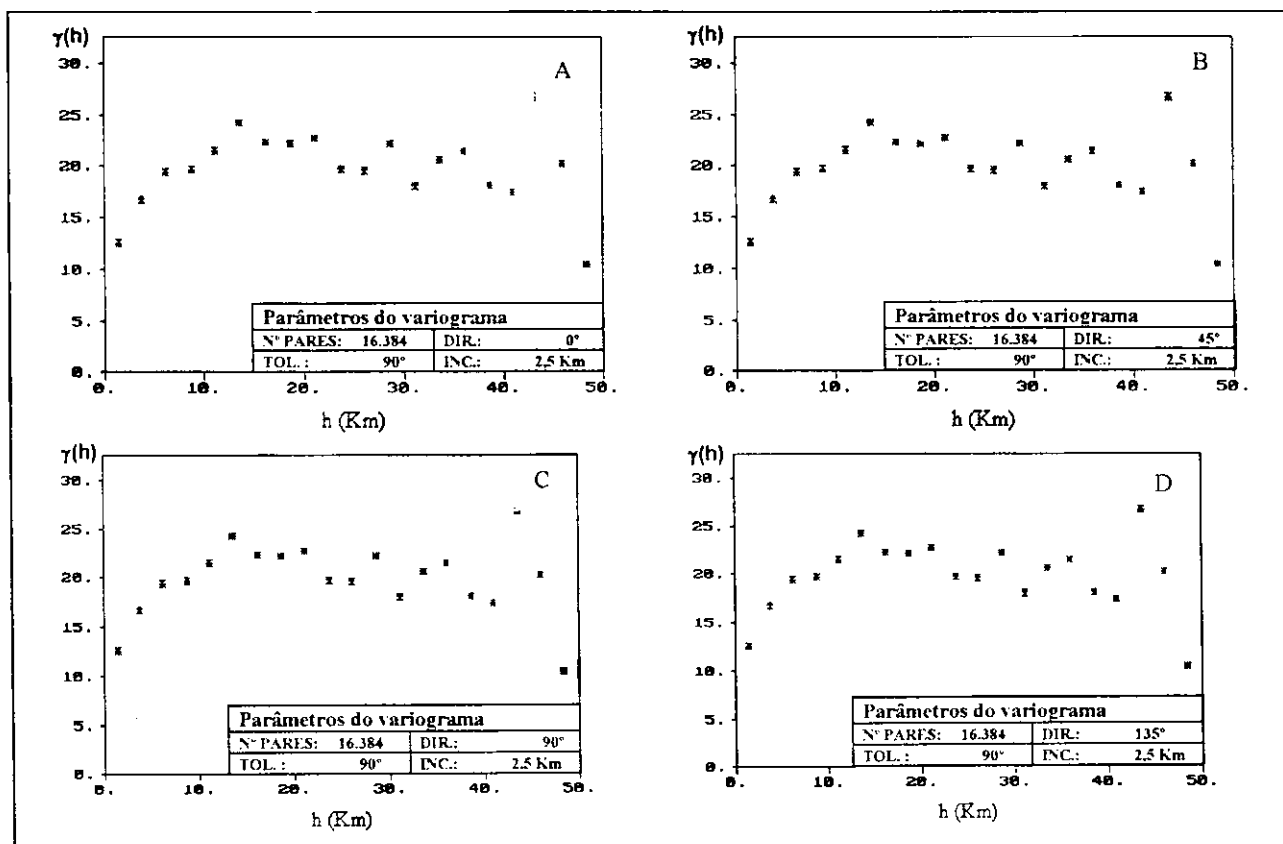


Figura 61 – Variogramas experimentais dos azimutes do grupo de fraturas - F7.dat (161° - 180° Az) (Anexo A).

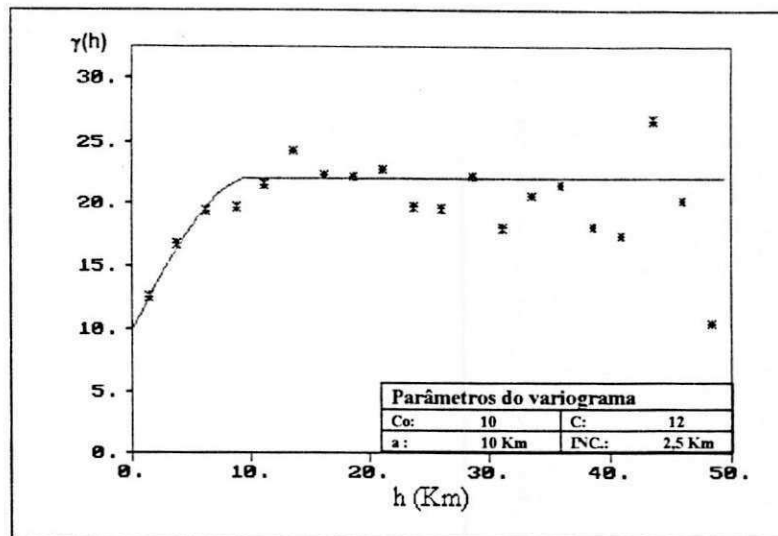


Figura 62 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de fraturas - F7.dat (161° - 180° Az).

Aplicando os procedimentos anteriores, variando parâmetros a , Co ou C , o modelo escolhido que melhor representou o variograma experimental apresentou os seguintes parâmetros: efeito pepita de 10, patamar de 12 e alcance de 10 km (Fig. 62). O efeito pepita relativo neste modelo é muito importante, e a razão K de 0,45 mostra que a variância espacial é muito pequena.

As análises realizadas pela validação cruzada sobre os valores observados resultaram que a diferença entre média observada e estimada estão bem próximo de zero, logo a média do erro é de 0,07 muito pequena, portanto o estimador é confiável (Tabela 15).

Tabela 15 – Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de fratura - F7.dat.

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)		
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES	
	Nº de dados: 379 Nº de pares: 16.384 Incremento: 2,5 km	Nugget: 10 Sill: 12 Range: 10 Km
Média observada	170,81	
Variância observada	15,60	
Média estimada	170,88	
Variância estimada	4,92	
Média do erro	0,07	
Variância do erro	13,18	
Variância da krigagem	0,07	
Z score	0,02	
Z desvio de padrão	0,98	
Efeito de pepita relativo (ϵ)	0,83	
Razão K	0,45	

A variância da krigagem foi de 0,07, revela que os valores da dispersão observados e estimados (Fig. 63), distanciam-se em relação as suas médias refletindo diretamente em menores desvios de krigagem. O valor encontrado pelo Z score foi de 0,02, bem abaixo do valor crítico de 1,96 no intervalo de confiança de 95%, logo aceita-se a hipótese nula, onde a média observada é igual a média esperada.

A Fig. 64 mostra uma maior representatividade quanto às classes de azimute no intervalo de até 173° Az. A maior concentração das fraturas está na direção E–W. Na Fig. 65 temos a distribuição espacial bidimensional dos azimutes com suas respectivas localizações.

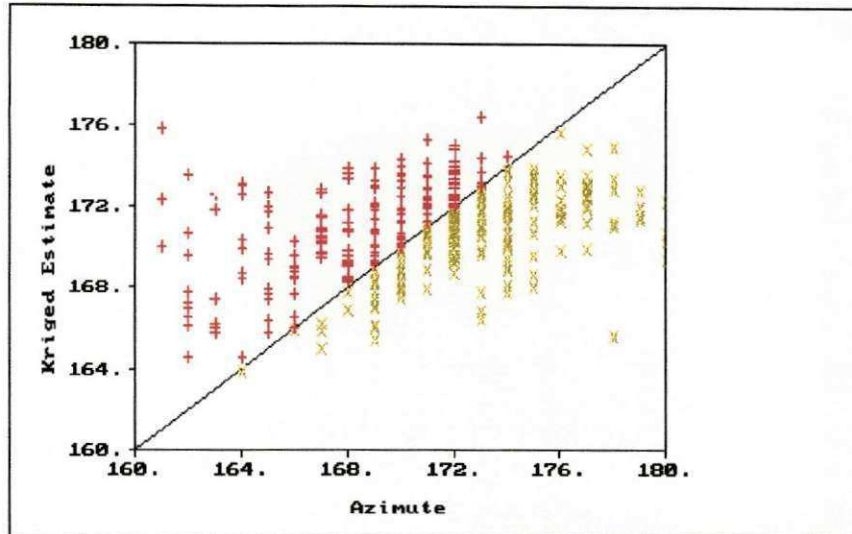


Figura 63 – Diagrama de Dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de fratura - F7.dat (161° - 180° Az).

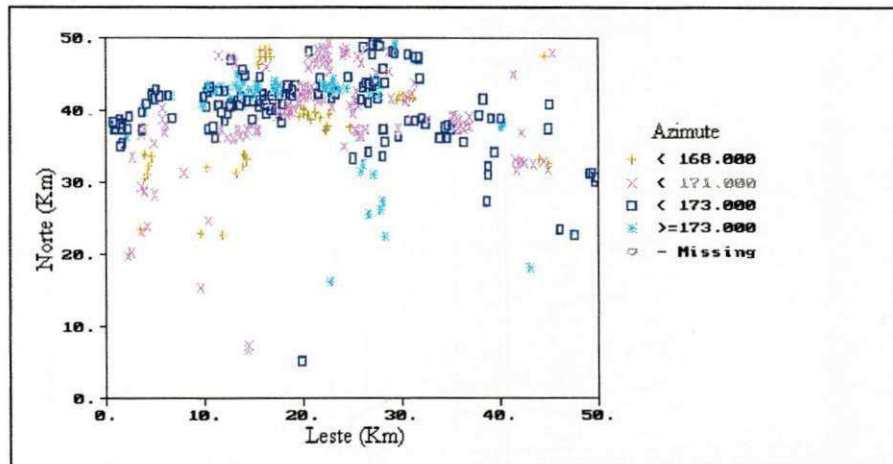


Figura 64 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do Grupo de fratura - F7.dat (161° - 180° Az).

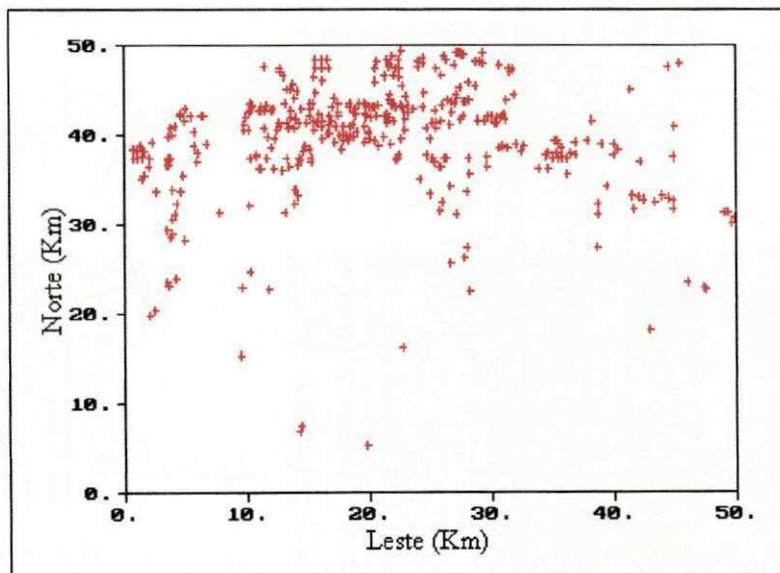


Figura 65 – Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de fratura - F7.dat (161° - 180° Az).

5.2 Modelamento dos dados estatísticos do Grupo de Lineamento - Lineame. dat.

No tratamento estatístico foram pesquisados 2160 dados de lineamento, que resultou no coeficiente de variabilidade de 15,22%, portanto o grau de dispersão foi baixo por causa dos elevados valores dos azimutes, em relação à média que foi de 235,11 com uma variância de 1280,19 (Tabela 16).

Tabela 16 – Descrições estatísticas do grupo de lineamento - Lineame. dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	2160
Média dos azimutes (graus)	235,11
Variância ($S^2 x$)	1280,19
Desvio padrão (Sx)	35,78
Coef. de variação (%)	15,22
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	-0,46
Coef. de kurtosis (curtose)	4,43
Azimute mínimo (graus)	4
Mediana dos azimutes (graus)	240
Azimute máximo (graus)	376

O histograma de frequência simples (Fig. 66) apresenta-se bimodal, com distribuição quase normal, de pequena assinatura negativa (enviesada para a esquerda), é que a maioria dos azimutes contém valores altos e poucos com baixos valores. A curtose encontrada foi de 4,43 caracterizando como uma curva leptocúrtica. O gráfico de probabilidade mostra um traçado com pequeno curvamento, com valores extremos, que podem ser considerados como possível efeito pepita, são bem marcados na Fig. 67.

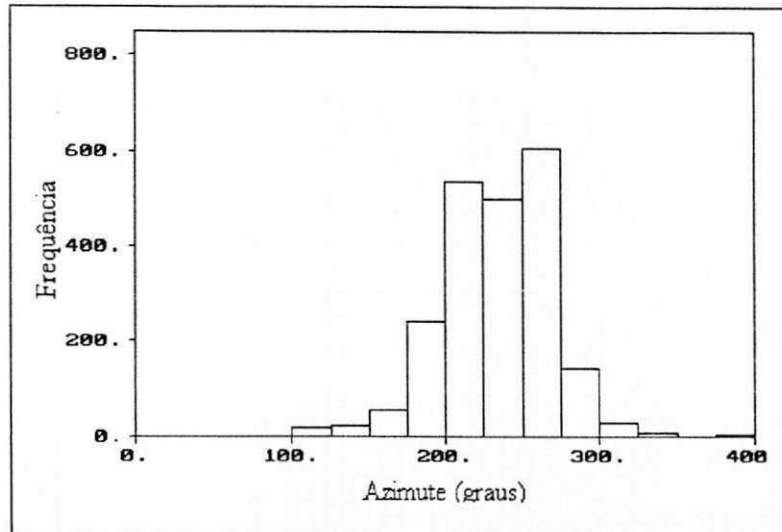


Figura 66 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de lineamento - Lineame.dat (4° - 376° Az).

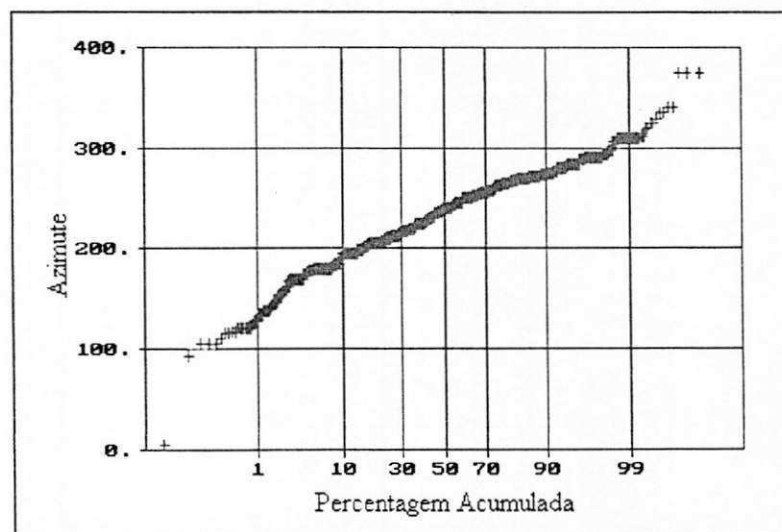


Figura 67 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de lineamento - Lineame.dat (4° - 376° Az).

5.2.1 Grupo de lineamento – L1.dat - Região Norte

Para atingir os objetivos enunciados devemos conhecer os dados estatisticamente significativos, para uma interpretação da variação dos azimutes que foi utilizado durante o tratamento estatístico, apresentado na Tabela 17. Azimutes dos lineamentos considerados pertencem ao setor norte da área de estudo.

Tabela 17 – Descrições estatísticas do grupo de lineamento – L1.dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	807
Média dos azimutes (graus)	212,04
Variância ($S^2 x$)	825,38
Desvio padrão (Sx)	28,73
Coef. de variação (%)	13,55
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	0,11
Coef. de kurtosis (curtose)	11,90
Azimute mínimo (graus)	3,6
Mediana dos azimutes (graus)	210
Azimute máximo (graus)	376

Conhecidos os parâmetros estatísticos básicos, (Tabela 17), e ao se confrontar os dados analisados, observa-se uma tendência decrescente nos principais parâmetros, tais como, média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação em virtude do menor número de observações dos azimutes. O coeficiente de variação foi de 13,55%, logo o grau de irregularidade é baixo, e os dados apresentam com a média de 212,04 e desvio padrão de 28,73.

Com o objetivo de qualificar esses momentos estatísticos, foram confeccionados histogramas de freqüência simples e curvos de probabilidade, com intenção de extrair a natureza da distribuição. Os dados apresentam uma

distribuição quase simétrica (Fig. 68 e 69). O grau de assimetria foi de 0,11, portanto tem assimetria positiva, (aparentemente enviesada para a direita) mostrando que o sentido da assimetria, indica o lado onde se situa os valores mais extremos, isto é, freqüência de amostra com baixos azimutes. Como os valores da moda, média e mediana são aparentemente iguais, acarretam uma distribuição quase normal. A curtose mostra que a curva é do tipo leptocúrtica, isto é, bastante alta ou pontiaguda.

No gráfico de probabilidade, nota-se um traçado com um comportamento pouco curvilíneo, com valores extremos, que podem ser considerados como possível efeito pepita (Fig. 69), como foi observado anteriormente na Fig. 66.

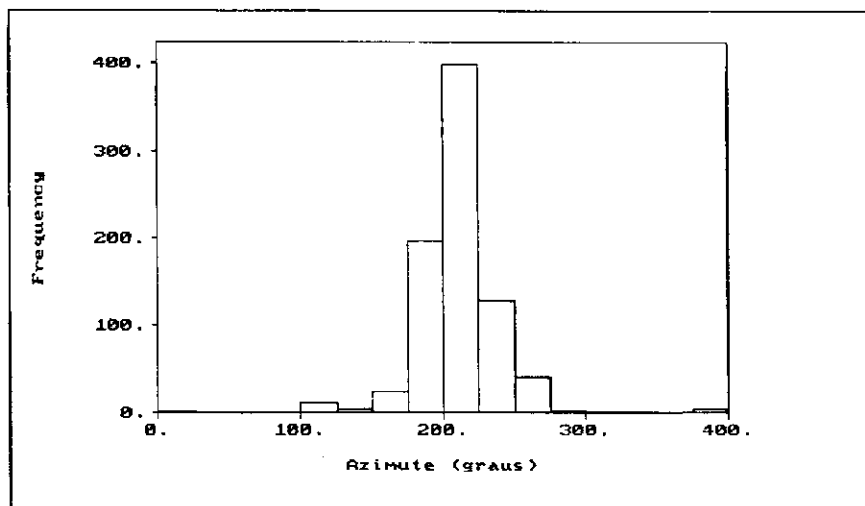


Figura 68 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de lineamento - L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).

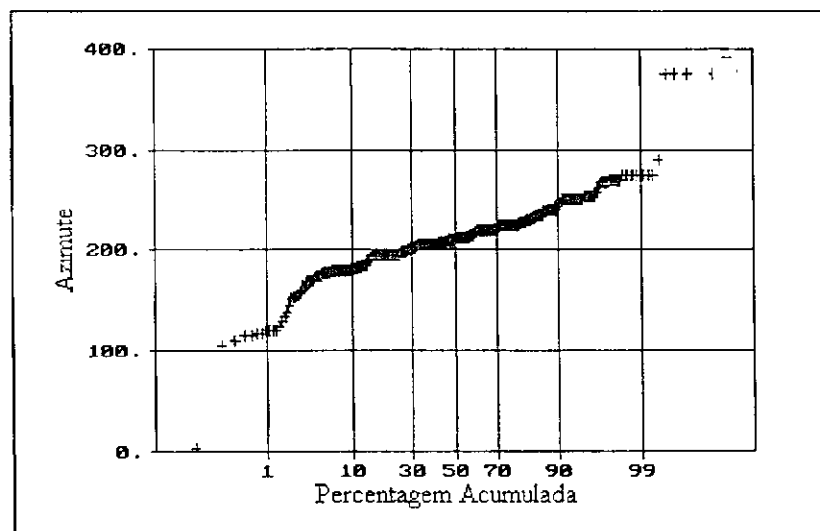


Figura 69 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de lineamento - L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).

Na confecção do variograma experimental foi realizado em primeira estância, alterando direção e mantendo a tolerância de 90° com incremento de 2,5 km, obtendo 20 intervalos de classes, com 16.090 pares e somente 01 classe esteve menor que 30 pares, para observar o comportamento do variograma médio e a presença da estrutura variográfica. Os variogramas apresentaram características estruturais específicas, com patamar e efeito pepita, com alto grau de efeito buraco ocasionado pela regionalização das macro-estruturas de diferentes tipos de litologias e eventos tectônicos, e um fenômeno regionalizado chamado isotrópico, isto é, calculado em diferentes direções fornece o mesmo variograma experimental (Fig. 70).

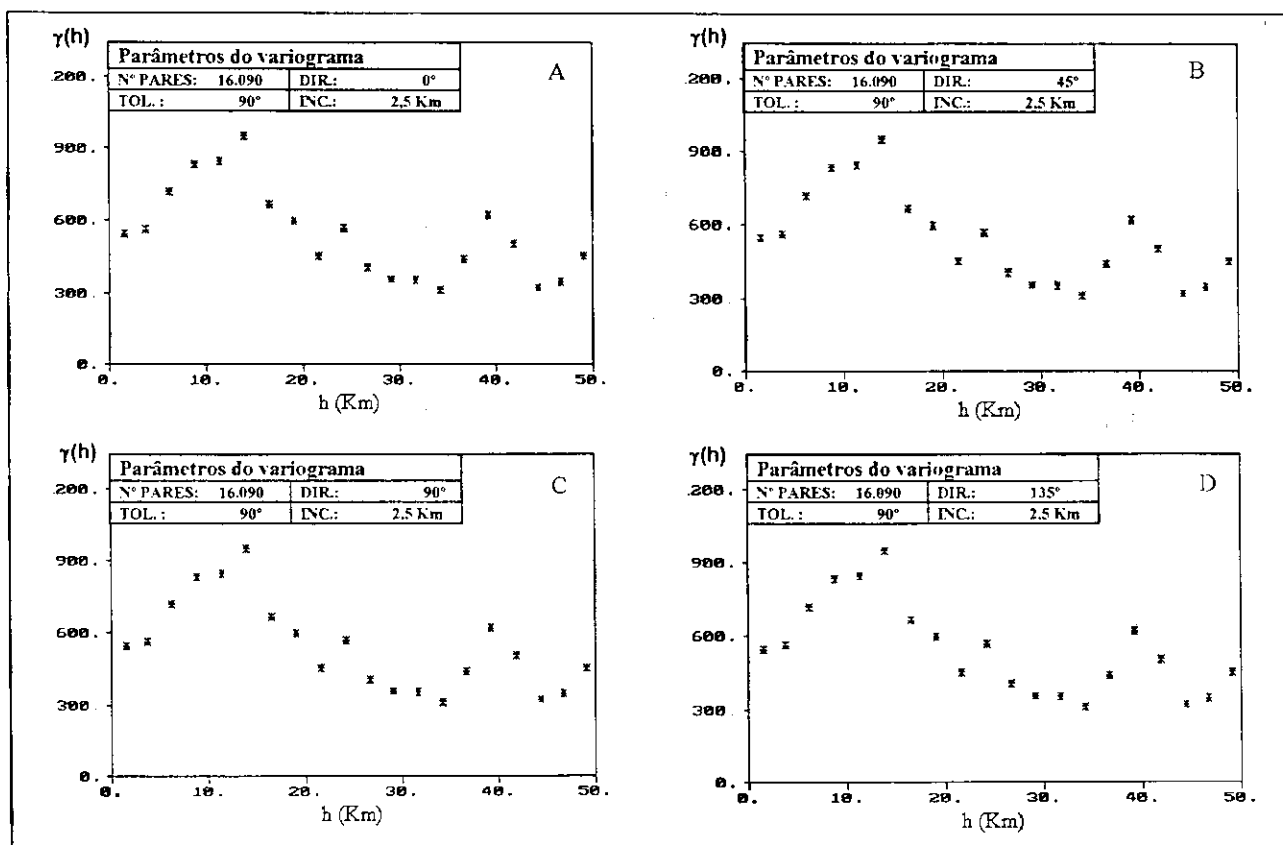


Figura 70 – Variogramas experimentais dos azimutes com incremento de 2,5 Km do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az) (Anexo A).

Para melhorar a análise estrutural, um segundo VAR experimental foi construído mantendo direções no espaço e tolerância 90° constantes e incremento definido em 1,75 km (Fig. 71). Optou-se por uma direção de 0°, tolerância de 90° e incremento de 1,75 km para o VAR, o que resultou na inclusão de maior número de classes e maior número de pares de amostras no cálculo do VAR. A estrutura variográfica apresenta-se muito semelhante a anterior, isto é, isotrópica e mais uniforme, cujos resultados levam a concluir que esta nova estrutura é mais representativa, (Fig. 71a).

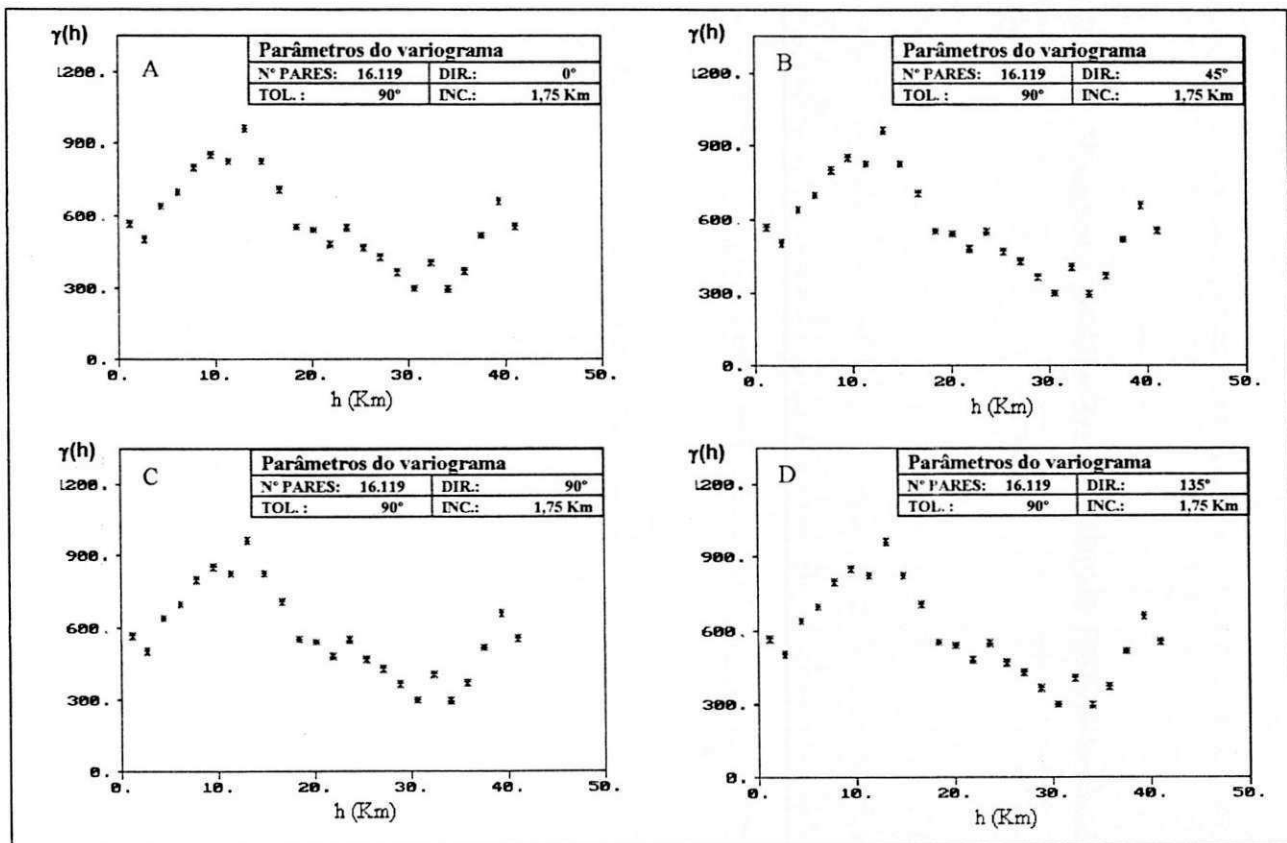


Figura 71 – Variogramas experimentais dos azimutes com incremento de 1,75 Km do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az) (Anexo A).

Ajustou-se o variograma teórico que resultou em um alcance de 9,5 km, com a curva atingindo o patamar a 560 e efeito pepita de 270. O efeito pepita relativo encontrado foi de 0,48, logo é um componente aleatório bastante importante e a razão K foi de 0,32, no que sugere que cerca de 32% da variação das amostras é aleatória imprevisível.

O variograma teórico apresenta um comportamento descontínuo na origem, isto é, efeito pepita alto, com crescimento rápido da curva, com efeito buraco alto, indicando flutuações nos valores altos e baixos dos azimutes (Fig. 72).

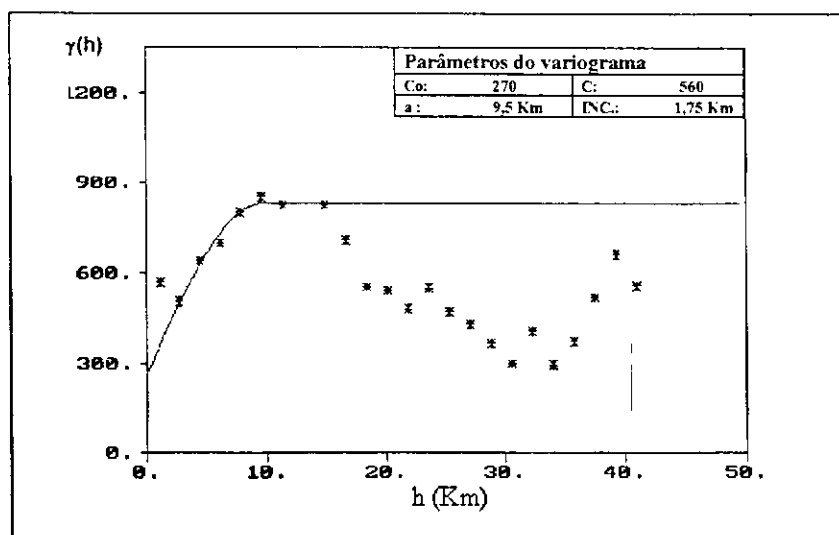


Figura 72 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de lineamento - L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).

Ao considerar todo este volume de dados, torna-se necessário às análises feitas por Validação Cruzada, para se obterem mais informações e revelarem algumas estimativas em torno dos azimutes por krigagem.

A partir da análise da validação os resultados obtidos na Tabela 18 mostram que quanto menor for o valor da média, seja observada ou estimada mais reduzida será a dispersão dos erros cometidos, obtendo-se parâmetros mais confiável, resultantes da melhor escolha do modelo elaborado.

Tabela 18 – Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de lineamento -L1 dat.

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)	
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
	Nº de dados: 807 Nugget: 270 Nº de pares: 16.119 Sill: 560 Incremento: 1,75 km Range: 9,5 km
Média observada	212,04
Variância observada	825,35
Média estimada	211,90
Variância estimada	258,18
Média do erro	-0,14
Variância do erro	607,18
Variância da krigagem	1,09
Z score	-0,01
Z Desvio de padrão	1,25
Efeito de pepita relativo (ϵ)	0,48
Razão K	0,32

O diagrama de dispersão (Fig. 73) revela que os azimutes observados e estimados estão muito próximos da média, não havendo muita dispersão. O valor calculado Z score foi de $-0,01$, bem abaixo do crítico de 1,96 no intervalo de confiança de 95%, portanto a média observada e estimada pode ser considerada iguais com muita confiabilidade, aceitando-se a hipótese nula. No gráfico da Validação Cruzada (Fig. 74), percebe-se maiores concentrações de altos valores de azimutes e na Fig. 75 temos as localizações espaciais dos azimutes analisados para este grupo de lineamento.

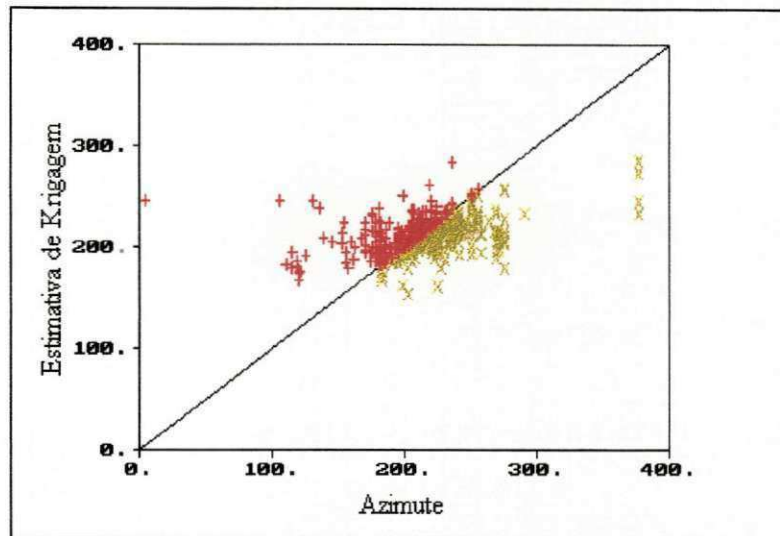


Figura 73 – Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).

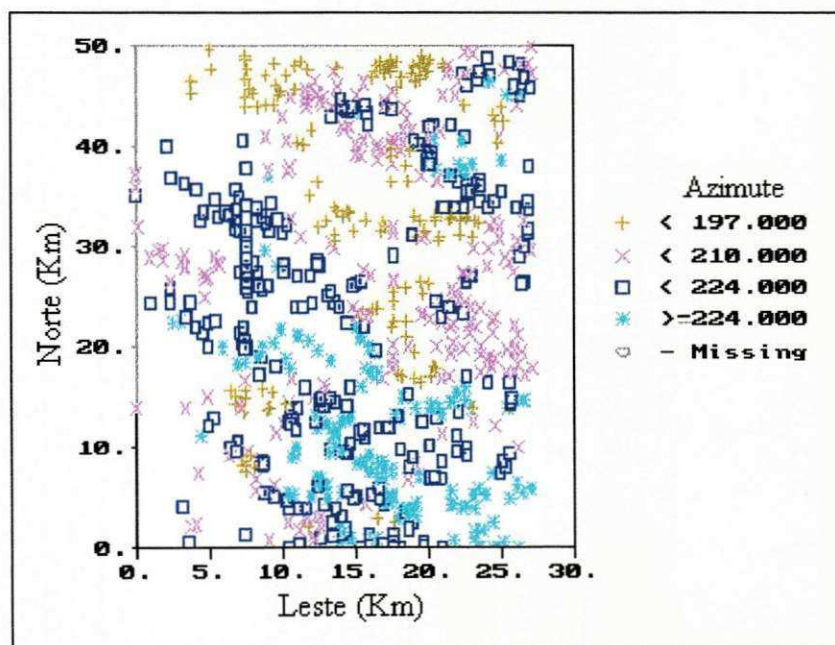


Figura 74 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).

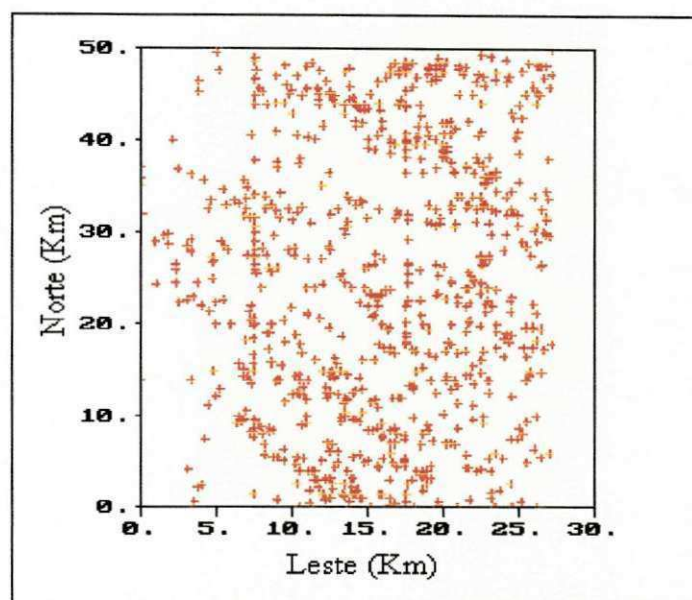


Figura 75 – Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de lineamento – L1.dat – Região Norte (3,6° - 376° Az).

5.2.2 Grupo de Lineamento – L2.dat - Região Sul

Na região sul de Santa Luzia, encontra-se um total de 980 dados de lineamento, o que é um número maior de dados em relação à região norte. A maior quantidade de dados de azimute coletados é devido a grande concentração de lineamentos na região em apreço. A média amostral dos azimutes foi de 248,65 com variância de 1.054,19 o coeficiente de variação de 13,06% mostra a baixa variabilidade dos azimutes (Tabela 19 indicando uma variação mínima nos azimutes e lineamento, isto significa valores altos dos azimutes em relação à média amostral).

Tabela 19 – Descrições estatísticas do grupo de lineamento – L2.dat.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Número de observações	980
Média dos azimutes (graus)	248,65
Variância ($S^2 x$)	1054,19
Desvio padrão (Sx)	32,47
Coef. de variação (%)	13,06
Coef. do mov. de assimetria (Skewness)	-0,99
Coef. de kurtosis (curtose)	5,12
Azimute mínimo (graus)	94
Mediana dos azimutes (graus)	254
Azimute máximo (graus)	340

O histograma de frequência (Fig. 76), apresenta-se bimodal, com distribuição aparentemente quase normal e a sua assimetria é negativa de valor – 0,99, representando que a maioria dos valores altos de azimutes está à direita e poucos valores para a esquerda do gráfico. O coeficiente de curtose encontrado foi de 5,12, logo a curva é do tipo leptocúrtica. O gráfico de probabilidade mostra uma distribuição pouca lognormal, apontando os valores mais extremos da representação gráfica (Fig. 77).

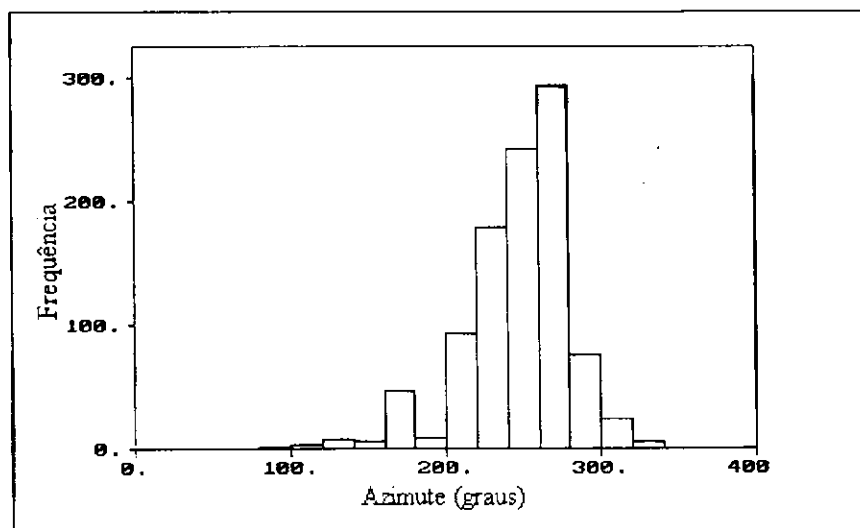


Figura 76 – Histograma de frequência simples dos azimutes do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).

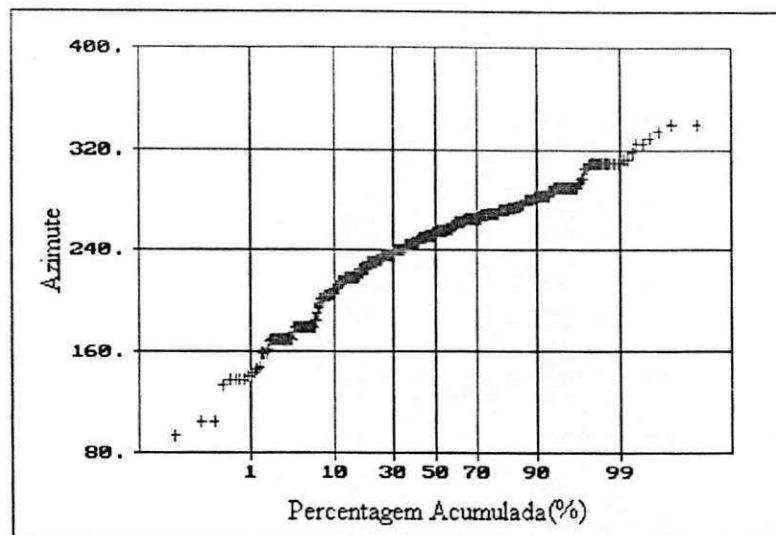


Figura 77 – Curva de probabilidade dos azimutes do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).

O variograma experimental foi confeccionado em várias direções distintas no espaço, tolerância de 90° e distância entre pares de amostras de 0,754 km, com distância máxima de 15,8 km. Estes variogramas apresentaram 20 intervalos de classes, com 02 classes com menos de 30 pares por classes, com 16.329 pares, com descontinuidade na origem (efeito de pepita), e com uma estrutura isotrópica (Fig. 78). Este efeito é fortemente relacionado com a escala de observação em estudo

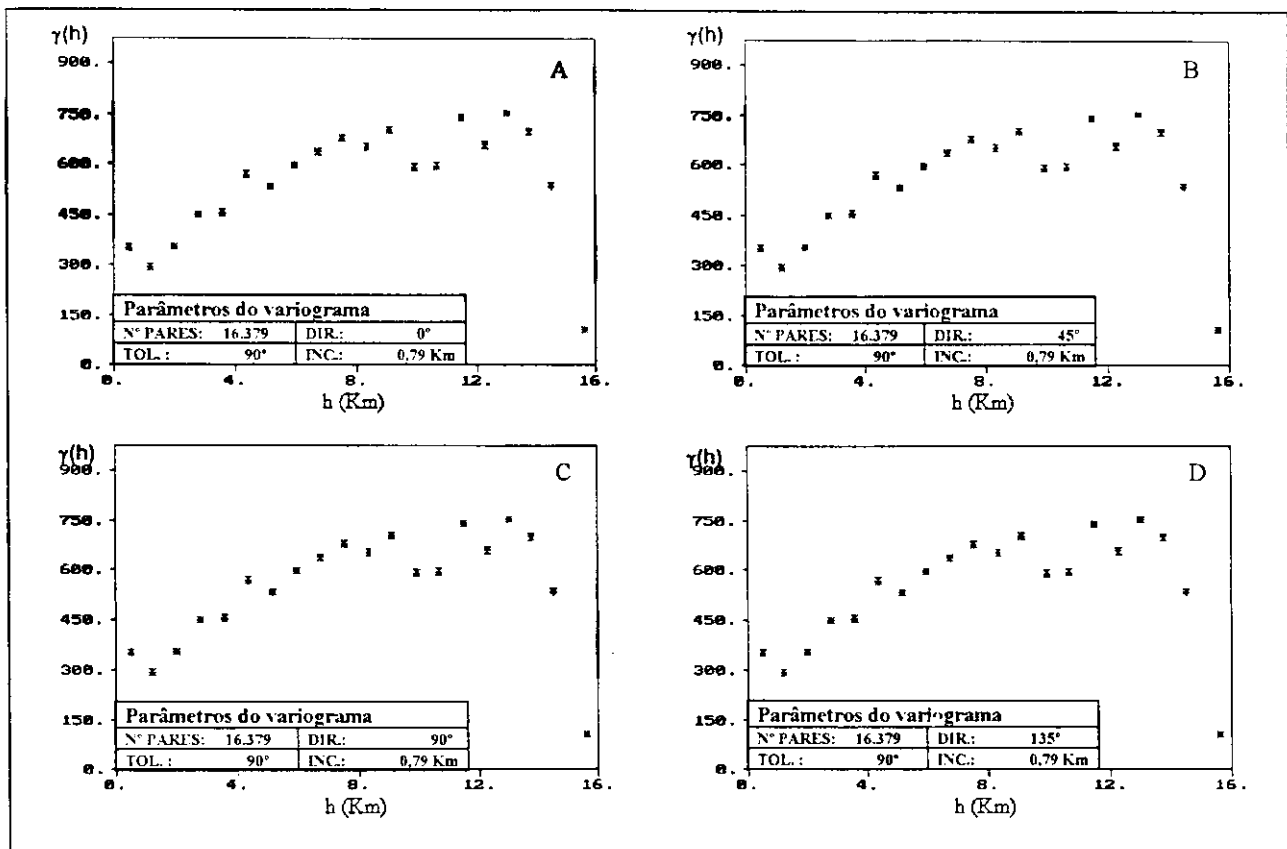


Figura 78 – Variogramas experimentais dos azimutes com incremento de 0,79 Km do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az) (Anexo A).

O segundo variograma experimental (Fig. 79) é confeccionado mantendo constantes os parâmetros estatísticos tolerância e direções, variando o incremento para 0,55 km o que resultou num variograma mais robusto, alcançando 24 classes e com um maior número de pares confiáveis, obtendo-se 16.119 pares de azimutes, portanto, mais representativo no campo geométrico, mostrando ser este conjunto menos errático do que o anterior. O ajuste realizado no variograma teórico (Fig. 80) sobre o variograma experimental resultou num efeito pepita 220, variância de dispersão de 510 e alcance calculado de 10,5 km. Com o modelamento realizado no variograma teórico, efetuou-se a análise da Validação Cruzada, que se encontram descritos na Tabela 20.

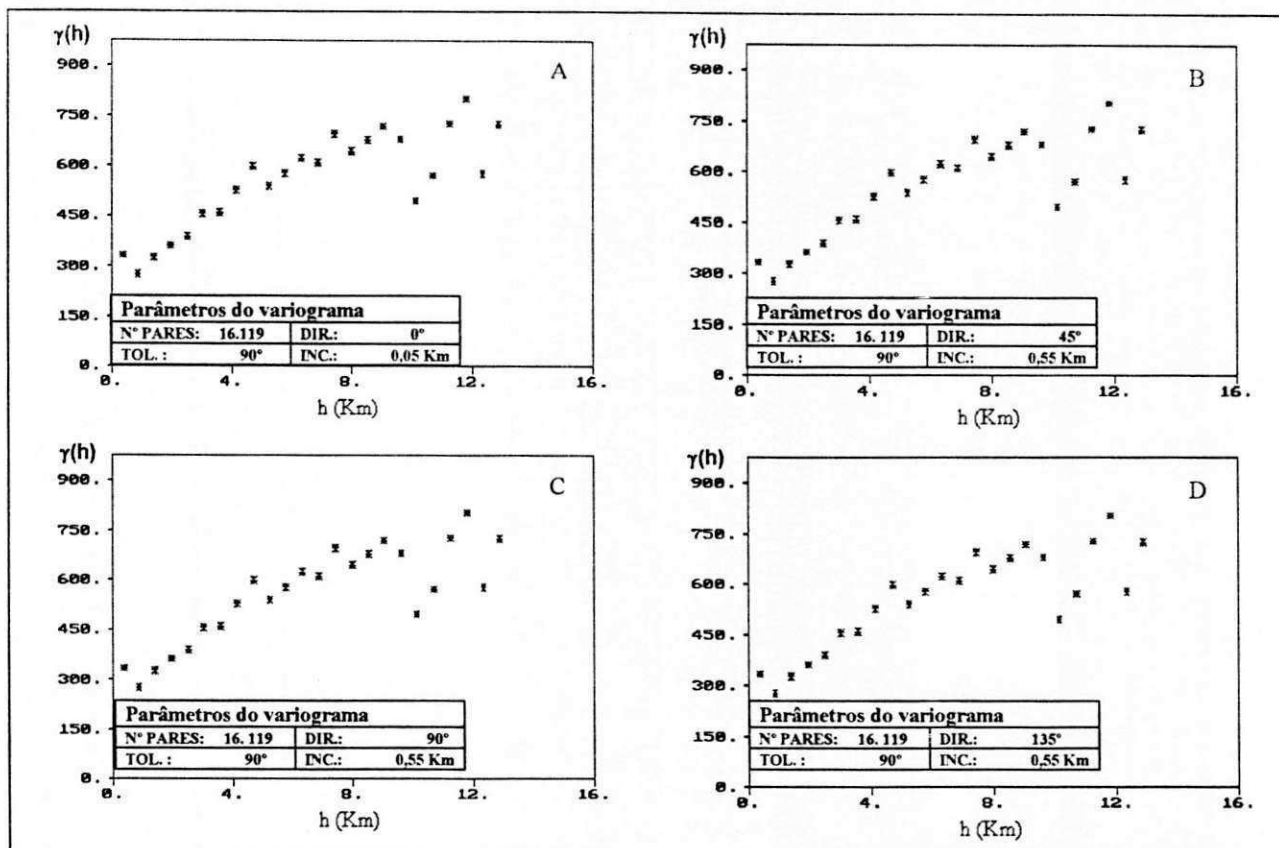


Figura 79 – Variogramas experimentais dos azimutes com incremento de 0,55 Km do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az) (Anexo A)

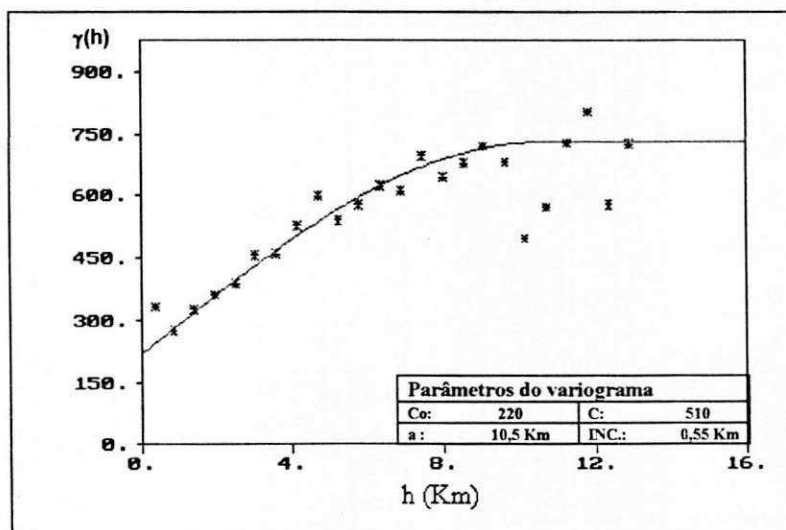


Figura 80 – Variograma teórico dos azimutes do grupo de lineamento - L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).

Tabela 20 – Parâmetros estatísticos da Validação Cruzada do grupo de lineamento – L2.dat

RESULTADOS XVALID (Validação Cruzada)	
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VALORES
Média observada	248,65
Variância observada	1054,17
Média estimada	248,73
Variância estimada	587,72
Média do erro	0,08
Variância do erro	558,99
Variância da krigagem	0,620
Z score	0,004
Z Desvio de padrão	1,35
Efeito de pepita relativo (ϵ)	0,43
Razão K	0,30

O efeito de pepita relativo encontrado foi de 0,43 expressando uma componente aleatória muito importante e a razão K calculada de 0,30 significando uma variação de 30% das amostras, como aleatória imprevisível.

Os valores obtidos na tabela 23 expressam que a média estimada igual a 248,73, se aproxima da média amostral de 248,65 mas a variância amostral foi de 1.054,17 e é superior a variância estimada de 587,72. A média do erro é de 0,08, com variância de krigagem igual a 0,62 sendo este parâmetro um bom indicador para a confecção do variograma teórico (Fig. 80) O Zscore de valor igual a 0,004, implica numa aceitação da hipótese nula até o nível de confiança de 95%.

No gráfico da Validação Cruzada (Fig. 81) encontra-se mutuamente uma grande concentração de altos valores de azimute, e na representação gráfica do diagrama de dispersão, (Fig. 82), nota-se uma aproximação dos azimutes observados com o estimado próximo da média não havendo uma grande dispersão

dos azimutes. Na Fig. 83 presença-se as distribuições espaciais dos azimutes analisados neste grupo.

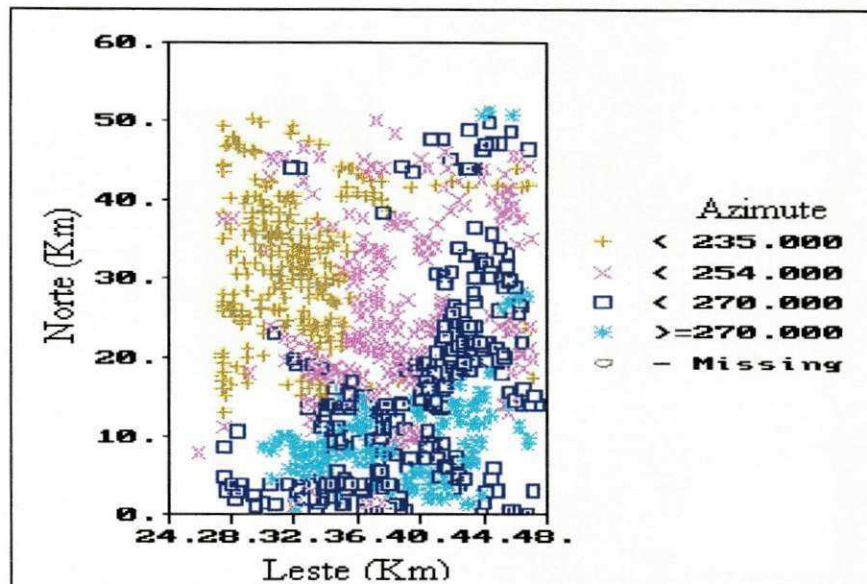


Figura 81 – Localização dos azimutes krigados pelo método de Validação Cruzada do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).

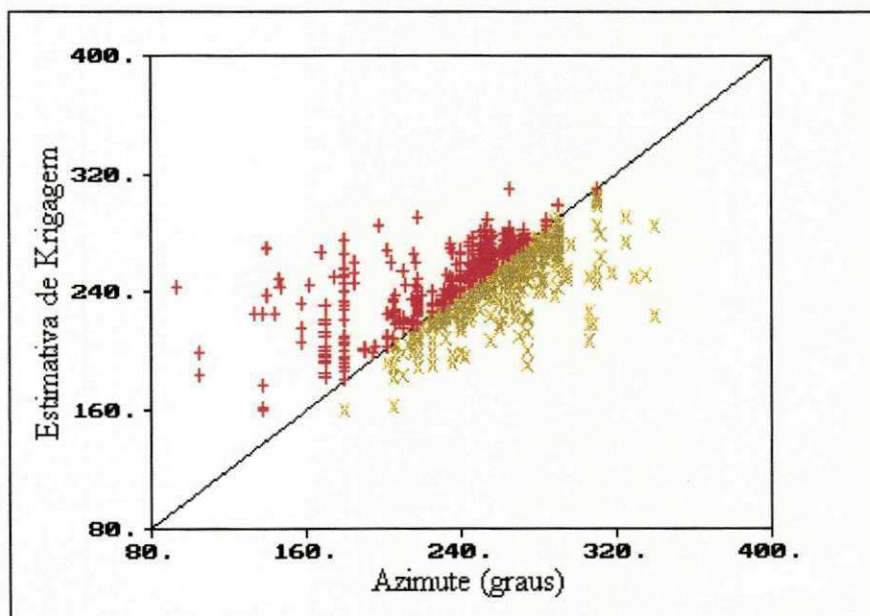


Figura 82 – Diagrama de dispersão dos azimutes observados e estimados do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).

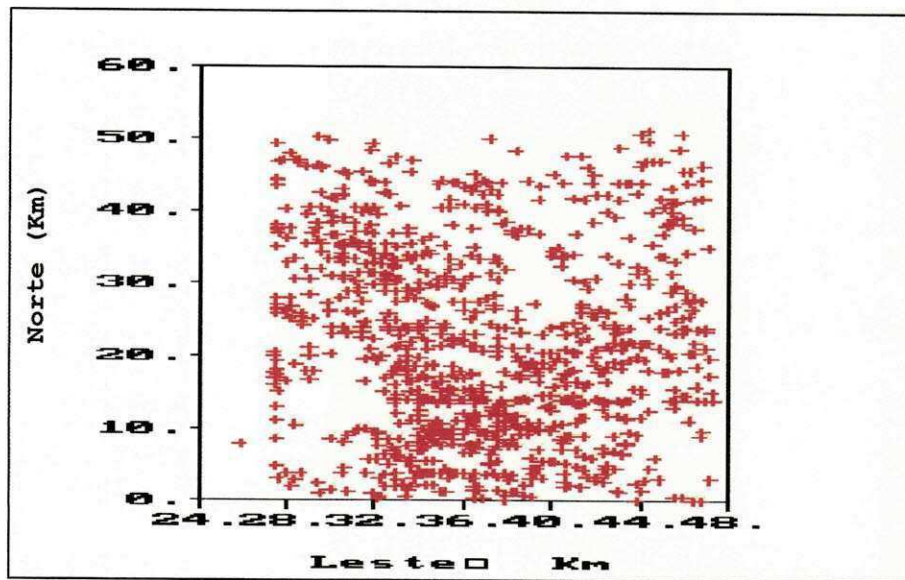


Figura 83 – Mapa de distribuição espacial dos azimutes do grupo de lineamento – L2.dat – Região Sul (94° - 340° Az).

6 CONCLUSÕES

Com as informações adquiridas das fraturas e lineamentos da região de Santa Luzia-PB foi possível correlacioná-las com os depósitos minerais existentes na região.

Os litotipos encontrados na área passaram por diversos graus de deformação, com metamorfismo do tipo fácies anfibolito a xisto-verde e disposição geral NNE-SSW, constituindo um sistema de dobramentos apertados e assimétricos, recortados por extensos falhamentos e fraturamentos, que serviram como arcabouço e induziram os fluidos portadores de mineralizações. A fase de atividade pegmatóide exibe filões orientados segundo duas direções preferenciais: uma concordante com a estrutura regional E-W a NE-SW e a outra discordante com direção N-S a NW-SE.

De acordo com os padrões estruturais obtidos, observa-se um esforço distensivo na direção E-W, ocasionando fraturas de cisalhamento designadas fraturas sintéticas e antitéticas ou de Riedal ou R e R_1 , formando falhas paralelas ou sub-paralelas e juntas tensionais (de distensão ou de extensão) designadas T, nos "trends" N-S/N30°W e N30°-60°W, que são as mais freqüentes fraturas portadoras de pegmatitos mineralizados.

Os depósitos de scheelita aparecem distribuídos dentro das principais lineações e contatos entre litologias, ocorrendo também em grandes lineamentos de primeira ordem, com direção principal de foliação E-W ou NE-SW, que coincide com o Lineamento Patos. Essas estruturas representam a última fase de

deformação dúctil (D_3). Os minerais de pegmatitos aparentemente controlados por fraturas e lineamentos de segunda ordem, ocorrem dentro da zona de cisalhamento de direção geral NW, que induz a mineralização.

Durante as análises dos azimutes das fraturas (Tabela 21) e lineamentos (Tabela 23) foi adotado um método de grupamento, efetuado em intervalos de classe de azimute, para uma melhor seleção da estrutura variográfica. O comportamento amostral das fraturas envolvidas nas análises estatísticas e geoestatísticas apresentam um caráter rúptil, com uma distribuição lognormal de forma polimodal. Os caracteres estruturais refletidos pelos variogramas apresentam um efeito de pepita relativamente alto, devido às complexidades geológicas e tectônicas. As variáveis regionalizadas expressam uma componente aleatória importante, demonstrando que uma parte dos azimutes é aleatória imprevisível. Observa-se um fenômeno regionalizado isotrópico, isto não depende da direção e sim da variação espacial dos azimutes, resultando em o mesmo variograma experimental. Nos variogramas, nota-se a existência de uma certa proporcionalidade de estrutura de efeito Trou (efeito buraco), conhecido como "dentes de serra", onde reflete a regionalização das macro-estruturas e está fortemente relacionado com os diferentes tipos de litologias e diversos eventos tectônicos da região.

Os resultados da Validação Cruzada dos azimutes pela krigagem revelaram que a diferença entre as médias observada e estimada, que é a média do erro, foi pequena, o mesmo acontecendo com a variância de dispersão. Portanto, acatando a hipótese nula, onde quase não existe verdadeira diferença entre as médias provenientes de uma mesma população. A Tabela 22 revela que a variância do erro foi alta nos grupos de fraturas (Fratura.dat, F3.dat - Região Norte e F4.dat - Região Sul), porém nos grupos F5.dat, F6.dat e F7.dat, a variância do erro diminuiu e conseqüentemente a variância de krigagem também, devido ao fato destes grupos serem homogêneos.

Os azimutes krigados revelaram que as estruturas variográficas estão diretamente ligadas às fraturas mineralizadas nos "trends" NW-SE e E-W (Megazona de Cisalhamento de Patos) da região.

Os azimutes dos lineamentos apresentam um caráter dúctil, com direção de foliação E-W com inflexão para NE. A feição principal da região é o Lineamento Patos com direção preferencial E-W e com movimento transcorrente dextral. Durante o tratamento estatístico dos azimutes dos lineamentos nota-se que a distribuição da população tem um comportamento quase normal e de forma multimodal.

Os variogramas médios apresentaram uma estrutura variográfica isotrópica com efeito buraco, indicando flutuações nos valores altos e baixos dos azimutes. O efeito de pepita provavelmente está fortemente relacionado com a escala de observação em estudo. O efeito de pepita relativo encontrado mostrou que a componente aleatória é bastante importante e imprevisível.

Observou-se nos variogramas de fratura e lineamento a existência de correlação espacial e continuidade entre essas estruturas geológicas na região. As estruturas observadas são resultados de diversos eventos tectônicos iniciados no proterozóico e com a sua culminação no mesozóico. Sendo assim as litologias da região registraram esses eventos em diversos graus de autenticidades. A presença de variância aleatória nas análises de fraturas (Tabela 22) e lineamentos (Tabela 24) é causada pelo desenvolvimento das estruturas geológicas em várias etapas. Acredita-se que as fraturas geradas de um único evento tectônico poderão apresentar uma variância aleatória mínima e cerca de 100% de variância será espacial. O Zscore encontrado foi bem abaixo do valor crítico de 1,96 no intervalo de confiança de 95%, portanto a média estimada e amostral podem ser consideradas iguais, acatando-se a hipótese nula.

Os resultados obtidos na validação dos azimutes krigados indicam maiores concentrações de altos valores de azimutes, não havendo muita dispersão dos azimutes observados e estimados, ficando estes próximos da média amostral.

As considerações que devemos ressaltar sobre a geoestatística é que, trata-se de uma ferramenta extremamente útil para análise de dados com distribuição espacial, porém não dispensa o conhecimento geológico e a realização de trabalhos de campo para se avaliar os dados amostrais.

Considerando as limitações durante a realização desta pesquisa, recomenda-se para trabalhos futuros a utilização de um Sistema de Geoprocessamento para tratamento de informações espaciais ou georreferenciadas no tratamento e análise da estatística e geoestatística. Este sistema pode ser um SIG (Sistema de Informação Geográfica), que permite a integração entre dados alfanuméricos (tabelas) e gráficos (mapas), para o processamento, análises e saída de dados Georreferenciados. Sugere-se também a utilização de um Software com novas técnicas de simulação geoestatística.

Tabela 21 – Descrições estatísticas comparativas dos grupos de fraturas da região de Santa Luzia – PB.

GRUPOS PARÁ- METROS ESTA- TÍSTICOS	Fratura.dat (85°-180° Az)	F3.dat (86°-178° Az) Região Norte	F4.dat (85°-180° Az) Região Sul	F5.dat (85°-120° Az)	F6.dat (121°-160° Az)	F7.dat (161°-180° Az)
Nº de observações (N)	1174	368	770	328	454	379
Média dos azimutes (\bar{X})	139,07	120,13	146,66	97,77	141,97	170,81
Variância (S^2x)	855,97	662,62	713,49	35,97	71,22	15,60
Desvio padrão (Sx)	29,26	25,74	26,71	6,00	8,44	3,95
Coef. de variação (C.V)	21,04	21,43	18,21	6,13	5,94	2,31
Skewness (Sk)	0,38	0,42	- 0,79	1,16	0,27	-0,19
Curtose (K)	1,75	1,79	2,74	5,65	2,30	2,92
Azimute mínimo (°)	85	86	85	85	123	161
Mediana dos azimutes(°)	142	108	149	97	141	171
Azimute máximo(°)	180	178	180	120	160	180

Tabela 22 – Parâmetros estatísticos comparativos das Validações Cruzadas dos grupos de fraturas da região de Santa Luzia – PB.

GRUPOS PARÂ- METROS ESTA- TÍSTICOS	Fratura.dat (85°-180° Az)	F3.dat (86°-178° Az) Região Norte	F4.dat (85°-180° Az) Região Sul	F5.dat (85°-120° Az)	F6.dat (121°-160° Az)	F7.dat (161°-180° Az)
Média observada	138,44	120,16	146,66	97,77	141,97	170,81
Variância observada	824,23	662,59	713,48	35,98	71,22	15,60
Média estimada	138,08	119,49	146,34	97,76	141,87	170,88
Variância estimada	536,85	340,33	375,55	12,96	35,26	4,92
Média do erro	-0,36	- 0,28	-0,32	- 0,003	- 0,009	0,07
Variância do erro	334,08	362,33	425,80	26,32	38,16	13,18
Variância de krigagem	0,29	0,50	0,28	0,04	0,09	0,07
Zscore	-0,02	- 0,02	-0,023	-0,001	-0,001	0,02
Zdesvio padrão	1,15	1,18	1,82	0,85	0,48	0,98
Efeito de pepita relativo (ϵ)	0,40	0,40	0,23	2,30	1,8	0,83
Razão K	0,30	0,30	0,19	0,70	0,65	0,45

Tabela 23 – Descrições estatísticas comparativas dos grupos de lineamentos da região de Santa Luzia – PB.

GRUPOS PARÂME- TROS ESTADÍSTICOS	Lineame.dat (4°-376° Az)	L1.dat Região Norte (3,6°-376° Az)	L2.dat Região Sul (94°-340° Az)
Nº de observações (N)	2160	807	980
Média dos azimutes (\bar{X})	235,11	212,04	248,65
Variância (S^2x)	1280,19	825,38	1054,19
Desvio padrão (Sx)	35,78	28,73	32,47
Coef. de variação (C.V)	15,22	13,55	13,06
Skewness (Sk)	-0,46	0,11	-0,99
Curtose (K)	4,43	11,90	5,12
Azimuth mínimo (°)	4	3,6	94
Mediana dos azimutes(°)	240	210	254
Azimuth máximo(°)	376	376	340

Tabela 22 – Parâmetros estatísticos comparativos das Validações Cruzadas dos grupos de lineamentos da região de Santa Luzia – PB.

PARÂ- METROS ESTA- TÍSTICOS	GRUPOS	L1.dat Região Norte (3,6°-376° Az)	L2.dat Região Sul (94°-340° Az)
Média observada		212,04	248,65
Variância observada		825,35	1054,17
Média estimada		211,90	248,73
Variância estimada		258,18	587,72
Média do erro		-0,14	0,08
Variância do erro		607,18	558,99
Variância de krigagem		1,09	0,620
Zscore		-0,01	0,004
Zdesvio padrão		1,25	1,35
Efeito de pepita relativo (ϵ)		0,48	0,43
Razão K		0,32	0,30

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAWAL, V.N. Relationship between Pegmatite emplacement and Tectonometamorphic Events in the Seridó Group. Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*. v. 22, n.1 .1992. p. 43-46.

_____. Structural Evidence for an Early Episode of Pegmatite Emplacement in the Seridó Group. *In: Simpósio de Geologia do Nordeste*. v. 12., João Pessoa, 1986. Atas. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1986. p 282-289.

ALMEIDA, F.F.M. de. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*, Rio de Janeiro: DGM, 1967. 36p. (Boletim,241).

ALMEIDA, F.F.M. de et al. Radiometric age determination from Northern, Brazil. *Bol. da Soc. Bras. Geol.*, São Paulo, v 17, n. 1, p. 3-14, dez. 1968.

ALMEIDA, F.F.M. de, HASUÍ, Y; BRITO NEVES, B.B.& Feck, R.A. *Províncias Estruturais Brasileiras*. Simp. Geol. Nordeste, 8 Campina Grande, 1977. Atas. Recife, SBG, 1977 p. 363-391.

AMARAL, G. MENESES, P.R., VITORELLO, I. ,MATTOS, J.T. et al. *Manual de Sensoriamento Remoto com ênfase em Geologia*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos SP, 1982 253p. (Inédito).

AMARO, V. E. & STRIEDER, A. J. *Análise de Foto-lineamentos e Padrões Estruturais em Imagem de Satélite*. *In: Congresso Brasileiro de Geologia 380 Balneário Camboriú, SC. Anais...SBG-SC*, Outubro de 1994. Vol. I p. 443-444.

ANANABA, S.E. & AJAKAIYE, D.E. Evidence of tectonic control of Mineralization in Nigeria from lineament density analysis A Landsat study Received 30 September, in final form 17 April, 1987, p1445-53.

ANDRITZKY, G. *Investigações e Trabalhos de Prospecção nas Ocorrências de Minérios e de Minerais Econômicos na área de Santa Luzia – PB*. Hannover, 1972. 143p (inédito).

- BAKER, M.C. W. & NASH, C.R. Circular Landsat Features and Materialization. in **Queens- land and the Central Andes - An Exploration Model**. Organizing Committee Landsat, Brisbane, Australia, 1984, p 350-354.
- BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. **Principais Depósitos Minerais do Nordeste Oriental**. DNPM - Recife, 1984. 437p.
- BRITO NEVES, B.B de.,VAN SCHMUS, W.R.; SANTOS, E.J. dos.;CAMPOS NETO, M.C.; KOZUCH, M. **O evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas**. Revista Brasileira de Geociências.1995 v.25, n.4, p. 279-296.
- BRITO NEVES, Benjamim Bley de. **Regionalização geotectônica do Pré-cambriano Nordestino**. São Paulo, 1975. 198p. il. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1975.
- _____. **Evolução monocíclica x policíclica de faixas móveis discussão prefacial**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, 1990, Natal. *Anais...*Natal: SBG, 1990. 6v. v.6. p.2497-2519.
- BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG; Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE. **Mapa Geológico da Região de Santa Luzia (PB)**. Escala 1;100.000. Recife, 1972.
- _____. **Geologia e Ocorrência de Scheelita na área de Santa Luzia – PB**. Hannover, 1972. 90p. (inédito).
- CASTAING C. GENTER A. CHILÉS J.P.,BOURGINE B.,QILLON G. **Scale Effects in natural Fracture Networks**. Int. J. Rock Mech (Min Sci, 1997. vol.34 No 3-4. ISSN 0148 - 9062.
- CHIANG, CHAN LIU. **Análise Estrutural de Lineamentos em Imagens de Sensoriamento Remoto: aplicação ao estado do Rio de Janeiro**. São Paulo, 1984, 157p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS MINERAIS DA PARAÍBA – CDRM. **Mapa Geológico do estado da Paraíba Escala 1:100.000**.Campina Grande- PB 1982.
- CORSINI M.et al. **Strain transfer at continental scale from transcurrent shear zone to a transpressional fold belt: the Patos Serido system Northeastern Brazil** geologyv.19, p. 586-589. 1991
- COUTINHO, M. G. da N. **Proterozoic lode gold deposits and exploration significance in Borborema Province Northeast Brazil: Simp. Geol. do Nordeste**, 16, 1995. Atlas... Recife (PE), SBG – Núcleo Nordeste, 1995 14(2): 434-441.

- COUTINHO, M. G. N. *et al.* **A lead isotope study of metamorphism and related gold Mineralization in NE Brazil.** In: Mineral Deposits Studies Group Annual Meeting, Leicester, 1992, Abstract, Leicester University, 1992.
- DANTAS, J.R.A.; CAÚLA, J.A. L. **Estratigrafia e geotectônica.** In: Dantas, J.R.A.; CAÚLA, J.A.L.; BRITO NEVES, B.B. de.; PEDROSA, I.L., ed. Mapa geológico do estado da Paraíba: texto explicativo. Campina Grande: CDRM, 1982. cap. 1, p. 17-50.
- DANTAS, J.R.A.; SILVA, M.R.R.. In: **Brasil A Província Pegmatítica da Borborema-Seridó nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.** Ministério de Minas e Energia - Departamento Nacional de Produção Mineral. Principais Depósitos Minerais do Nordeste Oriental. Recife: DNPM, 1984. cap. 7, p. 238-242. (Série Geologia, 24, Seção Geologia Econômica, 4).
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM – DER. **Mapa Rodoviário do Estado da Paraíba.** Escala 1:100.000. 1991. Material Cartográfico.
- EBERT, H. **Geologia do Alto Seridó:** nota explicativa à folha geológica Currais Novos 1:250.000. Recife: SUDENE, 1969. 120p. (Brasil – SUDENE. Série Geológica Regional, 11).
- ENGLUND, E. & SPARKS, A. **GEO-EAS.** Geostatistical Environmental Assessment Software. U.S. Environmental Protency Agency, Las Vegas, 1988. (EPA/600/4-88/033a).
- FERREIRA, J. A de M. & ALBURQUERQUE, J. T. **Sinopse da geologia da folha do Seridó.** Recife: SUDENE, 1969. 52p. (Brasil SUDENE, Série Geológica Regional, 18).
- FERREIRA, A.C.M. **Caracterização Mineralógica e Cronológica das turmalinas do Alto Quixaba – PB –** Dissertação de Mestrado, UFPE Recife, 1998. 118 p. (inédito).
- FERREIRA, C.A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.** Folha S B. 24 – Z – B –Caicó Escala 1:250.000. Brasília, CPRM, 1998, 152 p.
- GROSSI SAD, J.H., **Fundamentos sobre a variabilidade dos Depósitos Minerais.** Co-Edição DNPM/CPRM - Geosol. Rio de Janeiro, 1886. 141p.
- GUERRA, P.A.G. **Geoestatística Operacional.** Brasília, Ministério das Minas e Energia, DNPM 1988. 145 p.
- HACKSPACHER, P.C., SILVA, C. A ., SANTOS, J.P., dos. **A geologia do complexo gnaisse migmatítico entre São Vicente e Florânia.RN; uma análise preliminar.** In; Simpósio de Geologia do Nordeste, 12, 1986, João Pessoa. Atas... João Pessoa: SBG, 1986 556p. il, (boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 11) p. 252-269.

- HASUI, YOCITERU & COSTA, JOÃO BATISTA SENA. Curso de Zonas e Cinturões de Cisalhamento. In: Congr. Bras. Geol, 35, Belém, 1988. *Anais...* Belém, SBG, 1988, 86p.
- IBGE. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Normas de apresentação tabular/Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Centro de Documentação Estatística e Disseminação de Informações. 3. ed. Rio de Janeiro : IBGE, 1993.
- ISIORHO, SOLOMON. A. The significance of Lineaments mapped from remotely sensed images of the 1: 250.000. Lau Sheet in the Benue Trough of Nigéria Int. J. Of Remote Sensing, 1985 6. P, 911-918.
- JARDIM DE SÁ, E.F. & SALIM, J. Reavaliação dos conceitos estratigráficos na região do Seridó (RN-PB) – Rio de Janeiro. *Mineração e Metalurgia*, v.80, n. 421, p. 16-28. 1980.
- JARDIM DE SÁ, E. F. & HOLLANDA, M.H.B.M. Mapa Estrutural dos Granitóides Brasileiros na Faixa Seridó (RN-PB). XV Simpósio de Geologia do Nordeste, Natal, 1993. Boletim N0 13 p. 367-369.
- JARDIM DE SÁ, E. F. Hackspacher, P. C. Reconhecimento estrutural na borda noroeste do Cráton São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, 1980. Porto Alegre. *Anais...*Porto Alegre: SBG, 1980. 5v. v.5 p. 2719-2731.
- JARDIM DE SÁ, E.F.; LEGRAND, J.M.; MCREATH, E.I. "Estratigrafia" de Rochas Granitóides na Região de Seridó (RN-PB) com base em critérios estruturais. *Ver. Bras. de Geoc.*, 1981 v. 18, n.1 , p. 50-57.
- JARDIM DE SÁ, E.F. A Evolução Proterozóica da Província Borborema. In: Simp. Geol. Nordeste, 11, Natal, 1984, Atas... Natal, SBG/Núcleo Nordeste. p 297-316
- _____. Geologia da Região do Seridó: reavaliação de dados. In: Simp. Geol. Nordeste, 11, Natal, 1984, Atas. Natal, SBG/Núcleo Nordeste, 1984 p. 278-296
- _____. Revisão preliminar sobre a faixa dobrada do Seridó e eventual correlato do Nordeste. *Revista Ciências-UFRN*. Natal, v.1, n.1, p. 77-83, 1978.
- _____. Terrenos Proterozóicos na Província da Borborema e a margem norte do Cráton São Francisco. *Rev. Bras. Geol*, 1992, 22(4): p 472-480
- JÚNIOR, M.A.S. Sensoriamento Remoto Aplicado no Estudo de Estruturas Geológicas com Ocorrências de Depósitos Minerais na Porção Centro-Norte do Estado da Paraíba. São José dos Campos, SP. maio de 1998, 100p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

- KEZHENG, BIAN. **The Application of Remote Sensing Techniques to Prospecting for Metal Deposits**. The Geological Prospecting Brigade. Ministry of Metallurgical Industry of PRC Beijing, China [1991] p 135-142.
- LANDIM, P.M.B. **Análise Estatística de Dados Geológicos**. Ed. UNESP, São Paulo - SP, 1998 130p.
- LICHT, O. A. B. **Prospecção geoquímica: princípios, técnicas e métodos**- Rio de Janeiro: CPRM, 1998. 236p. ; il.
- MACEDO, M. H. F. et al. **Datações Rb-Sr em ortognaisses e a idade do grupo Seridó**. Atas XI. Simp. Geol. Nordeste. 1984. p.253-262
- MARSTON, R.A. GOODELL, R.L. Hoffer, R.L. & KELLER G.R. **An Integrated Landsat-Geological - Geophysical - Geochemical Survey for Mineral Occurrence in West - Central Utah**. International Symposium on Remote Sensing of Environment Second Thematic Conference, Remote Sensing for Exploration Geology, fort Worth, Texas, December 6-10, 1982 p 843-851.
- MUSSKOWSKI, RICHARD *et al.* **An evaluation of the Cost-effectiveness of Six remote sensing systems of mineral exploration**. ITC Journal 1993-3 p.288-293.
- NASCIMENTO, M. A. L. **Geologia e Petrografia do Granitóide Caxexa e suas Rochas Encaixantes**. Relatório de Graduação – GEO – 034. Departamento de Geologia. UFRN. Natal/RN, 1998, 62p.
- NETO, J.A.S., LEGRAND J.M. & MELO, Jr. G. **Cisalhamentos na Zona do lineamento Patos e o Controle Estrutural da Mineralização Aurífera de Itajubatiba (PB)**. XV Simpósio de Geologia do Nordeste, Natal, 1993, Boletim Nº 13 p. 280-283.
- PEDROSA, I.L. **Recursos Minerais**. In: DANTAS, J.R.A.; CAÚLA, J.A.L.; BRITO NEVES, B.B. de.; PEDROSA, I.L. **Mapa Geológico do Estado da Paraíba: texto explicativo**. Campina Grande: CDRM, 1982. cap. 3, p. 73-87.
- ROCHA, A . M. da. **Mapeamento Geológico de uma área a sul de São João de Sabugi – área norte- RN**. Relatório de Graduação. Natal:UFRN, Departamento de Geologia. 1986.
- SCHEID, C & FERREIRA, C.A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Carta Geológica, carta metalogenética – previsional – escala 1:100.000 (Folha SB – 24 – Z – D – I – Patos) Brasília, DNPM/CPRM, 1991.148 p.
- _____. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Escala 1:100.000 (Folha SB. 24 – Z – D – II. Juazeirinho) Brasília, DNPM/CPRM, 1993. 164p.

- SCHOBENHAUS, C. et al. **Geologia do Brasil: Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000, Brasília: DNPM, 1984. Cap.1, p.9-49**
- SOARES, P.C et al. **Lineamentos em Imagens de landsat e Radar suas aplicações no Conhecimento Tectônico da Bacia do Paraná. II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Brasília - DF, maio de 1982, 22p.**
- StereoNet for Windows – Version 3.06. Geological Software, Hellmyrbruddet 9, 8011Bodo, Norway. Disponível ftp://darwin.ibg.uit.no/pub/stereo.**
- TAYLOR, G.R. **Coincident Landsat Lineament and magnetic Intensity Anomalies in Part of the Lachlan of Fold Belt. Proceeding of the 3rd Australasian Remote Sensing Conference Gold Coast Queensland 2 Ist-25t may, 1984 p466-477**
- _____. **Image Analysis techniques of the interpretation of airphotolineaments - Petroleum Exploration, Eromang, Basin, Australia Geocarto International (3) 1988. P 53-60**
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARAÍBA. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. **Manual de estrutura e apresentação de Dissertação e Teses. João Pessoa – PB. UFPB, 1999. 6p.**
- _____. Centro de Ciências e Tecnologia. Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba. **PBCLIMA – Boletim de Monitoramento Remoto Climático da Paraíba. 1999. 27p.**
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. **Normas para apresentação de trabalhos/Universidade Federal do Paraná, Biblioteca Central. – 5. ed. – Curitiba: Ed. Da UFPR, 1995. 8V.: il.**
- VANEZIANI, P. & ANJOS, C. E. **Metodologia para interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. São José dos Campos: INPE, 1982. 61p. (INPE-2227- MD/014).**
- VAN SCHUMUS, V.R. e tal. **Identification of crustal block in northeast Brazil Using Sm-Nd and U-Pb Geochronology. In: Simpósio do Cráton do São Francisco, 2, 1993, Salvador. Anais... Salvador: SGB, 1993p. il. P.239-242.**
- VICENT, ROBERT. K. **The use of Radar and Landsat Data for Mineral and Petroleum Exploration in the los Andes. Region, Venezuela. Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 1979 p 367-384**

ANEXO A – Resultados dos variogramas confeccionados com os números de intervalos de classe, número de pares, distâncias médias e estimadas entre pares de azimutes.

Resultado do variograma do grupo de fratura.dat referente a Fig. 27.

RESULTS						
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : 000		
Minimum : 85.000		Total Pairs : 16383		Tolerance : 90.000		
Maximum : 180.000				BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	643	1.533	246	212		
2	1223	3.767	336	659		
3	1277	6.220	394	872		
4	1171	8.754	441	857		
5	1093	11.233	511	500		
6	1246	13.712	535	814		
7	1132	16.240	605	863		
8	1125	18.707	601	536		
9	1005	21.182	614	717		
10	904	23.675	693	923		
11	925	26.182	663	663		
12	933	28.703	649	839		
13	951	31.182	740	870		
14	690	33.623	713	918		
15	612	36.189	771	047		
16	545	38.580	869	150		
17	378	41.066	761	787		
18	292	43.621	1225	514		
19	200	46.085	1388	440		
20	38	48.019	936	513		
21						
22						
23						
24						

Resultado do variograma do grupo de fratura F3.dat – Região Norte referente a Fig. 35.

RESULTS						
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : 000		
Minimum : 86.000		Total Pairs : 16383		Tolerance : 90.000		
Maximum : 178.000				BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	643	1.533	246	212		
2	1223	3.767	336	659		
3	1277	6.220	394	872		
4	1171	8.754	441	857		
5	1093	11.233	511	500		
6	1246	13.712	535	814		
7	1132	16.240	605	863		
8	1125	18.707	601	536		
9	1005	21.182	614	717		
10	904	23.675	693	923		
11	925	26.182	663	663		
12	933	28.703	649	839		
13	951	31.182	740	870		
14	690	33.623	713	918		
15	612	36.189	771	047		
16	545	38.580	869	150		
17	378	41.066	761	787		
18	292	43.621	1225	514		
19	200	46.085	1388	440		
20	38	48.019	936	513		
21						
22						
23						
24						

Resultado do variograma do grupo de fratura F4.dat – Região Sul referente a Fig. 41.

R E S U L T						
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : .000		
Minimum : 85.000		Total Pairs : 16384		Tolerance : 90.000		
Maximum : 180.000				BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	745	1.180	135	783		
2	1393	2.607	163	536		
3	1875	4.329	200	771		
4	1245	6.015	241	951		
5	1650	7.743	244	145		
6	1561	9.446	244	559		
7	1337	11.170	234	133		
8	996	12.874	349	759		
9	935	14.635	431	313		
10	816	16.345	509	743		
11	778	18.060	470	017		
12	580	19.772	469	642		
			13	430	21.432	400.542
			14	330	23.238	492.215
			15	347	24.932	518.856
			16	281	26.649	512.434
			17	236	28.368	647.206
			18	143	29.986	907.767
			19	76	31.695	876.368
			20	25	33.275	517.640
			21			
			22			
			23			
			24			

Resultado do variograma do grupo de fratura F5.dat referente a Fig. 48.

R E S U L T S						
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : .000		
Minimum : 85.000		Total Pairs : 16384		Tolerance : 90.000		
Maximum : 120.000				BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	542	1.199	31	951		
2	1176	3.028	36	082		
3	1581	4.883	33	281		
4	1674	6.897	38	117		
5	1846	8.801	40	213		
6	1751	10.755	47	110		
7	1413	12.645	44	083		
8	1320	14.606	46	405		
9	1086	16.524	39	642		
10	907	18.533	35	817		
11	730	20.482	32	853		
12	586	22.426	31	536		
			13	529	24.993	93.559
			14	414	26.235	40.708
			15	369	28.265	43.061
			16	215	30.251	52.014
			17	131	32.020	37.065
			18	89	34.152	91.049
			19	44	36.100	129.864
			20	21	37.726	125.905
			21			
			22			
			23			
			24			

Resultado do variograma do grupo de fratura F6.dat referente a Fig. 55.

RESULTS							
Variable: Azimute		Estimator : Variogram			Direction : 000		
Minimum : 129.000		Total Pairs : 16383			Tolerance : 90.000		
Maximum : 160.000					BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate		
1	567	1.498	37.503	13	691	31.604	93.904
2	858	3.891	80.894	14	440	34.062	80.660
3	1153	6.311	90.662	15	298	36.526	75.097
4	1170	8.294	93.332	16	211	39.162	73.787
5	1381	11.441	107.497	17	142	41.623	52.077
6	1794	13.921	102.174	18	57	44.211	78.649
7	1553	16.504	93.418	19	71	46.539	66.415
8	1588	18.951	83.775	20	12	49.073	75.750
9	1367	21.475	99.687	21			
10	1138	24.004	115.921	22			
11	1104	26.476	95.417	23			
12	773	29.001	107.666	24			

Resultado do variograma do grupo de fratura F7.dat referente a Fig. 61.

RESULT							
Variable: Azimute		Estimator : Variogram			Direction : 000		
Minimum : 161.000		Total Pairs : 16384			Tolerance : 90.000		
Maximum : 180.000					BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate		
1	768	1.478	12.525	13	585	31.211	18.028
2	1449	3.747	16.787	14	541	33.641	20.602
3	1727	6.241	19.396	15	490	36.058	21.440
4	1755	8.738	19.650	16	507	38.664	18.074
5	1669	11.154	21.593	17	394	40.993	17.393
6	1336	13.660	24.247	18	183	43.710	26.667
7	1105	16.189	22.278	19	135	46.075	20.176
8	940	18.675	22.154	20	82	48.436	10.396
9	742	21.189	22.710	21			
10	816	23.754	19.724	22			
11	594	26.158	19.558	23			
12	526	28.673	22.120	24			

**Resultado do variograma com incremento de 2,5 Km do grupo de lineamento
L1.dat – Região Norte referente a Fig. 70.**

RESULTS							
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : .000			
Minimum : 3.600		Total Pairs : 16090		Tolerance : 90.000			
Maximum : 376.000				Bandwidth : n/a			
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate		
1	1115	1.613	544.769	13	598	31.678	355.899
2	2000	3.773	561.325	14	430	34.176	313.728
3	2000	6.263	719.960	15	265	36.700	439.321
4	1739	8.826	836.617	16	148	39.225	620.500
5	1379	11.969	847.038	17	103	41.890	505.657
6	1034	13.864	952.129	18	107	44.475	321.612
7	749	16.485	666.726	19	80	46.783	346.775
8	860	19.059	595.945	20	24	49.222	452.625
9	909	21.594	452.621	21			
10	910	24.169	566.747	22			
11	887	26.676	406.330	23			
12	749	29.129	356.664	24			

**Resultado do variograma com incremento de 1,75 Km do grupo de lineamento
L1.dat – Região Norte referente a Fig. 71.**

RESULTS							
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : .000			
Minimum : 3.600		Total Pairs : 16119		Tolerance : 90.000			
Maximum : 376.000				Bandwidth : n/a			
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate		
1	593	1.133	569.801	19	618	21.866	479.983
2	1247	2.672	506.350	14	604	23.618	549.317
3	1827	4.390	640.155	15	656	25.360	470.154
4	1470	6.140	699.072	16	601	27.141	430.263
5	1281	7.863	801.755	17	545	28.833	366.753
6	1138	9.594	353.445	18	454	30.645	298.129
7	956	11.360	826.172	19	384	32.357	407.535
8	812	13.111	962.596	20	293	34.076	294.420
9	598	14.847	826.564	21	222	35.784	371.270
10	508	16.641	707.808	22	163	37.580	519.531
11	575	18.416	553.963	23	91	39.373	662.396
12	606	20.135	541.405	24	77	41.059	557.292

**Resultado do variograma com incremento de 0,79 Km do grupo de lineamento
L2.dat – Região Sul referente a Fig. 78.**

RESULTS						
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : 000		
Minimum : 94.000		Total Pairs : 16379		Tolerance : 90.000		
Maximum : 348.000				BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	346	511	13	818	9.917	589.589
2	341	1.213	14	486	10.691	594.347
3	1167	2.001	15	319	11.510	739.459
4	1484	2.794	16	308	12.287	657.945
5	1613	3.569	17	178	13.058	752.329
6	1522	4.369	18	141	13.791	700.638
7	1507	5.152	19	27	14.544	535.907
8	1375	5.953	20	2	15.642	106.250
9	1304	6.739	21			
10	1105	7.531	22			
11	991	8.328	23			
12	815	9.188	24			

**Resultado do variograma com incremento de 0,55 Km do grupo de lineamento
L2.dat – Região Sul referente a Fig. 79.**

RESULTS						
Variable: Azimute		Estimator : Variogram		Direction : 000		
Minimum : 94.000		Total Pairs : 16153		Tolerance : 90.000		
Maximum : 348.000				BandWidth : n/a		
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	186	.365	13	875	6.868	610.754
2	456	.856	14	782	7.413	695.932
3	638	1.394	15	752	7.978	644.560
4	818	1.954	16	632	8.534	677.457
5	895	2.488	17	597	9.066	719.245
6	1085	3.026	18	521	9.602	630.212
7	1158	3.574	19	535	10.144	496.329
8	1012	4.123	20	340	10.710	571.532
9	1121	4.677	21	232	11.274	726.522
10	995	5.215	22	224	11.836	802.007
11	985	5.758	23	203	12.374	573.430
12	966	6.321	24	137	12.900	723.723

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continua)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1	14,9	4,3	152	45	23,9	11,8	151	89	47,8	7,9	102
2	19,8	5,3	171	46	20,7	13,6	156	90	45,8	8,5	102
3	14,3	6,9	171	47	22,7	16,2	174	91	47,3	8,8	102
4	0,3	14,6	142	48	24,0	12,1	152	92	46,1	7,7	100
5	0,7	14,9	145	49	25,2	7,5	152	93	46,5	8,0	98
6	1,0	16,0	139	50	29,0	7,7	152	94	46,1	8,3	100
7	4,4	12,1	135	51	25,8	8,3	152	95	46,2	8,4	103
8	5,1	15,0	134	52	30,5	11,7	149	96	48,6	9,9	96
9	5,2	15,0	134	53	29,9	9,3	148	97	45,1	9,9	90
10	5,7	14,7	134	54	31,5	10,6	155	98	44,9	9,7	90
11	4,2	16,3	137	55	32,1	12,4	128	99	46,2	10,5	108
12	7,4	15,1	126	56	33,1	12,8	158	100	45,0	10,5	108
13	9,5	16,0	134	57	33,7	16,4	151	101	48,4	11,5	99
14	7,7	15,5	127	58	35,9	13,0	119	102	45,1	11,6	88
15	9,2	17,0	129	59	35,7	13,9	156	103	47,6	12,1	104
16	9,7	15,5	129	60	36,5	13,9	99	104	47,5	12,3	111
17	10,1	15,7	129	61	38,9	14,1	99	105	45,9	12,5	104
18	10,2	15,3	129	62	39,0	13,3	99	106	46,0	12,0	104
19	10,5	15,4	129	63	41,3	12,8	99	107	48,0	13,3	96
20	9,5	15,4	168	64	43,0	13,2	99	108	45,9	12,9	108
21	10,8	15,1	117	65	40,5	10,1	160	109	44,7	12,6	86
22	12,4	12,9	137	66	43,5	12,3	101	110	44,7	12,5	108
23	13,3	12,4	137	67	42,7	12,2	101	111	48,4	12,7	108
24	13,2	13,8	137	68	41,3	13,8	135	112	45,4	12,9	104
25	12,8	14,6	129	69	41,9	14,1	135	113	45,8	13,2	99
26	11,4	13,7	140	70	42,0	13,9	135	114	45,7	13,6	100
27	12,8	14,6	128	71	42,1	13,7	135	115	44,5	16,3	91
28	10,4	12,3	132	72	42,8	14,9	135	116	44,4	16,8	91
29	10,2	10,1	133	73	42,9	14,7	135	117	48,0	15,7	90
30	9,2	9,9	131	74	40,4	16,6	135	118	47,8	15,4	90
31	7,0	11,3	125	75	41,4	14,8	131	119	47,5	17,1	86
32	6,1	10,6	133	76	41,0	14,1	130	120	47,5	17,3	90
33	14,4	7,5	171	77	42,0	15,1	100	121	47,8	17,3	92
34	14,0	14,0	101	78	42,8	15,3	142	122	47,9	16,0	115
35	16,5	13,4	101	79	41,4	15,3	108	123	45,7	14,7	125
36	15,4	13,3	150	80	41,1	15,8	101	124	0,6	22,6	143
37	18,7	7,6	157	81	43,4	17,3	105	125	1,0	18,0	137
38	19,1	9,3	157	82	42,1	16,8	123	126	2,2	19,0	138
39	16,7	9,9	134	83	39,6	17,0	90	127	2,1	19,8	168
40	16,9	9,7	134	84	40,7	17,2	90	128	2,5	20,3	168
41	19,5	11,2	152	85	40,1	16,9	143	129	3,2	17,5	134
42	16,5	15,7	154	86	36,4	17,4	101	130	3,6	17,4	129
43	17,0	17,2	156	87	38,9	15,4	96	131	3,6	23,1	170
44	20,9	7,9	136	88	38,7	16,5	103	132	3,5	23,5	170

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(º)	No	L(h)	N(h)	Az.(º)	No	L(h)	N(h)	Az.(º)
133	6,6	23,6	143	177	29,5	20,0	97	221	28,1	23,7	97
134	4,2	23,9	165	178	26,9	19,7	101	222	25,1	24,2	101
135	10,8	24,5	139	179	28,1	20,3	98	223	26,2	24,3	101
136	11,6	25,6	139	180	25,5	20,1	158	224	26,8	25,1	98
137	7,5	27,0	144	181	25,6	20,1	146	225	28,9	25,4	98
138	9,6	23,0	170	182	29,4	21,4	155	226	33,5	25,9	98
139	10,3	24,7	162	183	28,0	20,8	152	227	25,2	25,7	96
140	12,7	27,0	135	184	28,2	22,5	177	228	25,7	25,8	96
141	10,2	22,8	159	185	28,9	23,0	155	229	32,0	26,3	96
142	11,8	22,7	173	186	33,5	21,4	155	230	27,8	24,0	100
143	17,1	17,5	156	187	33,6	23,4	155	231	29,7	26,5	96
144	15,0	27,1	95	188	33,3	23,7	153	232	28,7	26,4	104
145	18,0	26,9	100	189	32,2	24,3	150	233	33,9	22,6	94
146	18,1	26,6	137	190	32,4	25,3	150	234	33,9	33,5	100
147	17,9	25,6	142	191	32,8	25,6	151	235	33,9	33,6	100
148	17,9	25,5	142	192	31,0	24,5	152	236	33,9	26,5	98
149	18,4	26,5	146	193	31,4	24,3	152	237	31,7	24,3	98
150	18,3	25,5	144	194	32,5	24,0	156	238	32,3	23,5	103
151	19,6	27,1	147	195	32,4	24,2	156	239	33,3	22,3	97
152	20,2	27,3	105	196	32,7	24,0	156	240	34,1	26,0	155
153	20,5	26,8	98	197	33,9	25,2	155	241	34,2	24,9	155
154	22,6	27,3	97	198	33,9	25,9	154	242	34,2	25,8	156
155	18,7	25,9	144	199	31,3	26,4	153	243	34,4	24,5	158
156	18,6	26,2	144	200	31,1	26,8	153	244	35,0	25,4	94
157	19,1	25,2	144	201	31,2	25,1	153	245	34,8	24,4	146
158	19,4	25,2	147	202	30,3	24,5	155	246	34,7	23,7	99
159	20,4	25,2	105	203	27,4	23,5	134	247	34,8	23,3	118
160	21,1	25,2	104	204	27,1	23,6	130	248	34,9	22,7	130
161	21,5	25,3	105	205	27,8	24,4	143	249	35,3	22,9	126
162	19,8	23,7	96	206	27,1	24,1	136	250	35,8	23,4	92
163	20,0	23,3	98	207	27,6	24,7	136	251	35,8	23,2	88
164	20,4	23,0	103	208	26,6	25,6	173	252	36,5	23,1	88
165	22,7	22,6	105	209	26,7	24,6	138	253	39,5	23,0	88
166	22,7	23,1	102	210	26,7	24,4	138	254	35,1	22,7	89
167	23,3	22,5	89	211	27,8	26,3	178	255	36,6	22,5	94
168	23,4	21,0	96	212	28,2	25,9	141	256	36,9	22,4	94
169	17,4	27,3	139	213	28,1	25,2	139	257	36,1	24,1	124
170	19,3	22,1	100	214	27,3	25,1	147	258	37,4	22,2	91
171	21,3	22,7	126	215	32,6	23,2	148	259	37,3	21,6	90
172	20,9	21,1	156	216	24,7	22,3	101	260	36,4	30,3	96
173	21,1	21,0	144	217	24,5	22,8	101	261	35,4	17,8	154
174	21,3	20,7	142	218	26,2	22,9	103	262	38,5	19,6	96
175	21,3	20,5	149	219	26,7	23,5	100	263	37,6	20,4	94
176	33,3	17,6	130	220	25,8	23,7	100	264	38,5	20,5	136

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
265	38,7	20,3	136	309	38,6	26,3	96	353	48,1	19,0	112
266	37,6	17,5	132	310	38,7	26,6	96	354	48,1	18,8	99
267	38,1	18,2	132	311	39,7	26,5	91	355	47,9	18,7	103
268	40,1	19,5	132	312	37,7	27,0	95	356	47,8	19,2	103
269	41,5	20,7	132	313	39,3	26,7	95	357	47,8	19,6	105
270	43,0	22,2	132	314	39,7	26,7	92	358	48,2	20,3	99
271	38,8	18,6	132	315	42,4	27,1	96	359	48,5	20,4	101
272	39,1	19,5	102	316	43,1	27,2	94	360	46,3	19,1	104
273	39,4	17,7	87	317	43,9	27,3	101	361	45,9	20,0	103
274	41,5	18,1	90	318	41,2	26,5	96	362	46,0	19,6	103
275	40,6	18,3	97	319	41,3	26,7	94	363	46,2	19,2	106
276	43,4	19,0	141	320	43,9	26,5	98	364	46,2	19,3	103
277	43,9	18,7	154	321	43,7	26,7	97	365	46,5	20,0	109
278	43,9	30,1	90	322	44,4	26,7	99	366	47,0	20,1	100
279	42,9	18,2	161	323	44,5	26,8	103	367	47,5	20,2	105
280	43,5	18,0	152	324	47,1	27,3	102	368	44,9	26,9	107
281	38,5	22,4	91	325	47,4	26,8	99	369	3,8	28,6	169
282	40,4	22,4	91	326	48,4	24,9	106	370	3,5	29,3	169
283	40,4	22,5	86	327	45,2	24,1	128	371	3,9	30,5	168
284	43,9	22,2	92	328	46,1	24,9	130	372	3,9	33,9	162
285	42,8	22,7	92	329	46,5	27,0	135	373	3,5	36,7	173
286	43,4	23,1	92	330	45,4	23,2	90	374	3,6	36,6	173
287	41,1	22,8	92	331	47,1	23,2	89	375	3,6	37,2	170
288	41,5	22,9	94	332	46,0	22,3	91	376	2,0	36,4	172
289	41,0	22,6	91	333	46,4	23,2	89	377	1,6	35,5	175
290	40,1	22,1	155	334	46,0	23,6	178	378	1,4	35,1	175
291	42,0	24,0	100	335	47,3	22,9	170	379	2,6	33,6	164
292	41,2	23,9	99	336	47,5	22,8	174	380	1,2	34,6	154
293	38,9	24,0	102	337	48,1	23,2	103	381	0,9	35,9	145
294	38,3	23,8	95	338	47,7	22,8	104	382	1,0	36,9	136
295	37,8	23,9	90	339	45,2	18,7	90	383	0,3	36,4	136
296	39,7	22,9	93	340	45,3	18,5	90	384	3,9	28,9	170
297	39,2	23,0	90	341	45,5	18,3	90	385	8,0	27,4	140
298	37,4	22,5	95	342	45,1	20,9	102	386	12,9	27,4	136
299	37,7	22,8	94	343	46,8	20,9	105	387	13,9	28,2	136
300	37,5	23,0	89	344	47,4	21,1	107	388	4,1	31,2	168
301	37,2	22,9	92	345	44,8	20,7	95	389	4,3	32,4	165
302	37,6	24,6	124	346	44,7	20,4	99	390	4,6	33,6	167
303	38,2	25,5	134	347	45,6	20,1	92	391	4,8	35,4	166
304	37,1	23,7	94	348	44,9	19,4	90	392	5,9	37,0	169
305	36,6	17,5	101	349	48,4	19,3	101	393	4,9	28,3	168
306	39,2	26,5	94	350	48,3	19,8	99	394	5,2	34,4	159
307	39,1	25,4	95	351	46,4	18,6	107	395	5,0	33,5	160
308	39,9	25,5	92	352	47,7	17,7	94	396	13,9	32,3	164

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
397	13,9	33,8	162	441	17,8	32,3	138	485	17,1	37,3	95
398	13,1	31,3	163	442	17,6	32,3	138	486	18,2	37,4	95
399	13,5	36,5	164	443	17,9	33,5	139	487	17,9	37,3	93
400	12,9	36,1	168	444	20,1	35,0	138	488	17,5	37,2	94
401	12,2	36,3	167	445	21,2	35,7	138	489	33,9	29,8	120
402	11,2	36,2	174	446	18,5	32,2	137	490	33,9	30,1	120
403	11,0	36,2	169	447	18,5	31,9	137	491	33,8	30,2	120
404	10,2	32,1	173	448	22,3	36,4	137	492	32,1	27,4	155
405	9,4	29,0	143	449	18,1	32,4	150	493	31,6	27,7	155
406	7,8	31,4	169	450	21,5	31,6	147	494	31,3	27,8	155
407	6,8	33,4	153	451	22,1	32,1	142	495	29,1	30,5	136
408	14,1	28,6	134	452	21,4	31,7	136	496	28,9	30,7	136
409	14,4	29,3	146	453	21,2	32,1	147	497	30,2	28,8	158
410	14,2	33,2	164	454	22,0	33,3	141	498	30,1	29,5	144
411	15,4	32,7	145	455	22,3	34,0	131	499	29,7	29,6	144
412	15,9	33,6	145	456	23,0	34,3	139	500	31,0	30,8	133
413	16,0	30,7	142	457	19,9	33,4	141	501	33,9	32,0	131
414	18,8	36,7	142	458	20,8	33,4	143	502	33,0	32,3	134
415	16,8	32,3	142	459	22,7	35,4	143	503	32,8	33,0	97
416	14,2	36,6	174	460	20,4	35,9	143	504	29,5	30,1	139
417	14,4	37,2	172	461	21,3	34,6	140	505	29,5	30,5	136
418	15,3	37,0	170	462	21,3	33,7	138	506	31,0	30,7	142
419	16,6	34,2	146	463	22,1	34,9	139	507	28,0	30,5	135
420	17,6	27,4	136	464	21,7	34,1	142	508	28,2	29,6	135
421	19,6	27,4	136	465	23,9	36,8	138	509	27,9	30,6	139
422	18,0	27,5	148	466	22,9	35,4	134	510	27,5	30,9	132
423	18,9	28,2	132	467	21,6	35,3	138	511	28,5	31,2	136
424	19,0	28,2	132	468	21,7	34,8	140	512	27,1	32,2	132
425	19,2	30,0	138	469	22,0	35,1	142	513	26,5	33,0	140
426	19,9	31,4	138	470	22,1	35,8	135	514	24,9	28,1	134
427	21,0	30,0	141	471	20,4	34,8	139	515	29,9	30,1	145
428	20,3	30,4	95	472	18,2	37,3	180	516	31,3	31,7	145
429	20,4	30,5	140	473	21,3	35,7	141	517	24,1	34,8	133
430	2,2	33,5	140	474	18,9	35,1	139	518	24,0	34,9	133
431	23,9	35,1	140	475	20,8	36,7	139	519	24,1	36,5	134
432	22,5	30,8	131	476	21,2	37,0	139	520	24,1	35,0	175
433	22,0	30,6	135	477	22,2	37,2	162	521	24,6	34,8	137
434	21,1	30,8	136	478	20,0	36,5	141	522	24,8	34,5	132
435	22,0	31,3	136	479	19,8	36,3	141	523	25,0	33,4	173
436	22,6	31,5	136	480	20,0	35,8	132	524	25,5	33,8	137
437	22,1	32,8	137	481	19,4	35,4	139	525	25,6	33,7	137
438	22,2	32,9	137	482	18,2	36,1	142	526	26,2	34,5	137
439	22,5	33,2	137	483	17,9	35,8	148	527	26,3	34,7	137
440	23,0	33,2	137	484	14,0	33,8	162	528	25,9	34,5	136

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
529	26,2	35,2	135	573	32,9	35,8	143	617	28,5	34,8	153
530	26,4	35,5	135	574	31,8	34,8	139	618	28,4	34,5	151
531	27,1	31,2	177	575	33,9	37,0	97	619	28,0	33,7	177
532	27,5	39,6	135	576	36,6	37,3	95	620	28,0	27,4	176
533	27,9	32,3	135	577	31,0	33,9	149	621	34,1	29,9	119
534	27,2	31,9	134	578	30,9	34,4	145	622	34,1	30,2	119
535	27,8	31,8	136	579	31,2	34,9	145	623	38,6	27,4	179
536	27,9	31,7	126	580	31,3	34,7	131	624	42,3	27,6	96
537	28,6	31,4	154	581	32,1	36,0	144	625	43,4	27,8	97
538	28,5	31,6	123	582	31,6	36,2	149	626	42,9	28,2	98
539	29,5	32,2	135	583	30,6	35,5	150	627	43,5	27,4	100
540	29,1	32,2	142	584	29,7	34,5	143	628	38,7	32,3	173
541	29,6	32,4	144	585	30,2	33,8	140	629	39,1	28,6	104
542	28,7	32,1	135	586	30,1	35,0	145	630	37,3	30,9	94
543	28,8	32,7	141	587	29,5	34,6	144	631	38,7	31,1	177
544	28,8	32,1	133	588	29,2	34,6	140	632	41,2	30,4	136
545	29,3	31,9	95	589	29,7	35,0	140	633	40,6	30,0	100
546	31,4	33,6	95	590	30,1	35,7	140	634	43,9	30,5	131
547	32,2	34,1	136	591	25,4	35,6	142	635	36,2	32,1	136
548	32,3	33,9	136	592	33,9	35,9	140	636	37,3	33,2	117
549	33,3	34,4	99	593	25,3	37,0	161	637	36,8	33,5	155
550	33,1	34,5	99	594	25,7	36,5	162	638	37,6	34,7	157
551	32,4	33,6	139	595	25,9	36,5	171	639	39,8	32,5	150
552	33,9	34,4	138	596	26,6	34,3	174	640	39,9	32,4	150
553	33,6	34,3	152	597	26,8	34,1	148	641	40,6	33,8	150
554	25,8	31,5	170	598	27,0	35,9	139	642	39,9	32,1	151
555	26,0	32,6	171	599	26,9	34,0	176	643	41,6	31,7	176
556	31,7	33,7	143	600	27,0	33,8	133	644	38,4	34,4	154
557	27,4	33,3	142	601	27,6	35,7	171	645	38,3	34,7	154
558	27,1	33,5	144	602	27,4	34,1	137	646	41,2	33,1	155
559	32,0	34,3	99	603	27,4	34,5	137	647	42,0	33,1	168
560	33,1	34,6	100	604	29,9	36,1	150	648	42,4	32,8	170
561	33,9	34,9	99	605	29,6	35,8	150	649	43,3	32,6	168
562	26,4	37,1	94	606	29,7	36,9	151	650	43,9	33,2	169
563	26,3	37,0	94	607	28,6	36,2	144	651	41,5	33,2	166
564	27,5	36,9	97	608	28,0	35,5	178	652	37,5	38,5	159
565	27,5	37,1	97	609	28,7	35,8	96	653	38,0	37,8	159
566	27,4	36,6	99	610	27,9	34,9	141	654	38,6	36,3	159
567	33,8	36,3	172	611	28,5	33,7	142	655	39,0	36,2	159
568	33,6	35,7	94	612	28,5	34,2	142	656	39,2	36,9	159
569	33,6	36,4	145	613	27,9	33,8	141	657	38,8	34,8	154
570	33,2	35,1	139	614	29,6	36,4	165	658	38,9	34,7	154
571	33,0	35,2	139	615	28,2	35,6	172	659	39,4	34,3	163
572	32,3	34,5	139	616	28,3	35,0	145	660	39,5	33,5	155

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
661	39,9	34,2	149	705	41,7	36,3	97	749	12,0	38,5	172
662	39,9	33,3	149	706	44,2	28,3	95	750	12,3	39,5	172
663	40,4	33,9	148	707	44,9	28,3	85	751	13,4	40,8	172
664	40,7	33,7	153	708	44,2	28,6	95	752	13,5	41,0	172
665	43,1	36,6	149	709	45,2	28,8	130	753	13,3	41,3	172
666	39,6	35,4	157	710	46,7	29,2	158	754	13,9	40,8	172
667	34,6	36,3	174	711	47,1	28,9	146	755	11,4	40,8	172
668	36,2	35,6	174	712	44,8	31,8	166	756	12,1	42,9	172
669	42,1	37,0	180	713	44,8	32,7	169	757	12,0	42,6	172
670	34,5	36,0	139	714	44,4	33,0	164	758	11,6	43,2	172
671	40,8	33,3	92	715	45,8	35,9	147	759	11,2	43,0	172
672	38,7	35,1	157	716	46,5	35,8	146	760	10,4	43,1	172
673	35,6	35,4	95	717	44,4	29,5	131	761	6,5	42,1	172
674	35,8	35,3	95	718	49,0	31,4	171	762	4,6	42,2	172
675	34,7	35,2	97	719	49,3	31,4	171	763	6,0	38,0	172
676	35,8	37,2	94	720	49,6	30,1	176	764	12,8	47,0	172
677	41,1	36,2	100	721	49,8	30,8	177	765	6,9	39,5	159
678	37,0	35,3	96	722	50,2	31,0	142	766	7,0	39,8	159
679	37,4	35,1	96	723	50,5	31,4	135	767	10,3	37,4	172
680	37,9	35,4	96	724	50,8	30,9	134	768	11,6	37,4	172
681	39,0	35,3	96	725	51,2	30,5	137	769	10,8	37,6	172
682	38,7	35,8	96	726	0,8	37,4	177	770	10,8	37,7	172
683	41,5	35,5	96	727	1,0	37,4	177	771	12,7	41,0	172
684	38,9	36,5	97	728	3,6	37,4	170	772	11,7	39,8	172
685	39,1	36,9	97	729	2,1	37,4	172	773	10,1	40,5	176
686	39,7	36,5	97	730	3,8	37,4	171	774	10,1	40,6	176
687	40,0	36,0	94	731	1,5	37,5	173	775	12,6	41,4	162
688	39,8	36,9	97	732	1,6	38,1	172	776	12,5	40,5	175
689	40,2	36,3	98	733	1,4	38,2	164	777	13,5	40,8	179
690	40,1	36,7	98	734	3,9	40,0	173	778	11,1	42,7	177
691	40,0	37,1	98	735	3,9	42,0	133	779	11,4	42,7	177
692	40,8	37,3	98	736	3,6	39,8	177	780	10,2	42,5	175
693	40,6	36,9	98	737	3,8	40,8	171	781	10,3	42,6	179
694	42,9	34,8	102	738	3,6	41,5	134	782	13,3	37,4	168
695	42,8	34,8	98	739	3,1	41,0	136	783	13,6	41,9	177
696	41,4	34,7	98	740	2,6	40,7	129	784	13,6	42,6	175
697	41,7	34,6	98	741	2,3	39,2	174	785	13,6	45,0	180
698	40,6	35,9	97	742	3,1	39,2	132	786	13,1	43,5	175
699	39,9	35,8	97	743	2,5	38,6	132	787	13,3	45,0	168
700	40,3	36,1	97	744	2,6	38,0	132	788	13,0	46,5	173
701	39,6	35,4	95	745	2,0	38,1	132	789	12,7	46,9	167
702	43,1	35,8	97	746	1,3	38,7	170	790	11,7	41,9	145
703	41,8	35,9	97	747	1,0	38,1	172	791	12,5	43,7	145
704	41,6	35,8	97	748	0,7	38,3	172	792	11,0	42,6	172

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
793	10,5	43,3	172	837	17,9	39,4	167	881	19,9	40,9	138
794	10,3	43,4	164	838	18,3	39,3	172	882	20,0	40,4	167
795	9,8	41,2	168	839	19,6	39,1	169	883	20,5	40,4	140
796	10,1	42,5	168	840	20,0	39,5	162	884	21,5	40,6	142
797	9,8	40,5	169	841	20,0	40,1	162	885	22,9	40,6	170
798	9,9	41,9	175	842	20,4	39,3	166	886	15,1	42,1	174
799	6,7	39,0	161	843	20,8	38,7	165	887	15,2	42,9	174
800	5,7	38,7	174	844	22,5	38,5	141	888	15,9	42,2	171
801	5,7	40,3	174	845	23,9	40,1	93	889	17,5	42,1	177
802	4,1	40,9	174	846	15,5	40,5	178	890	18,6	42,0	142
803	5,4	42,0	174	847	16,8	40,1	170	891	18,7	42,4	179
804	4,6	42,1	174	848	16,6	40,1	170	892	18,9	42,2	172
805	6,3	42,1	176	849	17,6	40,0	169	893	19,7	42,3	169
806	3,9	42,1	135	850	18,5	39,7	169	894	20,1	41,9	170
807	4,6	43,2	135	851	19,2	43,4	169	895	20,6	42,1	170
808	5,0	42,9	167	852	18,8	39,8	170	896	21,5	41,3	167
809	4,9	41,6	167	853	21,2	39,7	169	897	22,0	41,5	169
810	6,2	40,5	148	854	21,8	39,0	167	898	22,9	41,7	172
811	7,1	40,8	151	855	22,6	39,6	166	899	23,7	41,7	137
812	7,0	39,5	156	856	23,9	39,2	147	900	23,5	41,1	145
813	14,3	37,4	172	857	17,9	40,0	167	901	17,5	42,4	174
814	15,3	37,4	170	858	18,1	39,9	174	902	21,3	42,0	165
815	18,7	37,5	139	859	19,0	40,3	165	903	21,6	41,9	175
816	19,4	37,4	94	860	19,1	40,3	137	904	14,5	42,9	178
817	20,2	37,6	96	861	19,1	40,1	137	905	17,0	43,0	175
818	22,3	37,4	163	862	23,8	40,0	137	906	17,1	44,0	176
819	22,4	37,8	163	863	14,0	41,8	169	907	21,5	42,3	167
820	14,6	38,2	168	864	14,3	41,3	171	908	22,5	46,4	167
821	15,1	38,4	172	865	14,9	41,3	173	909	23,2	42,4	178
822	16,2	38,1	143	866	15,5	41,5	173	910	13,9	44,0	171
823	17,2	39,1	180	867	15,7	41,4	172	911	14,1	44,8	171
824	17,8	38,4	169	868	16,1	41,6	172	912	15,2	43,4	173
825	18,1	38,4	140	869	16,1	41,0	172	913	15,4	43,5	174
826	18,4	38,3	140	870	16,2	41,5	165	914	17,5	43,5	173
827	18,8	38,1	139	871	16,7	41,1	172	915	18,4	43,0	175
828	19,0	38,1	144	872	16,9	41,5	172	916	18,4	43,5	175
829	19,3	38,3	94	873	16,8	42,1	172	917	18,9	42,9	169
830	20,0	37,9	94	874	17,3	41,0	170	918	19,6	43,4	171
831	19,7	37,9	168	875	17,9	41,0	166	919	19,8	43,2	171
832	20,5	37,9	140	876	18,4	41,0	170	920	20,0	43,1	171
833	22,2	37,8	139	877	18,7	41,1	174	921	20,4	43,0	170
834	23,4	37,9	145	878	19,3	41,0	144	922	20,3	43,0	167
835	14,8	38,8	165	879	19,6	40,9	169	923	20,8	43,2	172
836	16,2	39,5	171	880	19,6	42,0	169	924	13,8	45,6	171

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
925	15,6	44,6	171	969	25,9	41,5	171	1013	29,5	41,5	170
926	15,5	46,4	171	970	26,0	43,2	171	1014	29,6	37,5	174
927	15,6	48,3	169	971	25,9	38,2	143	1015	29,7	42,1	165
928	16,2	48,3	162	972	26,3	38,7	138	1016	29,8	42,1	165
929	16,6	48,3	166	973	26,1	39,6	159	1017	30,0	42,0	165
930	16,2	46,0	168	974	26,6	40,3	141	1018	29,8	37,4	150
931	17,9	44,8	156	975	26,1	37,4	172	1019	30,0	39,1	92
932	20,5	45,9	167	976	26,3	37,4	175	1020	30,5	39,0	93
933	20,6	48,1	173	977	26,6	41,1	172	1021	30,3	41,3	169
934	21,3	46,5	170	978	26,8	42,4	172	1022	30,5	41,9	168
935	21,6	47,7	171	979	27,1	44,5	168	1023	30,7	41,9	173
936	22,0	46,6	166	980	27,0	43,4	176	1024	31,0	42,2	166
937	21,6	43,8	170	981	26,4	43,8	172	1025	30,8	42,1	166
938	21,7	44,5	171	982	26,7	43,7	172	1026	31,2	43,8	173
939	21,9	43,2	180	983	27,2	44,1	173	1027	31,1	41,8	174
940	22,0	43,5	175	984	27,4	45,2	177	1028	31,5	47,0	173
941	22,2	43,0	175	985	26,9	42,9	138	1029	31,7	47,1	173
942	22,6	43,2	171	986	27,7	38,8	90	1030	31,8	44,5	173
943	22,7	45,5	174	987	27,5	39,8	145	1031	30,6	38,6	174
944	23,0	44,2	170	988	28,1	40,1	93	1032	30,7	39,2	142
945	22,8	43,0	172	989	27,7	40,3	151	1033	30,9	40,1	94
946	22,9	42,4	177	990	27,5	41,7	175	1034	31,9	39,9	94
947	23,1	43,2	176	991	27,8	41,6	135	1035	31,3	39,6	94
948	23,6	42,9	170	992	27,9	41,9	138	1036	33,9	39,0	94
949	24,5	39,1	94	993	27,6	42,3	134	1037	33,8	39,7	94
950	25,3	39,1	94	994	27,7	42,1	176	1038	31,0	37,7	140
951	24,2	39,1	145	995	28,0	42,9	131	1039	31,2	37,8	140
952	24,5	39,2	145	996	27,8	43,6	173	1040	31,8	37,9	140
953	24,3	39,5	140	997	27,9	43,7	170	1041	31,6	38,1	145
954	30,4	41,3	168	998	28,1	45,8	163	1042	30,9	38,7	180
955	24,7	40,8	168	999	28,2	43,8	177	1043	31,2	39,0	99
956	25,2	41,3	170	1000	28,7	45,4	173	1044	31,3	38,6	169
957	25,5	41,3	170	1001	28,3	42,4	143	1045	33,9	37,8	94
958	24,7	37,7	178	1002	28,1	37,4	168	1046	33,2	37,6	93
959	25,0	39,6	164	1003	29,1	42,0	139	1047	33,4	37,5	93
960	25,5	40,8	169	1004	29,6	42,6	139	1048	32,4	38,1	169
961	24,7	42,3	130	1005	30,2	43,2	139	1049	32,6	38,8	171
962	25,2	42,8	135	1006	29,3	37,4	99	1050	32,0	39,0	168
963	25,4	42,7	175	1007	28,7	39,3	153	1051	32,0	39,6	99
964	24,4	43,1	169	1008	28,9	41,6	170	1052	32,7	39,3	97
965	24,5	44,7	169	1009	29,2	43,3	144	1053	31,6	40,2	151
966	25,4	37,4	145	1010	28,9	38,9	160	1054	31,3	41,2	145
967	25,9	46,6	169	1011	29,1	39,6	157	1055	31,5	41,9	148
968	25,2	37,4	165	1012	29,5	41,3	136	1056	31,9	41,9	147

ANEXO B – Dados dos azimutes nas fraturas e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(conclusão)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1057	32,3	41,7	144	1101	40,2	39,6	100	1145	22,1	47,3	172
1058	32,4	41,7	148	1102	38,4	39,6	90	1146	22,5	47,4	168
1059	33,6	41,6	146	1103	40,2	40,1	98	1147	22,4	48,3	171
1060	33,9	41,2	144	1104	40,4	40,4	101	1148	22,6	49,3	171
1061	33,9	43,0	149	1105	34,4	37,7	176	1149	21,5	48,4	171
1062	33,1	43,2	146	1106	35,0	37,4	170	1150	21,6	47,5	171
1063	32,9	43,3	148	1107	35,3	39,4	170	1151	21,9	48,7	168
1064	32,7	43,3	148	1108	34,6	38,0	171	1152	21,7	47,9	171
1065	32,6	43,6	145	1109	35,1	39,4	168	1153	24,0	47,6	172
1066	34,3	41,3	144	1110	35,3	38,0	172	1154	24,0	48,1	172
1067	34,1	43,1	150	1111	35,4	37,4	174	1155	24,4	48,5	167
1068	35,2	37,4	96	1112	39,0	39,0	174	1156	24,4	47,9	170
1069	37,0	37,7	96	1113	35,5	38,9	171	1157	25,5	47,3	167
1070	36,0	37,5	95	1114	35,7	38,6	170	1158	26,1	48,8	172
1071	37,4	37,4	97	1115	35,7	37,5	167	1159	26,3	48,3	172
1072	43,9	38,3	99	1116	36,2	37,4	167	1160	27,0	47,7	169
1073	43,0	37,7	98	1117	38,4	37,4	158	1161	27,1	49,2	171
1074	40,4	38,0	98	1118	38,4	38,0	158	1162	27,3	49,2	168
1075	35,2	37,6	97	1119	37,8	38,4	158	1163	27,5	49,1	175
1076	36,4	37,7	94	1120	36,5	37,9	170	1164	27,6	49,0	175
1077	36,0	37,9	97	1121	36,8	37,8	173	1165	27,8	49,0	178
1078	36,5	38,0	97	1122	40,0	37,8	172	1166	28,7	48,1	172
1079	39,9	38,4	97	1123	40,3	38,4	172	1167	29,0	48,1	170
1080	36,5	37,9	93	1124	40,0	39,0	173	1168	29,3	48,0	171
1081	35,0	37,9	94	1125	36,8	39,1	171	1169	29,3	49,1	164
1082	40,3	38,3	101	1126	37,4	39,6	138	1170	30,6	47,7	176
1083	36,4	38,3	92	1127	37,8	39,3	173	1171	31,4	47,3	173
1084	43,9	38,7	100	1128	38,2	41,6	168	1172	31,7	47,3	173
1085	40,7	38,5	98	1129	34,1	39,8	94	1173	44,4	47,6	169
1086	37,9	38,4	95	1130	36,7	40,2	127	1174	45,3	47,9	166
1087	40,9	38,5	97	1131	36,1	40,1	140				
1088	36,6	38,4	98	1132	36,4	41,0	148				
1089	40,1	38,8	101	1133	35,8	40,3	131				
1090	39,1	38,7	100	1134	35,4	41,0	143				
1091	40,0	38,9	100	1135	35,9	41,9	149				
1092	39,3	38,8	98	1136	41,3	45,0	168				
1093	40,4	39,1	98	1137	44,8	37,5	172				
1094	39,3	39,0	94	1138	44,9	40,9	170				
1095	39,0	39,1	94	1139	12,7	47,4	169				
1096	36,1	38,7	100	1140	11,4	47,6	171				
1097	40,1	39,3	100	1141	15,6	47,3	169				
1098	40,4	39,3	103	1142	16,2	47,3	163				
1099	34,8	38,6	100	1143	16,7	47,3	166				
1100	41,6	39,4	97	1144	20,5	47,3	173				

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continua)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1	3,5	0,6	153	45	4,8	26,8	199	89	12,0	1,5	203
2	3,7	2,2	219	46	4,7	26,6	199	90	12,5	1,0	203
3	4,0	2,4	219	47	4,7	27,2	208	91	12,1	0,9	205
4	3,1	4,2	219	48	7,0	27,5	208	92	10,3	2,6	203
5	4,2	7,4	226	49	5,7	28,1	208	93	11,4	2,9	182
6	4,4	11,2	226	50	5,5	28,4	199	94	11,7	2,2	203
7	3,3	13,9	226	51	5,3	29,0	199	95	11,6	2,9	182
8	5,2	12,9	226	52	3,3	29,1	199	96	12,1	2,9	182
9	4,9	12,1	230	53	3,3	27,9	199	97	12,6	2,6	210
10	6,9	10,6	206	54	3,0	28,5	202	98	12,2	3,1	210
11	6,4	10,0	214	55	0,9	28,9	202	99	12,5	3,2	222
12	6,3	9,3	226	56	1,5	29,5	218	100	13,4	2,5	203
13	6,6	9,4	233	57	1,8	29,8	209	101	12,6	2,0	210
14	6,8	9,6	217	58	0,1	31,9	234	102	13,3	1,4	222
15	7,2	8,2	118	59	6,8	31,8	238	103	13,8	0,6	210
16	7,4	8,3	118	60	4,4	32,5	226	104	15,2	0,0	243
17	7,3	13,5	257	61	4,6	33,4	208	105	14,6	1,1	210
18	0,0	13,9	216	62	5,6	32,9	208	106	14,4	1,0	243
19	4,8	15,0	152	63	6,1	33,4	219	107	14,0	1,5	243
20	7,0	14,4	167	64	6,4	33,1	208	108	14,3	1,9	243
21	6,7	14,4	241	65	6,9	33,6	210	109	13,9	2,2	188
22	7,1	13,9	250	66	6,9	32,5	208	110	16,4	0,3	222
23	6,8	15,2	173	67	7,1	31,6	209	111	13,4	1,2	222
24	6,4	15,6	161	68	4,7	24,9	200	112	13,9	3,1	222
25	6,9	18,3	241	69	0,0	35,1	197	113	14,0	3,1	222
26	5,9	19,9	228	70	5,4	34,7	218	114	14,1	1,6	222
27	4,5	21,4	223	71	4,1	35,6	218	115	15,8	1,4	222
28	2,5	22,3	228	72	3,3	36,3	218	116	15,9	1,5	222
29	3,0	22,6	223	73	2,4	36,8	206	117	16,4	1,0	222
30	7,2	20,4	223	74	0,0	37,1	197	118	16,8	0,5	222
31	4,9	20,0	223	75	0,0	35,9	215	119	16,4	3,0	222
32	3,4	22,9	223	76	6,8	35,7	215	120	10,4	3,9	204
33	4,0	21,9	216	77	7,0	34,8	215	121	10,2	4,8	240
34	4,9	22,3	216	78	7,3	40,5	257	122	9,0	5,5	212
35	5,4	22,5	223	79	2,1	39,9	208	123	8,7	5,5	212
36	7,1	21,4	228	80	3,8	45,2	199	124	8,1	5,8	212
37	7,3	21,9	216	81	3,8	46,4	195	125	8,1	6,9	159
38	1,0	24,3	251	82	5,1	47,5	195	126	7,5	8,7	125
39	2,3	24,4	257	83	5,0	49,5	197	127	7,4	7,7	224
40	2,3	25,9	182	84	7,4	1,4	182	128	9,4	5,2	230
41	3,7	24,4	200	85	9,0	0,9	210	129	11,3	3,9	230
42	2,3	26,5	185	86	10,4	0,0	233	130	11,5	4,0	230
43	1,8	28,6	192	87	11,1	0,4	222	131	11,0	3,9	224
44	3,3	28,0	199	88	11,1	1,8	188	132	9,4	6,3	224

**ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações
na Região de Santa Luzia-PB.**

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(º)	No	L(h)	N(h)	Az.(º)	No	L(h)	N(h)	Az.(º)
133	10,7	5,3	224	177	10,9	11,7	224	221	9,3	15,5	178
134	11,9	5,2	224	178	12,3	12,0	224	222	10,5	13,9	220
135	12,8	4,4	224	179	13,2	9,8	238	223	10,2	14,3	220
136	13,6	3,9	224	180	13,2	9,4	212	224	11,0	14,0	235
137	13,6	3,9	224	181	15,0	8,5	224	225	12,0	14,9	235
138	13,0	5,0	224	182	15,9	7,6	240	226	12,5	14,4	206
139	11,9	5,2	224	183	16,0	7,9	240	227	12,8	14,4	206
140	10,3	5,5	224	184	14,4	9,5	224	228	12,8	14,1	235
141	8,5	8,6	224	185	14,2	9,6	224	229	13,6	14,6	207
142	8,5	8,2	224	186	13,5	10,4	224	230	13,2	14,9	195
143	7,9	8,9	224	187	15,3	8,5	240	231	12,5	14,7	220
144	7,5	9,6	224	188	16,5	7,0	224	232	12,6	14,9	220
145	7,7	9,2	224	189	15,9	7,6	224	233	14,4	14,2	235
146	15,7	4,4	224	190	15,6	8,6	240	234	12,9	15,7	207
147	15,6	4,5	224	191	14,0	9,7	224	235	14,6	16,0	178
148	16,9	4,3	224	192	13,4	11,4	224	236	11,5	16,0	178
149	15,6	4,5	224	193	13,5	11,5	224	237	15,4	16,1	178
150	15,0	5,2	224	194	13,6	11,8	224	238	12,8	16,2	195
151	14,0	5,6	224	195	13,5	12,0	224	239	10,6	16,9	220
152	12,6	6,9	224	196	13,0	12,3	230	240	8,4	17,2	229
153	16,9	4,5	170	197	12,5	12,6	224	241	7,4	18,5	229
154	16,6	4,9	170	198	12,2	12,5	224	242	7,4	16,6	229
155	14,8	5,0	224	199	12,2	13,2	224	243	9,5	18,0	229
156	16,8	7,0	263	200	13,5	10,0	224	244	8,5	19,0	229
157	16,5	6,0	240	201	14,6	10,4	224	245	8,6	19,9	220
158	16,0	5,4	170	202	14,0	12,5	224	246	7,4	20,5	220
159	14,4	5,7	224	203	14,6	12,9	230	247	8,3	19,0	220
160	13,0	6,2	224	204	14,2	12,8	230	248	7,5	19,9	220
161	12,3	7,0	224	205	15,6	11,0	204	249	7,4	19,8	220
162	12,4	6,1	224	206	15,2	11,5	204	250	10,2	18,9	220
163	12,4	6,2	224	207	15,5	11,8	224	251	10,5	17,9	220
164	10,9	9,3	240	208	16,6	11,9	224	252	12,4	19,6	376
165	10,9	10,0	240	209	17,0	12,0	224	253	9,4	20,4	229
166	10,6	9,0	240	210	17,2	11,9	224	254	9,9	21,8	229
167	10,6	9,0	240	211	8,0	8,0	224	255	11,0	21,1	235
168	8,7	8,5	240	212	16,9	8,0	224	256	11,8	20,5	235
169	9,5	11,5	240	213	16,5	8,4	224	257	11,0	20,9	235
170	9,1	13,9	115	214	16,8	8,6	224	258	13,3	18,7	376
171	8,9	13,7	115	215	15,9	9,2	224	259	15,7	17,9	376
172	10,0	12,4	215	216	9,0	14,0	198	260	16,4	17,5	198
173	10,3	12,5	215	217	7,4	15,0	178	261	16,0	17,5	376
174	10,7	12,3	215	218	7,4	15,6	178	262	16,8	16,8	220
175	10,7	13,1	215	219	10,4	14,5	206	263	16,4	17,1	130
176	10,5	12,3	215	220	8,6	15,8	178	264	16,5	17,5	220

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
265	16,3	19,4	207	309	7,5	28,0	213	353	9,0	37,5	235
266	16,4	19,6	207	310	7,5	31,5	212	354	10,4	37,4	222
267	15,9	19,9	207	311	7,5	28,9	213	355	10,5	37,9	195
268	15,9	19,9	207	312	13,3	25,5	220	356	7,5	37,8	250
269	15,3	20,7	250	313	15,0	26,3	213	357	10,3	40,5	162
270	15,4	21,0	250	314	14,8	26,1	213	358	8,9	41,0	212
271	14,4	22,4	235	315	15,4	26,5	213	359	9,4	44,0	180
272	15,0	21,9	250	316	15,5	27,6	213	360	11,0	40,4	190
273	15,1	23,1	206	317	16,0	27,1	213	361	11,5	40,2	190
274	15,1	23,4	195	318	12,5	28,1	220	362	12,0	41,6	190
275	15,9	23,2	178	319	12,4	28,5	220	363	10,0	42,9	190
276	15,5	23,0	250	320	12,4	28,2	220	364	8,3	43,8	190
277	15,6	22,0	250	321	7,5	29,9	220	365	15,0	39,2	200
278	15,6	23,0	178	322	9,1	31,5	213	366	16,5	38,5	200
279	15,7	22,9	178	323	8,2	32,5	213	367	15,4	39,0	200
280	16,1	23,7	178	324	8,9	32,3	213	368	16,8	39,5	200
281	16,5	23,8	198	325	10,0	31,3	213	369	16,5	39,7	200
282	7,9	23,9	213	326	11,2	31,0	202	370	15,0	40,2	200
283	10,9	23,9	220	327	10,3	32,1	213	371	16,5	40,2	200
284	7,6	25,5	213	328	9,7	32,6	213	372	15,6	40,6	200
285	7,5	25,8	212	329	8,6	33,0	213	373	15,9	41,3	206
286	7,5	26,4	213	330	10,6	32,7	220	374	14,6	41,9	200
287	8,6	25,6	220	331	13,0	32,5	182	375	14,1	42,0	200
288	8,4	26,1	212	332	13,6	33,8	182	376	13,4	42,8	206
289	7,5	27,2	202	333	13,8	33,5	182	377	14,2	41,6	206
290	7,5	27,2	202	334	14,6	33,2	202	378	15,9	42,1	212
291	8,3	27,5	182	335	14,5	33,5	121	379	15,8	43,2	270
292	7,5	28,9	245	336	14,2	33,0	182	380	15,0	43,4	212
293	7,5	27,5	245	337	12,5	32,0	182	381	14,8	43,3	212
294	8,0	28,3	250	338	13,4	30,4	213	382	14,5	43,5	270
295	9,0	26,1	228	339	13,6	31,1	182	383	14,3	43,7	212
296	7,5	30,5	213	340	13,5	29,7	202	384	17,0	43,8	206
297	8,8	29,6	220	341	13,6	30,5	220	385	17,0	44,0	206
298	9,7	28,0	220	342	14,9	31,5	157	386	7,5	43,9	184
299	11,0	27,0	220	343	15,7	32,6	110	387	8,9	44,0	184
300	11,4	23,9	220	344	16,9	32,4	202	388	7,5	44,9	184
301	14,8	23,9	202	345	17,0	31,9	202	389	8,0	45,2	184
302	12,0	24,3	220	346	16,8	31,6	202	390	7,8	45,7	184
303	13,5	24,4	220	347	7,5	34,1	212	391	7,5	46,6	174
304	13,9	23,9	220	348	8,2	33,9	212	392	10,6	44,8	198
305	11,9	27,0	212	349	9,2	34,3	234	393	11,7	43,9	207
306	10,1	28,2	245	350	11,9	35,1	206	394	9,8	45,1	207
307	10,1	27,5	213	351	12,4	36,4	180	395	11,7	44,5	207
308	13,1	25,0	212	352	9,0	37,0	180	396	12,8	44,1	207

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
397	13,4	43,9	207	441	23,4	0,1	250	485	23,0	5,3	250
398	14,1	43,9	207	442	23,1	1,7	250	486	25,5	5,0	250
399	12,6	44,4	207	443	23,1	1,1	250	487	26,4	5,5	235
400	12,8	44,8	198	444	21,7	0,9	180	488	26,0	6,4	235
401	11,7	45,0	207	445	20,9	0,0	218	489	27,0	5,9	250
402	9,9	45,4	195	446	19,1	3,1	250	490	24,4	7,4	230
403	10,9	45,6	195	447	18,9	2,6	245	491	24,9	7,4	230
404	11,6	45,6	184	448	19,1	3,1	250	492	25,2	8,0	205
405	12,4	45,3	220	449	19,6	0,6	230	493	25,0	8,6	195
406	13,8	44,4	223	450	19,6	0,2	230	494	25,5	9,4	205
407	14,0	44,6	198	451	18,6	1,9	230	495	26,1	10,0	217
408	14,8	43,9	207	452	17,6	2,5	230	496	24,5	12,1	205
409	15,7	44,0	207	453	17,9	3,0	4	497	25,4	13,9	105
410	15,1	45,0	207	454	18,4	3,6	267	498	22,6	10,0	235
411	12,4	45,1	195	455	18,7	3,6	218	499	21,9	11,2	177
412	9,6	46,0	184	456	17,5	1,4	230	500	21,9	9,7	235
413	10,3	46,9	184	457	17,5	0,7	218	501	22,6	9,2	250
414	12,2	46,4	195	458	18,0	0,0	218	502	20,9	11,4	204
415	13,8	45,9	207	459	17,5	0,1	218	503	20,0	10,3	205
416	13,8	47,7	195	460	18,6	3,3	254	504	18,6	8,0	225
417	13,5	47,3	195	461	24,4	2,6	250	505	19,0	8,4	225
418	11,8	47,6	195	462	17,4	4,9	255	506	17,4	7,5	213
419	11,3	48,3	195	463	17,4	4,5	255	507	17,4	7,9	213
420	10,9	48,0	195	464	17,4	5,1	255	508	18,0	9,9	205
421	9,5	48,2	195	465	17,4	5,4	255	509	18,9	9,1	213
422	7,6	47,5	184	466	18,9	3,9	255	510	18,0	13,4	205
423	7,5	48,5	195	467	18,2	3,9	255	511	18,0	13,0	205
424	7,5	49,0	195	468	18,5	6,8	275	512	17,9	13,1	255
425	17,1	44,5	198	469	17,4	7,5	230	513	17,7	13,4	255
426	15,6	46,3	198	470	18,6	3,9	275	514	19,5	12,5	235
427	16,2	46,8	198	471	18,9	3,9	275	515	20,5	12,9	213
428	16,4	47,4	195	472	19,1	4,5	275	516	20,9	13,4	213
429	17,0	47,2	195	473	19,3	7,2	154	517	22,0	13,5	204
430	17,0	47,6	195	474	20,1	7,0	195	518	22,9	13,9	135
431	16,5	47,9	195	475	20,8	6,9	213	519	23,0	12,6	195
432	16,8	48,3	195	476	20,4	7,1	195	520	20,9	8,7	235
433	17,4	48,0	195	477	21,6	4,3	250	521	18,2	15,0	238
434	8,9	47,0	195	478	21,5	5,7	250	522	19,1	13,9	232
435	26,1	0,0	250	479	21,5	4,4	250	523	20,1	13,9	232
436	25,1	0,6	250	480	23,1	3,9	250	524	18,6	15,3	238
437	24,6	0,0	250	481	22,2	3,9	250	525	20,2	14,0	232
438	24,4	0,0	255	482	22,5	4,2	250	526	20,7	13,9	232
439	23,7	1,8	255	483	23,4	5,9	250	527	20,2	14,4	232
440	23,3	0,0	250	484	23,9	5,3	250	528	21,5	14,5	268

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
529	21,7	14,5	268	573	24,0	18,4	205	617	17,6	26,6	195
530	19,4	16,5	205	574	24,3	18,0	205	618	19,5	26,5	195
531	19,0	16,9	185	575	25,3	17,4	205	619	19,6	25,3	195
532	18,1	17,0	185	576	27,1	17,9	205	620	20,0	26,2	195
533	17,9	17,2	170	577	26,6	17,2	185	621	21,6	25,6	195
534	20,9	16,8	205	578	25,9	17,4	205	622	22,5	26,4	235
535	20,1	17,0	185	579	25,9	19,7	212	623	22,6	26,5	235
536	21,9	15,5	232	580	26,1	18,3	205	624	23,0	27,0	206
537	23,0	13,9	268	581	25,4	19,7	212	625	22,8	27,1	206
538	22,5	14,8	232	582	26,4	19,5	210	626	22,4	27,3	206
539	21,4	17,0	205	583	23,5	20,0	210	627	22,4	27,4	206
540	22,5	16,0	232	584	26,1	21,1	180	628	23,0	27,5	206
541	20,5	17,9	170	585	24,4	21,4	210	629	17,6	29,1	180
542	20,3	18,1	185	586	23,2	21,9	210	630	17,6	29,1	180
543	17,5	18,1	212	587	22,8	21,4	210	631	17,6	31,4	210
544	17,5	17,9	212	588	21,5	21,9	210	632	19,2	30,9	270
545	17,5	18,7	212	589	20,9	22,4	205	633	17,6	32,0	210
546	17,5	19,0	212	590	19,5	23,1	198	634	18,9	31,1	220
547	18,6	20,0	170	591	19,6	23,3	205	635	19,8	31,0	180
548	17,5	20,2	185	592	20,9	23,0	205	636	19,5	30,8	195
549	19,0	19,5	205	593	20,9	22,9	205	637	20,7	30,5	180
550	22,6	17,0	212	594	21,7	22,4	205	638	20,8	31,0	180
551	24,0	16,5	212	595	20,1	22,7	210	639	19,8	31,5	195
552	25,5	13,9	268	596	22,8	22,2	210	640	22,1	31,2	180
553	25,6	14,4	238	597	22,9	22,5	205	641	23,0	30,9	180
554	25,6	14,5	238	598	22,4	23,3	205	642	24,9	30,8	195
555	25,7	14,9	238	599	21,6	23,9	268	643	23,1	29,7	210
556	26,4	14,7	238	600	21,4	23,9	268	644	24,1	29,7	210
557	26,5	14,7	238	601	23,5	23,8	205	645	24,0	28,0	195
558	25,5	16,4	212	602	24,5	23,0	205	646	25,2	28,9	235
559	23,5	17,5	212	603	25,9	22,2	205	647	26,2	29,0	180
560	21,5	19,3	212	604	24,4	22,5	205	648	25,5	28,4	195
561	18,5	21,0	205	605	17,6	24,4	195	649	25,8	27,5	210
562	17,5	21,9	185	606	17,6	25,5	195	650	26,5	26,5	220
563	17,6	22,5	180	607	20,5	24,7	195	651	26,4	26,3	220
564	18,5	22,5	180	608	20,5	24,5	195	652	27,0	29,5	210
565	18,4	22,5	198	609	21,8	25,2	180	653	26,8	29,8	220
566	20,5	20,0	210	610	21,9	24,9	180	654	26,6	30,0	210
567	21,6	20,2	210	611	22,0	24,6	180	655	26,0	30,2	210
568	21,7	20,4	210	612	21,4	23,9	270	656	26,1	30,6	210
569	22,4	19,8	205	613	22,5	24,4	195	657	26,8	31,3	210
570	23,5	19,2	205	614	22,9	23,9	195	658	26,8	31,8	210
571	24,1	19,0	210	615	17,6	26,4	195	659	26,5	32,5	220
572	24,5	18,8	205	616	18,4	25,9	195	660	26,9	33,7	195

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
661	24,6	32,1	195	705	25,0	38,5	215	749	19,5	37,0	138
662	24,9	31,9	210	706	24,9	41,0	175	750	27,1	49,9	205
663	24,2	32,0	195	707	24,8	40,4	275	751	27,1	47,1	195
664	23,5	32,4	195	708	25,2	42,4	120	752	26,6	46,8	180
665	23,1	32,5	190	709	24,6	42,5	120	753	27,0	45,8	202
666	22,7	33,1	180	710	24,5	43,0	120	754	26,1	44,1	220
667	22,6	33,0	180	711	22,5	40,9	205	755	26,3	45,1	224
668	22,6	32,8	190	712	22,3	40,5	205	756	26,2	45,3	224
669	22,2	32,5	180	713	21,6	42,1	205	757	25,9	45,9	270
670	22,4	33,9	247	714	20,4	42,0	205	758	25,4	45,0	229
671	21,9	33,9	247	715	19,9	41,9	205	759	25,2	47,5	270
672	21,6	33,0	180	716	18,9	41,5	205	760	25,0	43,9	227
673	21,5	32,8	180	717	18,5	42,6	205	761	26,8	48,1	209
674	20,5	32,6	180	718	18,3	41,5	205	762	26,3	48,1	209
675	20,5	33,0	180	719	17,5	43,9	205	763	25,6	48,4	209
676	19,0	33,0	155	720	17,5	43,6	205	764	26,2	48,1	209
677	19,5	32,5	155	721	20,1	41,9	175	765	26,4	48,2	209
678	20,9	33,9	242	722	20,8	41,4	275	766	24,1	48,7	209
679	21,1	33,9	242	723	20,4	40,8	175	767	23,1	49,1	199
680	23,5	34,4	220	724	20,0	40,8	275	768	22,5	49,4	198
681	24,1	33,9	220	725	17,5	40,8	205	769	24,3	47,0	209
682	24,5	32,5	220	726	17,5	39,9	205	770	24,2	46,4	209
683	26,0	33,9	220	727	20,2	39,4	205	771	23,4	46,6	209
684	24,5	34,5	220	728	20,0	39,0	205	772	23,5	47,4	209
685	26,8	34,4	220	729	19,9	39,6	205	773	21,0	48,2	195
686	25,0	35,4	220	730	19,4	40,2	205	774	21,4	48,0	195
687	22,7	35,3	220	731	19,0	40,5	205	775	21,0	47,8	185
688	23,5	36,6	220	732	18,2	40,4	205	776	22,3	47,1	185
689	23,1	36,3	220	733	18,3	40,3	205	777	22,6	47,0	270
690	23,5	36,0	220	734	17,5	40,2	205	778	22,7	46,0	209
691	23,0	36,2	220	735	17,5	39,8	205	779	22,1	46,4	210
692	22,7	36,1	220	736	18,8	39,5	205	780	22,5	44,1	195
693	22,7	35,4	220	737	18,1	39,6	145	781	21,9	45,0	195
694	22,9	35,5	220	738	19,9	38,7	205	782	21,0	45,1	195
695	22,0	36,5	220	739	19,9	38,1	205	783	19,5	46,6	195
696	21,5	37,0	220	740	20,5	37,6	220	784	21,3	47,1	195
697	20,7	36,5	215	741	20,2	38,7	275	785	20,0	47,3	195
698	20,6	36,7	215	742	20,0	38,4	220	786	19,8	48,2	195
699	21,5	37,2	175	743	20,1	38,1	275	787	17,5	48,4	195
700	22,3	37,6	275	744	18,5	38,0	205	788	20,1	48,6	199
701	22,1	38,1	290	745	17,5	38,2	205	789	19,6	49,0	195
702	23,0	38,1	220	746	17,5	39,0	205	790	20,0	48,1	195
703	22,6	37,3	215	747	17,5	36,5	205	791	19,4	48,2	195
704	26,9	38,0	215	748	18,6	36,5	175	792	19,0	48,0	195

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(º)	No	L(h)	N(h)	Az.(º)	No	L(h)	N(h)	Az.(º)
793	19,9	47,4	195	837	33,3	1,9	277	881	32,9	6,9	290
794	19,5	47,7	185	838	33,0	2,0	240	882	33,1	8,5	310
795	19,0	47,8	185	839	33,0	3,9	277	883	32,9	6,9	290
796	19,5	47,0	195	840	32,5	3,6	240	884	33,2	10,7	290
797	18,9	47,1	195	841	32,2	3,0	238	885	32,1	9,5	265
798	19,1	46,4	195	842	33,0	2,9	268	886	33,0	12,0	265
799	18,2	46,7	195	843	32,5	2,0	247	887	32,9	13,4	180
800	17,9	45,8	195	844	32,0	1,1	198	888	33,4	13,9	310
801	17,5	45,4	195	845	32,2	0,5	335	889	34,0	13,5	265
802	18,4	43,9	209	846	31,6	3,9	277	890	34,2	13,6	265
803	17,5	47,4	195	847	30,5	3,8	290	891	34,5	13,9	265
804	17,5	47,7	195	848	30,8	1,2	268	892	34,6	13,9	290
805	17,5	48,5	195	849	30,0	1,5	268	893	34,0	13,5	265
806	17,9	48,3	195	850	29,4	2,4	268	894	34,0	12,4	290
807	17,5	48,1	195	851	29,5	1,1	262	895	33,9	11,7	265
808	36,5	2,0	168	852	28,6	3,9	256	896	34,0	11,7	265
809	37,4	3,9	268	853	28,2	1,9	262	897	34,0	11,1	246
810	37,1	3,5	268	854	28,4	2,8	268	898	33,7	11,0	246
811	36,9	0,3	247	855	27,6	3,0	247	899	34,1	9,9	246
812	36,7	1,9	262	856	31,9	1,0	329	900	34,6	10,5	246
813	36,5	1,5	262	857	32,1	0,3	218	901	34,8	11,0	284
814	36,5	0,4	262	858	27,5	4,7	254	902	34,6	10,3	246
815	36,8	1,4	262	859	28,0	3,9	254	903	34,6	10,3	246
816	36,5	3,0	268	860	27,5	8,5	246	904	34,5	10,0	290
817	36,5	3,9	277	861	27,5	11,0	212	905	34,4	9,5	290
818	36,3	3,1	268	862	28,4	10,5	210	906	33,9	9,0	290
819	36,1	3,9	268	863	27,5	13,0	242	907	33,9	8,0	290
820	36,1	3,9	277	864	30,6	4,5	246	908	33,9	6,8	254
821	35,7	3,9	262	865	31,7	5,6	284	909	33,1	6,2	284
822	35,3	3,9	262	866	30,0	8,5	310	910	33,0	5,9	310
823	35,3	3,2	268	867	31,0	9,4	310	911	32,6	5,1	290
824	35,2	1,3	277	868	31,3	10,0	310	912	33,4	5,4	284
825	35,0	1,2	268	869	31,5	9,9	310	913	33,5	7,5	290
826	34,6	2,2	268	870	31,3	9,6	310	914	33,9	4,1	265
827	34,7	3,9	268	871	30,6	8,0	310	915	33,7	4,7	265
828	34,5	3,9	262	872	32,0	9,5	310	916	33,7	5,4	265
829	34,3	2,1	277	873	30,8	9,0	310	917	34,1	6,9	290
830	34,2	3,9	268	874	32,1	9,1	310	918	33,6	6,0	290
831	33,9	3,9	268	875	32,1	8,5	310	919	34,0	3,9	265
832	33,8	3,0	268	876	32,1	7,6	310	920	34,4	3,9	265
833	33,7	1,9	277	877	32,6	8,4	310	921	34,3	5,4	265
834	33,4	0,6	277	878	32,8	7,4	290	922	34,4	7,5	290
835	33,5	1,4	277	879	32,5	6,4	290	923	34,2	7,4	290
836	33,3	2,1	240	880	32,1	5,8	284	924	34,2	8,6	290

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
925	34,5	8,6	284	969	36,4	11,0	284	1013	32,4	15,0	240
926	34,7	5,5	284	970	36,5	10,4	290	1014	32,9	13,9	256
927	35,0	3,9	265	971	36,2	10,0	265	1015	32,9	14,1	256
928	35,2	4,4	265	972	35,6	7,8	290	1016	33,0	14,5	236
929	35,3	4,0	265	973	36,0	9,1	284	1017	34,0	14,0	265
930	35,6	3,9	265	974	36,5	10,9	290	1018	34,0	14,5	265
931	35,0	7,5	265	975	36,7	9,5	265	1019	34,2	13,9	265
932	34,9	8,0	265	976	36,9	9,5	265	1020	33,6	15,0	180
933	34,6	8,1	254	977	37,0	9,4	310	1021	33,9	15,4	180
934	34,4	8,9	254	978	37,1	9,0	284	1022	34,4	14,0	265
935	34,5	9,0	254	979	37,4	9,0	284	1023	34,6	14,0	265
936	34,6	9,3	254	980	37,4	7,0	265	1024	34,6	13,9	265
937	34,9	9,4	254	981	37,3	6,5	265	1025	34,8	13,5	256
938	34,8	10,6	284	982	37,2	5,0	265	1026	35,0	13,9	265
939	35,1	9,1	254	983	37,2	5,2	265	1027	35,3	13,9	265
940	35,1	9,5	254	984	36,6	7,1	275	1028	35,4	14,5	294
941	35,0	10,6	284	985	36,4	6,7	275	1029	35,2	13,9	244
942	35,5	9,1	254	986	36,1	6,6	275	1030	35,0	13,9	244
943	35,4	9,2	290	987	25,9	7,8	290	1031	35,0	13,9	244
944	35,0	9,9	254	988	36,2	7,6	290	1032	35,4	13,9	244
945	35,6	8,4	290	989	36,3	7,9	265	1033	35,3	15,3	294
946	35,0	9,0	290	990	36,4	7,0	265	1034	35,0	15,0	244
947	35,0	9,4	290	991	36,6	7,4	275	1035	35,0	16,4	306
948	35,5	10,0	284	992	36,7	8,0	275	1036	34,8	16,1	244
949	35,7	11,0	284	993	36,5	7,0	265	1037	34,7	16,0	265
950	36,0	12,0	265	994	27,6	15,0	158	1038	34,4	17,0	256
951	35,4	13,5	265	995	27,4	16,1	180	1039	34,2	17,3	236
952	35,0	13,9	265	996	27,9	16,5	180	1040	34,6	16,0	265
953	35,4	13,9	265	997	29,0	16,8	306	1041	34,4	18,6	256
954	35,9	13,9	265	998	28,9	17,9	236	1042	33,8	18,5	244
955	36,0	13,9	265	999	27,4	17,0	180	1043	34,0	19,8	244
956	36,1	13,9	265	1000	27,6	17,5	158	1044	34,6	18,9	244
957	36,7	13,9	265	1001	27,5	17,0	236	1045	34,6	18,6	244
958	36,9	13,9	284	1002	27,4	17,6	180	1046	35,0	17,1	256
959	36,6	13,9	284	1003	27,5	18,1	236	1047	32,9	16,0	180
960	36,9	13,9	284	1004	27,5	19,2	216	1048	33,5	16,4	244
961	37,4	12,5	254	1005	27,4	20,1	180	1049	34,0	16,9	244
962	37,0	13,9	284	1006	28,4	18,8	216	1050	33,6	16,5	244
963	37,4	13,0	254	1007	29,2	18,0	236	1051	32,8	17,5	236
964	37,2	11,8	290	1008	27,4	20,5	202	1052	32,9	17,9	236
965	36,7	11,8	290	1009	29,0	20,0	208	1053	33,0	18,1	244
966	36,5	13,4	265	1010	29,0	21,1	144	1054	33,0	18,3	244
967	36,5	12,0	265	1011	30,0	20,2	306	1055	33,1	18,5	282
968	36,2	11,2	284	1012	31,5	16,4	236	1056	33,4	17,5	244

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1057	32,5	17,0	244	1101	36,9	20,7	240	1145	32,9	25,0	230
1058	31,5	19,6	318	1102	36,4	17,7	236	1146	34,0	23,9	230
1059	32,1	19,2	202	1103	35,8	18,0	265	1147	33,9	24,5	230
1060	31,9	19,8	256	1104	35,5	18,5	265	1148	34,2	24,0	236
1061	31,8	21,0	240	1105	35,6	17,5	265	1149	34,4	24,9	230
1062	32,3	20,0	240	1106	36,1	17,0	240	1150	33,4	23,9	225
1063	33,4	20,0	244	1107	36,4	17,4	236	1151	28,2	26,7	210
1064	33,2	19,1	244	1108	35,7	17,0	180	1152	29,1	25,1	205
1065	33,4	19,2	282	1109	36,9	16,1	244	1153	35,0	23,9	225
1066	33,5	17,9	244	1110	36,4	15,6	265	1154	30,8	26,1	210
1067	33,5	18,1	244	1111	36,1	15,3	180	1155	30,8	29,0	138
1068	33,5	21,0	265	1112	36,5	15,0	282	1156	31,3	28,7	180
1069	32,9	21,2	236	1113	36,4	14,5	265	1157	31,3	29,4	180
1070	32,0	22,3	236	1114	36,9	15,1	282	1158	32,4	28,9	210
1071	33,1	21,5	236	1115	35,4	15,5	294	1159	33,5	28,1	240
1072	31,4	22,5	244	1116	35,5	15,2	236	1160	33,0	27,5	240
1073	31,4	23,4	265	1117	28,7	24,3	205	1161	33,0	28,9	138
1074	30,1	23,1	236	1118	28,1	25,1	225	1162	31,9	29,9	105
1075	30,7	23,3	306	1119	27,5	25,9	225	1163	31,1	30,4	138
1076	30,7	23,0	180	1120	27,5	26,4	225	1164	30,6	30,5	138
1077	32,6	23,5	236	1121	28,6	24,6	225	1165	28,4	30,6	205
1078	33,1	22,9	236	1122	27,5	26,6	225	1166	29,0	30,5	180
1079	33,6	22,0	236	1123	28,0	26,0	225	1167	30,0	31,1	105
1080	34,4	21,0	236	1124	30,0	23,9	225	1168	28,9	31,9	195
1081	34,4	22,1	158	1125	30,5	23,9	225	1169	28,0	32,8	205
1082	35,0	21,5	236	1126	31,4	23,9	260	1170	29,5	32,0	210
1083	33,5	23,5	202	1127	28,6	25,5	225	1171	28,4	33,4	205
1084	33,1	23,5	208	1128	29,9	26,0	225	1172	29,9	33,4	268
1085	34,0	23,5	216	1129	27,5	27,0	210	1173	30,4	33,4	268
1086	34,1	22,6	216	1130	32,6	23,9	205	1174	30,4	33,6	215
1087	34,1	22,6	216	1131	31,5	24,7	205	1175	30,5	33,0	225
1088	35,0	23,0	236	1132	33,3	23,9	230	1176	31,0	33,3	205
1089	35,5	22,4	236	1133	32,4	25,0	225	1177	31,2	31,4	205
1090	35,5	22,1	236	1134	31,0	25,8	225	1178	30,6	31,0	205
1091	35,9	22,1	236	1135	29,8	27,2	215	1179	30,6	31,0	205
1092	35,6	22,6	236	1136	28,1	28,0	215	1180	32,5	29,9	225
1093	36,0	22,2	236	1137	27,5	28,0	215	1181	32,5	30,4	215
1094	36,0	22,3	236	1138	29,9	26,4	225	1182	32,4	30,5	225
1095	35,6	21,6	240	1139	28,6	25,9	225	1183	31,7	31,5	210
1096	36,1	23,0	240	1140	29,0	28,5	225	1184	32,0	31,6	210
1097	36,6	23,0	240	1141	31,1	26,0	225	1185	31,5	32,7	225
1098	36,6	21,3	240	1142	30,4	27,9	215	1186	32,5	31,2	225
1099	36,4	21,3	236	1143	31,4	27,5	215	1187	32,9	30,4	230
1100	36,3	21,5	236	1144	32,6	25,9	230	1188	33,1	30,5	230

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1189	32,6	31,0	225	1233	34,6	26,9	230	1277	31,9	34,2	240
1190	32,8	32,3	225	1234	35,1	24,0	230	1278	32,5	34,2	232
1191	32,3	32,7	225	1235	37,2	24,4	236	1279	33,5	33,9	232
1192	32,3	33,5	225	1236	36,6	26,0	236	1280	32,5	35,4	218
1193	32,9	32,4	230	1237	37,4	26,5	236	1281	32,9	35,5	218
1194	34,0	30,1	230	1238	37,4	27,1	236	1282	33,0	35,0	218
1195	34,5	29,9	230	1239	36,0	30,0	236	1283	33,8	33,9	240
1196	34,0	29,5	230	1240	27,5	35,0	170	1284	34,1	33,9	218
1197	32,8	33,2	230	1241	29,4	33,9	218	1285	34,5	34,0	232
1198	32,9	33,2	230	1242	30,1	33,9	218	1286	34,4	34,5	218
1199	34,4	31,5	230	1243	29,6	34,4	218	1287	32,8	36,9	218
1200	33,6	33,2	230	1244	30,5	33,9	218	1288	33,6	35,4	232
1201	34,9	29,6	230	1245	28,8	34,5	218	1289	35,0	33,9	232
1202	34,9	30,5	230	1246	290,0	34,2	218	1290	34,4	33,9	232
1203	34,0	31,9	230	1247	30,5	34,0	218	1291	33,5	37,0	232
1204	35,1	31,0	230	1248	28,0	36,1	218	1292	34,2	35,9	240
1205	35,4	32,0	230	1249	27,6	36,9	308	1293	31,9	37,0	232
1206	35,8	32,7	240	1250	28,9	35,4	218	1294	34,1	33,9	240
1207	35,4	33,5	236	1251	28,9	35,1	218	1295	34,6	35,9	240
1208	35,6	30,6	246	1252	29,3	35,1	218	1296	34,9	36,0	240
1209	36,0	30,6	246	1253	30,5	35,0	218	1297	35,5	36,4	240
1210	36,4	31,1	246	1254	29,6	35,5	206	1298	35,1	35,2	240
1211	37,3	31,5	246	1255	29,4	35,9	218	1299	34,5	36,4	240
1212	36,8	33,5	240	1256	29,1	37,0	274	1300	32,6	39,0	232
1213	37,4	33,5	240	1257	27,5	37,3	218	1301	31,4	39,8	232
1214	35,8	29,5	230	1258	27,5	38,1	218	1302	31,1	40,5	218
1215	35,2	30,0	230	1259	28,1	37,5	218	1303	32,1	39,6	232
1216	37,4	28,5	236	1260	29,3	37,7	274	1304	31,8	40,0	232
1217	37,1	28,0	240	1261	29,4	36,0	218	1305	31,6	40,4	218
1218	36,7	27,6	240	1262	29,4	36,0	218	1306	32,4	37,5	240
1219	36,0	27,4	236	1263	30,2	36,6	170	1307	33,5	37,6	240
1220	36,0	26,4	236	1264	30,0	36,7	170	1308	30,5	42,9	218
1221	35,6	27,5	236	1265	31,0	37,1	170	1309	29,3	43,3	218
1222	33,9	29,1	230	1266	30,9	36,0	170	1310	30,5	42,4	218
1223	33,7	29,0	230	1267	30,5	35,6	218	1311	28,9	43,4	218
1224	33,5	29,4	225	1268	31,1	35,8	170	1312	29,5	42,6	218
1225	33,5	27,9	230	1269	30,9	35,5	170	1313	30,5	42,0	232
1226	34,4	27,2	230	1270	30,5	35,6	218	1314	30,0	41,9	218
1227	33,8	28,0	230	1271	30,4	35,3	218	1315	27,5	43,4	218
1228	34,5	27,1	230	1272	31,3	35,0	180	1316	30,2	41,6	274
1229	35,1	24,5	230	1273	31,7	35,4	170	1317	29,5	40,5	180
1230	36,3	25,1	236	1274	31,7	34,4	218	1318	29,0	40,5	180
1231	35,2	23,9	236	1275	31,9	32,9	232	1319	28,0	40,9	170
1232	35,2	24,0	236	1276	32,5	33,9	232	1320	27,9	40,6	170

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1321	27,9	40,2	170	1365	37,0	40,8	206	1409	27,6	46,8	190
1322	27,5	37,5	218	1366	35,4	41,5	180	1410	28,5	46,6	202
1323	28,9	40,1	170	1367	36,9	42,4	218	1411	28,9	46,0	218
1324	30,5	40,1	170	1368	36,4	42,8	206	1412	29,5	45,9	232
1325	28,9	39,4	170	1369	34,9	43,6	170	1413	27,5	44,5	202
1326	29,9	39,9	170	1370	36,1	43,2	218	1414	27,5	44,2	202
1327	30,5	38,9	218	1371	36,5	43,4	206	1415	47,2	3,0	261
1328	31,0	38,4	170	1372	37,0	44,0	274	1416	46,9	1,4	261
1329	30,0	38,4	206	1373	37,0	42,5	240	1417	46,7	0,0	261
1330	29,3	38,4	274	1374	37,3	43,0	240	1418	46,4	0,0	261
1331	31,6	37,5	274	1375	37,2	50,1	250	1419	46,0	0,6	270
1332	31,8	38,0	170	1376	36,9	49,6	250	1420	46,8	0,0	268
1333	34,2	38,4	174	1377	37,1	44,0	264	1421	45,6	0,5	261
1334	31,6	37,1	274	1378	36,5	45,0	220	1422	44,9	3,0	270
1335	30,0	39,2	180	1379	36,9	44,1	264	1423	44,2	0,0	273
1336	30,1	38,6	180	1380	35,5	44,5	240	1424	44,1	1,5	273
1337	30,6	39,0	274	1381	35,7	44,0	240	1425	44,2	2,9	268
1338	30,9	38,9	274	1382	33,6	45,4	232	1426	43,3	2,2	270
1339	32,0	40,4	240	1383	35,0	44,2	240	1427	43,1	1,3	270
1340	32,5	41,1	240	1384	35,6	44,0	134	1428	43,0	1,4	270
1341	32,6	40,5	240	1385	33,7	47,0	240	1429	43,9	0,0	273
1342	32,4	42,6	260	1386	32,9	47,4	218	1430	43,9	2,4	270
1343	32,5	43,3	260	1387	31,9	49,3	232	1431	42,5	3,8	273
1344	32,4	43,5	260	1388	32,6	46,5	218	1432	42,1	2,8	275
1345	32,6	42,3	260	1389	31,8	48,4	232	1433	42,4	2,7	273
1346	33,2	40,6	240	1390	31,3	48,9	218	1434	42,1	3,4	268
1347	33,0	39,9	240	1391	30,5	49,2	218	1435	41,4	1,9	283
1348	33,8	39,4	240	1392	29,9	49,9	218	1436	41,6	3,4	268
1349	33,5	37,5	240	1393	29,4	50,2	218	1437	41,1	3,5	273
1350	34,5	38,5	240	1394	32,4	44,0	264	1438	41,0	3,5	273
1351	35,0	37,5	240	1395	31,8	44,2	264	1439	40,9	2,2	273
1352	36,2	33,9	240	1396	31,4	45,4	250	1440	40,6	1,9	273
1353	36,9	33,9	240	1397	31,9	44,0	264	1441	40,6	2,7	283
1354	35,9	33,9	240	1398	31,8	44,0	264	1442	40,6	3,9	283
1355	36,1	35,0	240	1399	27,5	49,4	213	1443	40,9	3,7	273
1356	36,3	33,9	240	1400	28,1	47,9	196	1444	39,6	3,2	273
1357	36,5	35,0	240	1401	30,7	45,0	246	1445	39,2	3,7	283
1358	36,4	37,7	274	1402	30,5	45,4	246	1446	39,1	3,0	283
1359	35,5	38,0	240	1403	29,6	46,0	232	1447	39,1	0,6	255
1360	35,4	40,4	170	1404	28,5	47,1	202	1448	38,8	2,2	283
1361	35,0	40,5	274	1405	29,4	46,3	232	1449	38,8	0,8	255
1362	36,0	40,9	170	1406	28,8	46,0	220	1450	38,7	1,8	255
1363	36,6	40,5	206	1407	28,4	47,0	202	1451	38,6	2,5	255
1364	37,1	40,0	170	1408	27,8	47,1	190	1452	38,4	2,9	255

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1453	38,2	3,5	255	1497	37,6	11,9	252	1541	40,5	10,6	280
1454	38,4	2,6	255	1498	37,6	12,4	252	1542	40,4	10,6	280
1455	38,5	1,3	250	1499	37,6	13,5	252	1543	40,3	9,3	252
1456	38,3	1,3	255	1500	38,0	13,3	256	1544	40,6	9,0	252
1457	38,1	2,9	255	1501	38,0	12,1	256	1545	40,9	9,0	272
1458	37,6	3,4	283	1502	38,1	11,4	262	1546	41,1	9,0	272
1459	37,9	0,1	255	1503	38,2	11,1	312	1547	40,5	8,0	252
1460	38,2	0,0	255	1504	38,4	10,5	252	1548	40,7	8,6	272
1461	38,0	0,7	255	1505	38,6	8,5	252	1549	41,0	8,5	272
1462	37,7	1,0	283	1506	38,9	9,2	252	1550	40,4	8,5	272
1463	37,6	1,4	283	1507	38,9	9,9	256	1551	40,5	8,0	280
1464	37,5	7,6	280	1508	38,6	10,2	256	1552	40,4	7,0	280
1465	37,9	3,9	256	1509	38,5	13,9	272	1553	40,0	5,4	297
1466	38,0	3,9	262	1510	38,6	13,9	272	1554	40,6	5,3	280
1467	37,5	5,5	256	1511	38,7	13,9	272	1555	40,9	5,3	280
1468	37,5	8,5	280	1512	38,9	13,9	272	1556	41,2	4,8	280
1469	37,8	8,4	280	1513	38,5	11,9	272	1557	41,5	4,4	272
1470	38,0	8,1	280	1514	39,0	10,9	252	1558	41,5	5,2	272
1471	38,1	7,5	262	1515	39,1	10,4	252	1559	41,5	9,0	272
1472	38,4	7,5	262	1516	39,2	10,9	252	1560	41,1	7,0	252
1473	38,6	9,3	288	1517	39,0	12,9	252	1561	41,5	11,5	280
1474	38,4	8,5	288	1518	39,2	13,5	252	1562	41,5	13,6	280
1475	38,7	9,1	288	1519	39,4	10,9	252	1563	41,9	13,6	280
1476	38,2	8,4	288	1520	39,3	9,9	185	1564	42,2	13,0	280
1477	39,1	6,0	256	1521	39,4	9,6	175	1565	42,4	13,9	280
1478	39,4	4,5	252	1522	40,0	9,6	280	1566	42,6	13,6	272
1479	39,1	4,5	288	1523	39,9	10,0	252	1567	42,3	12,7	280
1480	39,3	4,6	288	1524	40,1	10,5	280	1568	42,0	8,1	280
1481	40,0	5,5	297	1525	39,9	13,1	312	1569	42,3	7,4	280
1482	39,6	5,4	256	1526	39,8	12,9	288	1570	41,5	6,2	252
1483	39,5	6,0	256	1527	40,0	12,5	288	1571	41,8	5,9	252
1484	39,5	5,6	256	1528	40,1	12,0	288	1572	42,2	5,5	252
1485	40,1	5,4	256	1529	40,4	11,7	288	1573	42,0	5,5	252
1486	39,4	7,0	252	1530	40,4	13,9	288	1574	42,1	5,0	252
1487	38,4	7,5	252	1531	40,4	13,9	288	1575	42,4	4,5	252
1488	37,9	9,8	185	1532	40,7	13,9	272	1576	42,5	4,9	252
1489	37,9	9,9	262	1533	40,9	12,1	272	1577	42,4	6,7	272
1490	37,5	9,6	185	1534	41,0	13,6	272	1578	42,5	9,0	272
1491	37,5	10,4	256	1535	41,2	13,4	262	1579	42,7	8,1	272
1492	37,6	10,5	256	1536	41,4	13,4	252	1580	42,8	8,9	272
1493	37,6	10,8	256	1537	41,4	12,9	262	1581	42,6	11,9	280
1494	38,0	11,1	288	1538	41,1	12,0	262	1582	42,5	11,9	280
1495	37,5	11,7	252	1539	41,4	11,5	262	1583	42,4	9,9	280
1496	37,6	12,4	252	1540	41,1	10,9	272	1584	42,6	11,8	280

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1585	43,0	13,9	272	1629	46,4	9,0	272	1673	40,6	17,6	262
1586	43,0	13,6	272	1630	46,4	3,9	272	1674	40,3	19,7	256
1587	43,2	13,6	272	1631	43,5	8,0	272	1675	38,6	23,4	246
1588	43,1	11,8	280	1632	42,8	6,9	272	1676	39,0	21,5	246
1589	43,4	13,9	272	1633	37,8	13,9	256	1677	38,9	23,5	246
1590	43,3	11,8	272	1634	37,7	15,9	146	1678	39,4	12,2	246
1591	43,5	13,9	272	1635	38,5	13,9	256	1679	39,6	23,0	246
1592	43,8	13,9	272	1636	38,6	13,9	256	1680	40,6	20,9	256
1593	44,0	13,9	272	1637	38,8	14,2	262	1681	40,0	20,4	246
1594	43,9	13,1	272	1638	38,9	13,9	256	1682	40,6	19,4	262
1595	43,4	11,3	272	1639	39,0	13,9	256	1683	40,7	18,4	262
1596	43,6	11,6	272	1640	39,1	14,2	256	1684	41,0	18,1	252
1597	43,4	11,6	272	1641	38,6	16,9	262	1685	41,1	16,6	275
1598	43,5	9,4	280	1642	39,4	17,5	270	1686	41,1	17,5	270
1599	43,4	8,0	272	1643	38,4	17,5	235	1687	40,9	18,0	270
1600	43,3	6,6	272	1644	38,6	17,5	180	1688	40,1	15,8	235
1601	43,2	6,6	272	1645	37,9	18,0	246	1689	40,4	17,0	256
1602	43,3	6,4	272	1646	37,5	20,8	235	1690	40,5	15,6	275
1603	43,0	6,4	272	1647	37,5	20,0	246	1691	40,6	16,0	275
1604	42,9	4,5	272	1648	37,5	21,5	235	1692	40,5	15,0	235
1605	43,1	4,2	272	1649	38,1	20,5	235	1693	41,0	14,5	235
1606	43,4	7,7	272	1650	38,6	19,4	235	1694	40,9	13,9	246
1607	44,1	4,4	272	1651	38,5	19,9	246	1695	40,9	14,6	275
1608	44,0	6,5	272	1652	39,2	18,4	252	1696	41,0	14,4	275
1609	43,9	9,1	272	1653	38,8	18,5	252	1697	42,1	14,1	270
1610	44,0	11,5	280	1654	38,9	18,5	246	1698	41,5	15,9	270
1611	44,5	12,6	272	1655	39,3	18,0	256	1699	41,1	20,4	256
1612	44,3	6,9	262	1656	39,5	16,7	275	1700	40,4	22,0	252
1613	44,5	4,6	262	1657	39,6	14,5	275	1701	40,6	23,0	252
1614	44,7	6,0	272	1658	39,9	14,6	275	1702	41,0	20,6	256
1615	45,4	6,5	272	1659	40,0	14,6	275	1703	41,6	16,2	270
1616	46,0	6,3	272	1660	40,1	16,0	270	1704	42,3	14,3	270
1617	45,9	9,1	272	1661	39,6	19,1	270	1705	42,2	14,0	270
1618	45,5	13,0	272	1662	39,9	18,4	256	1706	42,5	13,9	270
1619	45,6	13,9	272	1663	39,1	19,3	252	1707	42,4	16,3	270
1620	45,4	13,9	272	1664	39,4	17,9	246	1708	42,2	17,9	270
1621	45,6	13,0	272	1665	37,8	18,5	246	1709	42,0	18,9	262
1622	46,3	11,2	280	1666	38,2	21,2	246	1710	41,9	19,9	262
1623	46,6	13,9	272	1667	37,5	21,8	235	1711	41,7	20,6	262
1624	46,0	13,9	272	1668	37,6	22,6	235	1712	41,4	22,1	256
1625	46,7	13,9	272	1669	38,9	21,1	246	1713	41,1	23,4	256
1626	47,4	13,9	272	1670	39,4	20,2	246	1714	41,1	22,0	256
1627	46,9	9,6	288	1671	39,6	20,4	246	1715	41,4	23,5	256
1628	46,8	9,0	272	1672	40,2	19,3	256	1716	41,5	20,9	256

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1717	42,0	18,9	256	1761	44,6	17,0	270	1805	38,0	23,9	240
1718	41,6	22,5	256	1762	44,0	21,4	270	1806	37,5	25,2	240
1719	42,1	20,9	256	1763	44,1	21,8	262	1807	37,5	25,4	240
1720	42,5	20,0	256	1764	44,4	21,8	270	1808	38,6	23,9	240
1721	42,6	18,7	262	1765	44,2	21,8	262	1809	37,5	25,4	240
1722	42,4	18,0	262	1766	42,9	21,7	262	1810	37,5	23,9	240
1723	42,5	16,5	270	1767	43,8	21,9	262	1811	38,5	25,1	250
1724	42,7	16,0	270	1768	45,5	13,9	270	1812	37,5	27,0	250
1725	42,8	13,9	270	1769	45,5	17,6	270	1813	39,0	23,9	250
1726	43,0	13,9	270	1770	45,1	17,9	270	1814	39,2	26,4	250
1727	43,3	13,9	270	1771	44,9	21,2	262	1815	40,0	23,9	250
1728	43,4	16,0	270	1772	45,6	13,9	140	1816	40,2	24,5	250
1729	43,2	19,1	270	1773	45,6	15,6	270	1817	40,5	23,9	250
1730	43,2	18,3	270	1774	45,6	19,5	270	1818	40,4	24,2	250
1731	42,8	19,2	262	1775	45,2	18,0	270	1819	39,5	26,5	250
1732	42,5	21,5	256	1776	45,0	20,3	262	1820	39,2	27,3	250
1733	42,7	20,9	262	1777	45,4	20,0	262	1821	38,4	29,0	250
1734	42,8	19,3	262	1778	45,3	20,5	262	1822	38,5	29,1	250
1735	42,5	22,0	262	1779	45,8	18,1	270	1823	38,3	29,1	250
1736	42,8	23,3	262	1780	45,9	18,5	270	1824	37,5	29,6	250
1737	42,8	22,0	262	1781	45,7	16,6	270	1825	37,5	30,5	250
1738	43,2	21,0	270	1782	45,9	15,7	270	1826	38,0	31,9	252
1739	43,1	20,0	270	1783	45,9	14,5	270	1827	37,5	33,0	240
1740	43,2	20,0	270	1784	46,1	14,5	262	1828	37,5	33,3	240
1741	43,0	22,4	270	1785	46,6	15,9	270	1829	37,5	33,4	240
1742	42,9	23,4	270	1786	46,6	13,9	270	1830	38,4	26,4	250
1743	43,1	23,5	262	1787	47,0	13,9	270	1831	39,7	25,9	250
1744	43,4	22,5	262	1788	47,3	15,0	256	1832	40,6	25,5	250
1745	43,2	22,0	262	1789	47,2	17,4	270	1833	40,9	25,5	250
1746	43,4	21,7	270	1790	46,6	18,5	180	1834	41,0	24,7	250
1747	43,5	22,2	270	1791	47,2	19,7	180	1835	41,4	23,9	250
1748	43,9	19,9	270	1792	45,6	23,2	256	1836	41,5	23,9	250
1749	43,6	19,5	270	1793	45,9	23,4	270	1837	41,3	27,0	250
1750	43,8	18,9	270	1794	46,0	23,5	270	1838	41,4	27,3	250
1751	43,4	17,9	270	1795	46,3	20,5	256	1839	41,9	25,7	257
1752	43,8	15,5	270	1796	46,6	23,8	180	1840	42,2	24,2	257
1753	43,9	15,5	270	1797	47,0	23,5	270	1841	42,4	24,4	257
1754	43,8	15,5	270	1798	47,0	21,2	256	1842	41,4	26,0	252
1755	44,0	15,6	275	1799	47,0	23,9	140	1843	40,6	29,1	252
1756	44,1	14,9	270	1800	46,5	21,9	270	1844	40,1	32,9	252
1757	44,1	17,3	275	1801	46,5	20,5	262	1845	40,2	33,4	252
1758	44,2	19,5	275	1802	41,6	23,3	256	1846	40,4	32,4	252
1759	44,4	18,2	270	1803	39,4	16,6	256	1847	41,0	30,5	257
1760	44,5	21,0	270	1804	37,5	23,9	240	1848	41,2	31,1	257

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1849	41,5	30,4	257	1893	45,9	25,4	217	1937	46,5	36,2	245
1850	41,6	29,5	252	1894	45,0	26,0	257	1938	46,7	33,4	245
1851	41,9	29,5	252	1895	45,3	26,4	257	1939	46,7	33,4	245
1852	42,0	28,0	250	1896	45,4	29,0	268	1940	47,1	35,0	245
1853	41,6	27,8	250	1897	45,5	31,5	268	1941	46,2	34,4	250
1854	41,4	26,9	250	1898	45,5	31,5	257	1942	45,2	38,0	245
1855	42,2	26,6	257	1899	45,7	29,6	257	1943	44,6	40,0	250
1856	42,4	26,9	257	1900	45,6	33,1	240	1944	45,1	37,0	250
1857	42,6	26,0	257	1901	46,4	29,4	240	1945	44,0	44,0	266
1858	42,5	25,4	257	1902	46,2	28,0	250	1946	43,9	42,6	250
1859	42,9	24,5	257	1903	46,8	27,8	252	1947	44,0	46,2	266
1860	42,6	24,5	257	1904	45,6	27,0	340	1948	45,4	38,4	250
1861	42,4	24,8	257	1905	46,4	26,5	280	1949	44,6	35,6	266
1862	42,5	23,9	257	1906	46,3	27,5	325	1950	45,0	33,9	266
1863	42,8	23,9	257	1907	45,6	27,1	325	1951	45,1	33,9	250
1864	43,0	23,9	257	1908	46,5	28,1	250	1952	43,6	44,0	266
1865	42,1	25,6	257	1909	46,1	29,0	250	1953	42,5	42,2	147
1866	42,0	26,9	257	1910	45,7	29,9	250	1954	43,4	44,0	266
1867	42,6	27,7	257	1911	40,4	33,6	252	1955	43,1	44,0	266
1868	43,0	23,9	257	1912	46,1	23,9	257	1956	43,6	40,2	266
1869	43,3	25,0	257	1913	46,3	25,6	204	1957	43,9	38,4	266
1870	43,5	23,9	257	1914	46,9	41,9	245	1958	44,0	39,1	266
1871	43,7	23,9	257	1915	46,4	41,6	245	1959	43,2	39,6	266
1872	43,1	23,9	257	1916	46,1	42,6	245	1960	43,5	36,5	266
1873	43,6	23,9	257	1917	46,0	42,0	245	1961	42,9	39,3	266
1874	43,5	27,0	257	1918	47,0	40,9	245	1962	42,5	39,9	266
1875	43,5	30,0	274	1919	46,9	46,4	245	1963	42,0	42,4	260
1876	43,4	28,1	257	1920	47,0	39,4	245	1964	41,5	41,5	260
1877	43,9	31,6	274	1921	45,5	41,3	245	1965	41,9	38,5	260
1878	42,0	30,9	257	1922	45,3	38,5	250	1966	41,5	41,5	162
1879	41,5	33,3	257	1923	46,5	37,6	245	1967	41,0	41,9	260
1880	41,9	33,5	257	1924	45,7	41,4	250	1968	42,5	33,9	266
1881	42,6	33,0	257	1925	45,4	43,2	94	1969	41,1	37,0	250
1882	43,0	32,9	257	1926	45,5	41,1	250	1970	41,0	34,0	250
1883	43,9	32,5	274	1927	45,0	41,9	245	1971	39,9	39,5	250
1884	44,2	31,9	257	1928	46,0	39,3	250	1972	39,4	41,5	250
1885	44,5	30,9	268	1929	46,4	38,3	250	1973	39,5	43,4	250
1886	44,4	30,0	274	1930	46,0	38,5	250	1974	37,5	42,4	240
1887	44,4	25,3	257	1931	45,5	38,4	250	1975	37,5	40,9	240
1888	44,9	23,9	252	1932	45,1	40,6	250	1976	38,0	38,5	340
1889	45,0	23,9	252	1933	45,5	39,9	245	1977	39,4	36,9	240
1890	45,9	23,9	257	1934	45,6	39,1	250	1978	40,5	33,9	245
1891	46,0	23,9	257	1935	46,0	38,4	245	1979	41,0	34,0	250
1892	45,7	25,0	245	1936	46,4	37,6	245	1980	40,5	35,0	250

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(continuação)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
1981	40,3	35,0	250	2025	37,7	44,0	251	2069	47,5	9,5	294
1982	38,2	37,4	240	2026	38,0	46,9	251	2070	47,9	10,0	294
1983	37,9	40,6	240	2027	38,5	44,4	251	2071	48,0	10,7	284
1984	37,6	39,2	240	2028	38,9	44,2	251	2072	48,5	10,0	284
1985	38,2	37,0	240	2029	43,1	44,0	245	2073	48,6	10,5	284
1986	38,9	37,5	235	2030	44,1	44,0	251	2074	48,8	11,0	284
1987	37,7	38,4	216	2031	46,9	44,3	180	2075	48,1	13,9	274
1988	38,6	37,6	233	2032	38,6	47,4	251	2076	48,1	13,9	274
1989	38,5	36,7	250	2033	45,0	44,0	251	2077	48,5	12,6	121
1990	40,0	35,5	250	2034	40,5	44,0	251	2078	49,1	12,6	127
1991	40,0	34,6	250	2035	45,5	44,6	251	2079	49,5	13,8	274
1992	40,0	33,9	250	2036	49,6	0,8	295	2080	48,4	12,0	262
1993	40,5	33,9	256	2037	50,2	1,6	295	2081	50,3	12,9	210
1994	40,2	34,5	256	2038	50,5	0,9	257	2082	49,3	12,5	127
1995	40,6	33,9	256	2039	49,9	1,0	257	2083	49,3	12,4	143
1996	37,5	40,2	216	2040	50,4	2,6	263	2084	50,0	11,9	237
1997	37,6	40,0	240	2041	47,5	5,3	138	2085	50,3	11,6	154
1998	46,3	45,6	268	2042	47,8	5,5	246	2086	50,3	10,7	250
1999	46,0	45,6	276	2043	47,8	5,7	246	2087	50,4	10,1	268
2000	45,9	50,8	280	2044	47,5	6,4	246	2088	49,0	9,4	192
2001	45,7	51,4	280	2045	47,7	6,6	246	2089	47,5	9,5	147
2002	45,8	48,7	274	2046	48,0	5,9	265	2090	47,9	6,4	121
2003	46,2	44,0	255	2047	47,9	6,7	145	2091	49,9	13,9	274
2004	45,5	51,4	274	2048	47,9	6,4	205	2092	47,5	12,3	294
2005	45,0	47,1	268	2049	48,3	7,1	284	2093	47,5	13,9	265
2006	44,6	47,1	264	2050	48,4	6,2	265	2094	48,0	13,9	265
2007	44,4	51,3	274	2051	48,4	6,9	121	2095	47,7	15,3	255
2008	44,4	49,8	268	2052	48,6	5,9	246	2096	48,5	15,4	180
2009	44,2	47,0	262	2053	48,5	5,6	246	2097	49,9	15,0	270
2010	44,0	50,8	268	2054	47,8	6,0	235	2098	48,3	18,5	250
2011	43,1	48,9	260	2055	48,1	5,5	232	2099	48,6	18,5	214
2012	43,9	45,4	268	2056	49,5	3,9	246	2100	49,3	19,0	298
2013	43,1	41,6	255	2057	49,6	4,4	246	2101	49,4	18,1	274
2014	42,0	47,4	260	2058	49,2	4,5	246	2102	49,5	18,9	298
2015	43,0	44,0	260	2059	49,1	3,9	246	2103	49,9	19,3	336
2016	41,9	45,2	217	2060	50,4	7,5	246	2104	48,6	19,1	200
2017	42,8	44,0	260	2061	50,2	7,0	268	2105	48,8	19,4	200
2018	41,6	46,1	260	2062	49,4	6,7	268	2106	48,6	19,9	310
2019	41,4	47,6	262	2063	48,9	8,0	236	2107	47,5	20,4	290
2020	41,8	44,0	255	2064	48,6	9,7	284	2108	47,5	20,0	320
2021	40,7	47,6	266	2065	48,2	8,6	178	2109	48,1	20,0	180
2022	40,5	44,0	260	2066	48,5	8,2	178	2110	49,4	20,0	180
2023	40,1	45,1	268	2067	48,0	8,9	160	2111	50,3	20,0	297
2024	38,4	48,5	268	2068	47,5	8,6	127	2112	50,0	19,9	240

ANEXO C – Dados dos azimutes nos lineamentos e suas localizações na região de Santa Luzia-PB.

(conclusão)

No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)	No	L(h)	N(h)	Az.(°)
2113	50,1	23,9	275	2129	47,8	26,2	270	2145	48,3	34,1	242
2114	49,6	22,6	272	2130	47,9	26,0	270	2146	47,5	36,1	242
2115	49,3	22,6	227	2131	47,5	26,7	180	2147	47,5	33,9	246
2116	49,1	22,6	227	2132	49,8	25,3	257	2148	47,5	33,9	240
2117	49,4	22,4	272	2133	47,6	30,8	248	2149	48,2	36,0	240
2118	39,9	21,9	246	2134	47,6	32,3	248	2150	48,4	37,9	240
2119	48,0	21,6	247	2135	48,5	30,2	240	2151	49,1	37,0	240
2120	47,5	21,1	248	2136	49,5	31,0	240	2152	47,9	39,0	240
2121	47,9	23,3	218	2137	48,6	32,5	240	2153	47,6	39,9	240
2122	48,2	23,1	190	2138	49,1	32,8	240	2154	47,5	40,2	240
2123	47,5	25,1	290	2139	49,3	32,9	240	2155	48,2	38,9	240
2124	48,3	23,9	217	2140	49,9	32,8	240	2156	48,8	35,8	240
2125	47,9	25,0	191	2141	49,8	33,1	240	2157	47,5	41,4	240
2126	48,6	25,5	278	2142	47,5	34,6	246	2158	49,3	42,5	246
2127	50,1	23,9	266	2143	47,5	33,9	237	2159	48,4	43,0	222
2128	47,5	26,6	180	2144	47,5	35,6	246	2160	46,7	44,1	180