



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DNPM/CPRM

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA  
REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA

Agosto de 1972

	SUREMI SEDOTE
CPRM	ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º	104
N.º de Volumes:	1 v.
OSTENSIVO	

IVAN CAETANO MACHADO  
Engº de Minas, CPRM

JOSÉ IVONEZ ALEXANDRE  
Geólogo, CPRM

KOJI JINNO  
Geólogo e Geofísico, CPRM

Rel. Viagem  
104



- APRESENTAÇÃO -

Em cumprimento ao artigo 2, parágrafo 3 do convênio celebrado a 1º de junho de 1970, entre a República Federativa do Brasil e a República Federal da Alemanha (Convênio Geofísica Brasil/Alemanha), fomos designados para estagiar junto à PPA KLA-Seismos GmbH e ao Bundesanstalt für Bodenforschung (B.f.B) em Hannover, Alemanha.

De acordo com as disposições regulamentares apresentamos nosso Relatório de Estágio, realizado de 11.03.72 a 10.07.72.

Na parte introdutória expomos o cronograma de estágio, os objetivos visados e os contatos mantidos para sua consecução.

Informações de caráter geral sobre a organização das entidades onde estagiamos, custos de prospecções geofísicas e a participação dos estagiários no XXXIV Congresso Internacional da European Association of Exploration Geophysicists são apresentados no item Informações Gerenciais.

Os conhecimentos técnicos adquiridos tanto em Processamento de Dados Aerogeofísicos como em Métodos Elétricos e Eletromagnéticos de Prospecção Geofísica são relatados no item Informações Técnicas Específicas.

Os capítulos finais incluem nossa análise crítica do estágio, conclusões, recomendações e agradecimentos.

Belo Horizonte, 7 de agosto de 1972.

João Luciano Machado  
José Inácio Alexandre  
Kijó Junior

Í N D I C E

Pag.

1. INTRODUÇÃO

1.1. <u>Objetivos do Estágio</u> .....	1
1.2. <u>Cronograma do Estágio</u> .....	2
1.3. <u>Contatos mantidos</u> .....	3

2. INFORMAÇÕES GERENCIAIS

2.1. <u>Estágio junto à PRAKLA-Seismos GmbH</u> .....	6
2.1.1. Generalidades.....	6
2.1.2. Organização da PRAKLA-Seismos GmbH.....	7
2.1.3. Centro de Processamento.....	10
2.1.4. Métodos Aerogeofísicos - Custos e Tempos.....	23
2.2. <u>Estágio junto ao B.f.B.</u> .....	26
2.2.1. Generalidades.....	26
2.2.2. Organização do Bundesanstalt für Bodenforschung.....	26
2.2.3. Organização do Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung..	27
2.2.4. Biblioteca da Alfred Bentz Haus.....	28
2.2.5. Unidades de Tratamento de Dados.....	28
2.3. <u>Congresso Internacional da E.A.E.G.</u> .....	34
2.3.1. A European Association of Exploration Geophysicists.....	34
2.3.2. Cronograma da Participação dos Estagiários no Congresso.....	34
2.3.3. Desenvolvimento do Congresso.....	35



3. <u>INFORMAÇÕES TÉCNICAS ESPECÍFICAS</u>	
3.1. <u>Processamento Básico de Dados Aerogeofísicos</u> .....	40
3.1.1. Situação do Processamento de Dados na Prospecção Geofísica...	40
3.1.2. Breve Recapitulação da Fase de Levantamento em Minas Gerais..	41
3.1.3. Visão Geral do Processamento de Dados Magnetométricos.....	45
3.1.4. Visão Geral do Processamento de Dados Cintilométricos.....	48
3.1.5. Descrição dos Programas utilizados pela PRAKLA.....	50
3.1.6. Informações adicionais.....	70
3.1.6.1. Sistema de Programação DSY - 1G.....	70
3.1.6.2. Formato da Fita Magnética (Dados Aerogeofísicos) usa do pela PRAKLA.....	79
3.1.6.3. Formato da Fita de Papel.....	85
3.2. <u>Métodos Elétricos e Eletromagnéticos</u> .....	88
3.2.1. Generalidades.....	88
3.2.2. Eletro-resistividade (ER).....	89
3.2.3. Potencial Espontâneo (SP).....	96
3.2.4. Polarização Induzida (IP).....	99
3.2.5. V.L.F. (Very Low Frequency).....	106
3.2.6. ENSLIN.....	108
3.2.7. SLINGRAM.....	112
4. <u>ANÁLISE CRÍTICA DO ESTÁGIO</u> .....	114
5. <u>SUMÁRIO E CONCLUSÕES</u> .....	117
6. <u>RECOMENDAÇÕES</u> .....	120
7. <u>AGRADECIMENTOS</u> .....	122



APÊNDICE

SISTEMA DE NAVEGAÇÃO DOPPLER

ANEXOS

1. Relatório de Visita à Feira Industrial de Hannover
2. Revistas Técnicas de Geofísica existentes na Biblioteca da Alfred Bentz Haus
3. XXXIV Congresso da E.A.E.G. - Firms Expositoras
4. XXXIV Congresso Internacional da E.A.E.G. - Programa do Congresso
5. Programa NETZ - Círculo de Influência
6. Programa NETZ - Interpolação Parabólica
7. Folha de Dados
8. Bibliografia

*Handwritten signature*

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. OBJETIVOS DO ESTÁGIO

No ofício 313/PR/71 de 1º de dezembro de 1971, endereçado ao Digníssimo Ministro de Estado das Minas e Energia, Prof. Antonio Dias Leite Junior, o Senhor Presidente da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Dr. Ronaldo Moreira da Rocha definiu os seguintes objetivos para o estágio:

- Acompanhar e participar ativamente do processamento, feito na Alemanha, dos dados iniciais obtidos na execução dos levantamentos geofísicos em Minas Gerais e Espírito Santo - serviço a cargo da PRAKLA-Seismos GmbH.
- Receber treinamento e aperfeiçoamento nas modernas técnicas de prospecção geofísica.

*João*  
*[assinatura]*

1.2. CRONOGRAMA DO ESTÁGIO

- 11.03.72 - Saída do Brasil.
- 13.03.72 a 30.04.72 - Estágio junto à PRAKLA-Seismos GmbH - Hannover.  
Processamento básico de dados aerogeofísicos.
- 01.05.72 a 27.05.72 - Estágio junto ao Bundesanstalt für Bodenforschung (B.f.B)  
- Hannover.  
Métodos elétricos e eletromagnéticos de prospecção geofísica.
- 28.05.72 a 03.06.72 - Participação no XXXIV Congresso Internacional da European  
Association of Exploration Geophysicists - Paris.
- 04.06.72 a 03.07.72 - Continuação do estágio junto ao B.f.B - Hannover.  
Métodos elétricos e eletromagnéticos de prospecção geofísica.
- 10.07.72 - Apresentação no escritório da CPRM no Rio de Janeiro.

### 1.3. CONTATOS MANTIDOS

#### PRAKLA-Seismos GmbH - Hannover

Durante nossa permanência nesta empresa, contamos com a assistência constante do pessoal do setor de aerogeofísica, em especial do seu chefe, Dr. D. C. Boie.

Informações referentes ao processamento básico de dados aerogeofísicos foram fornecidas pelo Eng<sup>o</sup> J. P. Müller, encarregado do controle dos resultados de rotina.

O geofísico H. J. Lehman, responsável pela interpretação dos dados magnéticos e o Eng<sup>o</sup> Vick, chefe da programação do setor, conduziram nossa visita ao Centro de Processamento da PRAKLA.

O Dr. L. Amelly, do Departamento Científico da companhia, com vários anos de trabalho para a Petrobrás, fez uma exposição sobre algumas áreas a seu encargo, como problemas específicos de sísmica e levantamentos geelétricos em problemas de mineração e fundação de construções. Acompanhamos ainda, orientados pelo Dr. Amelly, trabalhos de sondagem elétrica efetuados pela PRAKLA na região de Mainz.

#### B.f.B e N.L.f.B - Hannover

Em virtude da presença no Brasil da maioria dos geofísicos do B.f.B, encarregados da interpretação aeromagnética e dos trabalhos de prospecção geelétrica, nossos contatos se realizaram de preferência com o pessoal pertencente aos quadros do Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung - N.L.f.B (Serviço Geológico Estadual da Baixa Saxônia), que funciona no mesmo edifício do B.f.B - Alfred Bentz Haus. O chefe do setor de métodos geelétricos do N.L.f.B, Dr. P. Meiser, responsável pela condução de nosso estágio, ministrou os fundamentos dos métodos de





Eletro-resistividade (ER), Potencial Espontâneo (SP) e Polarização Induzida (IP).

Contamos ainda com a colaboração do Dr. Mundry, encarregado do setor de Teoria e Matemática, que nos forneceu informações sobre o núcleo de processamento de dados do B.f.B-N.L.f.B.

Conhecimentos inestimáveis sobre métodos eletromagnéticos - ENSLIN, SLINGRAM e VLF foram adquiridos nos contatos com os Srs. H. Nickel e Worzyck.

Tivemos ainda oportunidade de visitar os laboratórios de espectrômetros de massa e radioatividade, onde o Dr. Wendt - chefe deste setor, nos forneceu algumas informações sobre seu campo de atividades - estudo de isótopos instáveis para datação de rochas, pesquisa de isótopos estáveis para determinação de paleotemperaturas e origem dos gases sobrepostos aos depósitos de óleo, determinação dos elementos radioativos nos diversos espectros de energia, etc.

#### Congresso Internacional da E.A.E.G. - Paris

A maioria dos contatos mantidos durante o Congresso se realizou durante a visita aos estandes das firmas expositoras de instrumentos e serviços de prospecção geofísica. Procuramos coletar o maior número de prospectos disponíveis e obter informações sobre o desenvolvimento das técnicas e aparelhos de cada companhia.

Mereceram atenção especial os estandes da Scintrex, Barringer e Geometrics, companhias especializadas em prospecção geofísica para mineração. A exiguidade de tempo não nos permitiu uma visita ao Bureau de Recherches Geologiques et Minières - BRGM (Serviço Geológico Francês), localizado na cidade de Orleans-la-Source.

*Handwritten signature*



Feira Industrial de Hannover

O dia 27 de abril de 1972 foi reservado para uma visita informal à Feira Industrial de Hannover.

Apresentamos, no anexo 1, o relatório desta visita.

Juan  


## 2. INFORMAÇÕES GERENCIAIS


### 2.1. ESTÁGIO JUNTO À PRAKLA-SEISMOS GmbH

#### 2.1.1. GENERALIDADES

O estágio junto à PRAKLA - com programa elaborado pelo 3º grupo de estagiários, compreendeu o período de 13 de março a 30 de abril de 1972. Nessa etapa, os técnicos brasileiros se dedicaram à coleta de informações sobre a organização da empresa - com ênfase no Centro de Processamento, e ao estudo dos Programas de Processamento Básico de Dados Aerogeofísicos.

O tratamento dos dados aerogeofísicos coletados em Minas Gerais, nos termos do Convênio Geofísica Brasil/Alemanha, encontrava-se na fase de apresentação dos mapas finais. Não foi possível, portanto, acompanhar pari-passu todas as etapas do serviço. Conseguimos, contudo, adquirir uma noção do processamento básico, através da análise dos Relatórios/Impressora disponíveis, e do estudo do Manual de Instruções para Utilização dos Programas. Nesse mister, contamos com a colaboração do chefe do Setor de Aerogeofísica da PRAKLA, Dr. D. C. Boie e do encarregado do processamento dos dados aerogeofísicos de Minas Gerais, Engº J. P. Müller.

Uma visita ao Centro de Processamento da PRAKLA (Datenzentrum) nos deu idéia da dimensão de um dos setores mais importantes numa companhia especializada em campanhas de prospecção geofísica. A descrição do Centro de Processamento está baseada em informações fornecidas, durante a visita, pelo chefe do Setor de Processamento dos dados aerogeofísicos, Engº Vick, e pelo intérprete de dados magnéticos, Geof. H. J. Lehman. Informações adicionais foram obtidas nas publicações da PRAKLA (Rundschau e PRAKLA-Seismos Report).



### 2.1.2. ORGANIZAÇÃO DA PRAKLA-SEISMOS GmbH

A PRAKLA-Seismos GmbH é uma Companhia de Responsabilidade Limitada com capital social (DM 12.000.000) subscrito pelo Governo Federal e por particulares. Única companhia do ramo na Alemanha, dedica-se essencialmente à prestação de serviços de geofísica para terceiros, desde a coleta de dados até a interpretação final dos resultados. Seu campo de atividades abrange trabalhos de sísmica marítima e terrestre, gravimetria, levantamentos aerogeofísicos e perfilagem de poços, bem como a construção de equipamentos mecânicos e eletrônicos para a coleta e tratamento dos dados geofísicos e de posicionamento.

Atualmente, a maior área de atuação da PRAKLA consiste em serviços para companhias petrolíferas em todas as partes do globo, principalmente no campo da sísmica de reflexão. Contudo, a empresa já participou de diversas campanhas de gravimetria terrestre para a Petrobrás, e é responsável pela maior parte do levantamento aeromagnético realizado na plataforma continental brasileira.

No campo da prospecção geofísica para mineração, a PRAKLA se encarregou do levantamento aeromagnético de 2/3 da área total prevista no Convênio Geofísica Brasil/Alemanha e do levantamento combinado (aeromagnetometria-cintilometria), de determinadas regiões consideradas de interesse para minerais radiativos.

O quadro (simplificado) apresentado a seguir mostra a organização atual da PRAKLA-Seismos, com o nome dos titulares dos setores mais importantes. (Compilado do Rundschau nº 38, e atualizado)

Os funcionários da companhia estão distribuídos em 4 (quatro) grandes divisões: Departamento Científico, Departamento Técnico, Departamento de Operações e Departamento Comercial. Seus superintendentes compõem a Diretoria Executiva, presidida pelo titular do Departamento Científico.

A tarefa principal do Departamento Científico consiste no desenvolvimento de pes




quisas teóricas e de métodos de interpretação aplicados aos problemas de prospecção geofísica. A divulgação desses trabalhos, a organização da biblioteca da companhia e o treinamento de pessoal também estão a cargo deste Departamento. O setor de Processamento de Dados, chefiado pelo Dr. Bortfeld, constitui uma das divisões mais importantes deste Departamento, se não de toda a empresa. Encarrega-se do desenvolvimento, análise e codificação dos programas de processamento, além de ser responsável pela operação de todas as máquinas do Centro de Processamento e pelo controle dos resultados de rotina.

O Departamento Técnico, chefiado pelo Dr. Maars, se dedica essencialmente ao desenvolvimento e à construção de equipamentos mecânicos e instrumentos eletrônicos utilizados desde a coleta de dados até o processamento eletrônico. Conta com um corpo técnico especializado em engenharia mecânica e eletrônica, que se encarrega ainda da operação e manutenção dos aparelhos.

A execução dos levantamentos geofísicos (coleta e compilação preliminar dos dados) cabe ao Departamento de Operações. O setor de operações no Exterior supervisiona os escritórios regionais, e supre o apoio logístico aos trabalhos contratados pela PRAKLA fora da Alemanha - os problemas de exportação de material técnico, veículos e preparo das missões estão afetos a este setor. O setor de operações na Alemanha se encarrega das diversas campanhas de geofísica executadas no País. Os trabalhos de gravimetria terrestre estão a cargo do setor de gravimetria, enquanto um setor específico é responsável pela perfilagem de furos, executados com várias finalidades - petróleo, gás, hidrogeologia, mineração, sísmica. Os levantamentos geofísicos marítimos para pesquisas petrolíferas (sísmica e gravimetria), constituem uma grande área de atuação das companhias geofísicas; a PRAKLA possui um setor especializado que opera atualmente com três navios (um próprio e dois arrendados).

O setor de aerogeofísica da PRAKLA é relativamente novo. Os primeiros vôos de levantamento só foram efetuados em 1961, com registro analógico dos dados. Na operação das aeronaves foram tentadas várias alternativas: utilização de pilo



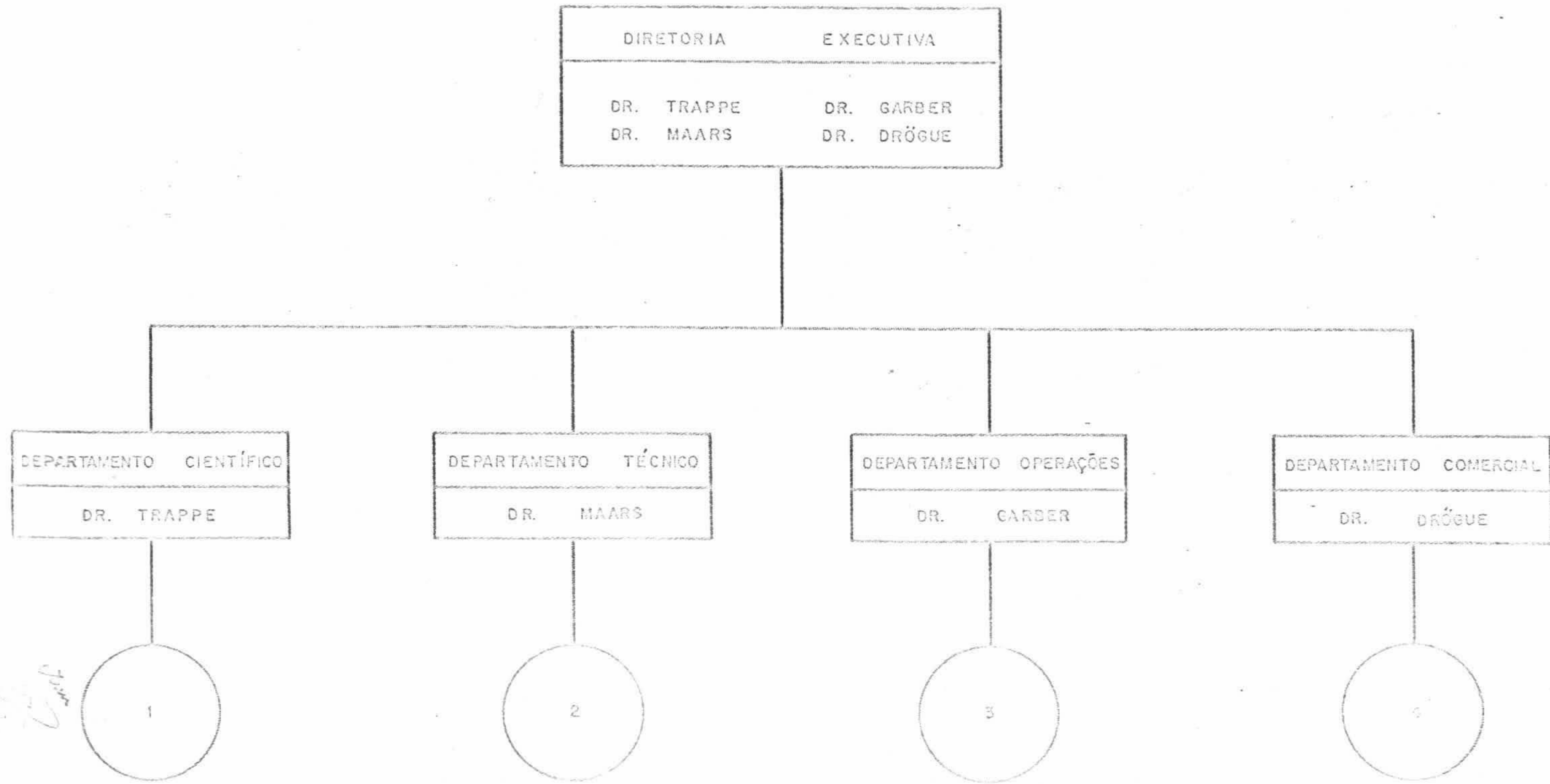
.9.  
tos da Força Aérea Alemã, organização de um serviço próprio de pilotagem, até que se optou pela solução de contratar os serviços da Hansa Luftbild, companhia especializada em vôos para fotografias aéreas e levantamentos geofísicos. Esta se encarrega de fornecer as aeronaves, e coloca à disposição pilotos, navegadores e mecânicos. Os técnicos da PRAKLA instalam e operam os aparelhos de medição, posicionamento e registro.

Em 1964 iniciou-se o processamento eletrônico dos dados aerogeofísicos, utilizando o computador NE 803 B, máquina que trabalha somente com fita de papel. Desde então, várias inovações têm sido introduzidas, até chegar ao contorno automático dos valores magnéticos no plotador de mesa Calcomp, e aos refinados métodos de interpretação - comparação com modelos teóricos e análise harmônica.

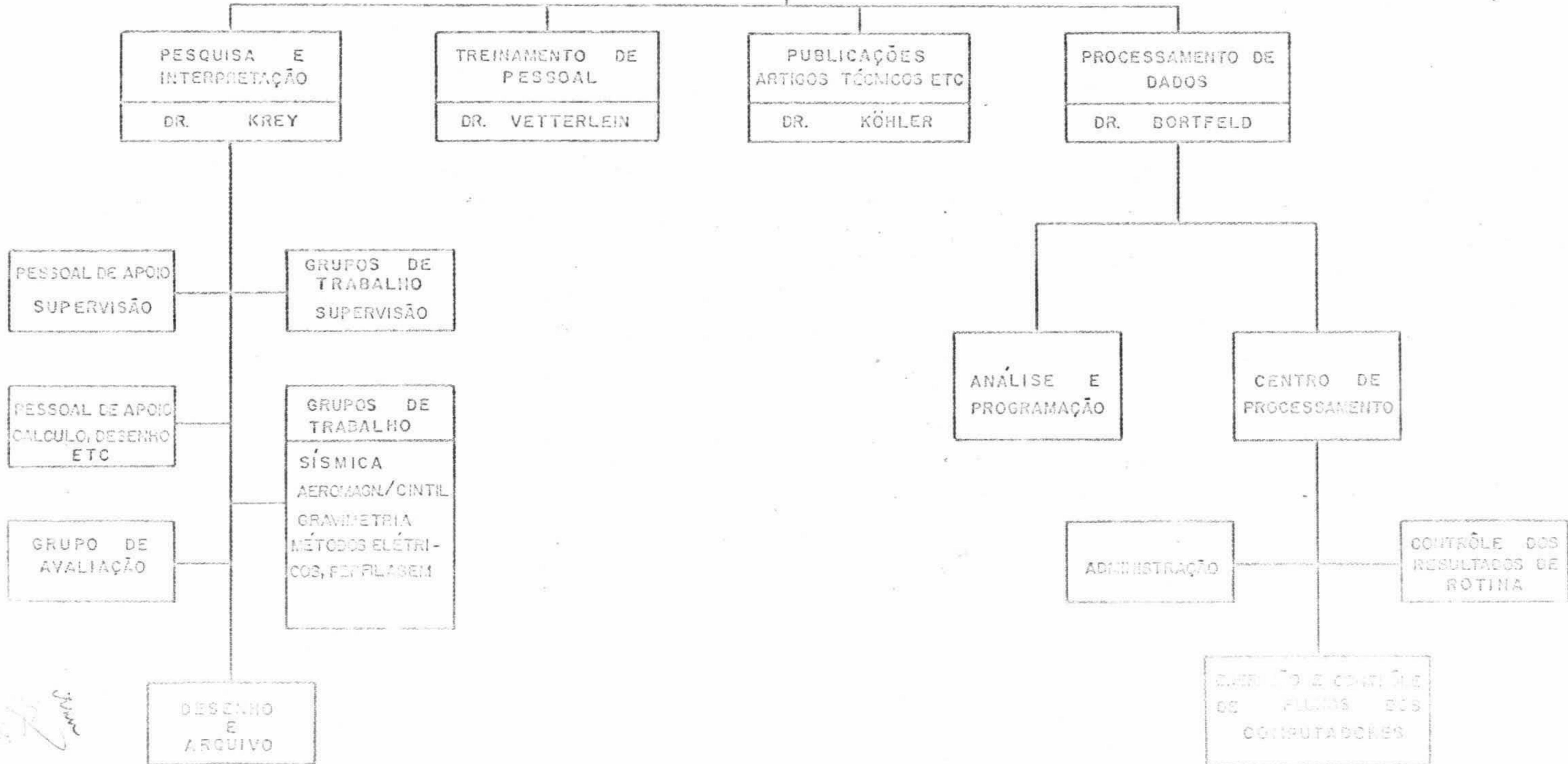
O Departamento Comercial se encarrega da parte administrativa no que se refere à contabilidade, impostos e questões jurídicas, imóveis e construções, viagens, compras de material, contratação de pessoal, etc.

Juan  
  
H

ORGANOGRAMA DA PRAKLA-SEISMOS G m b H — HANNOVER

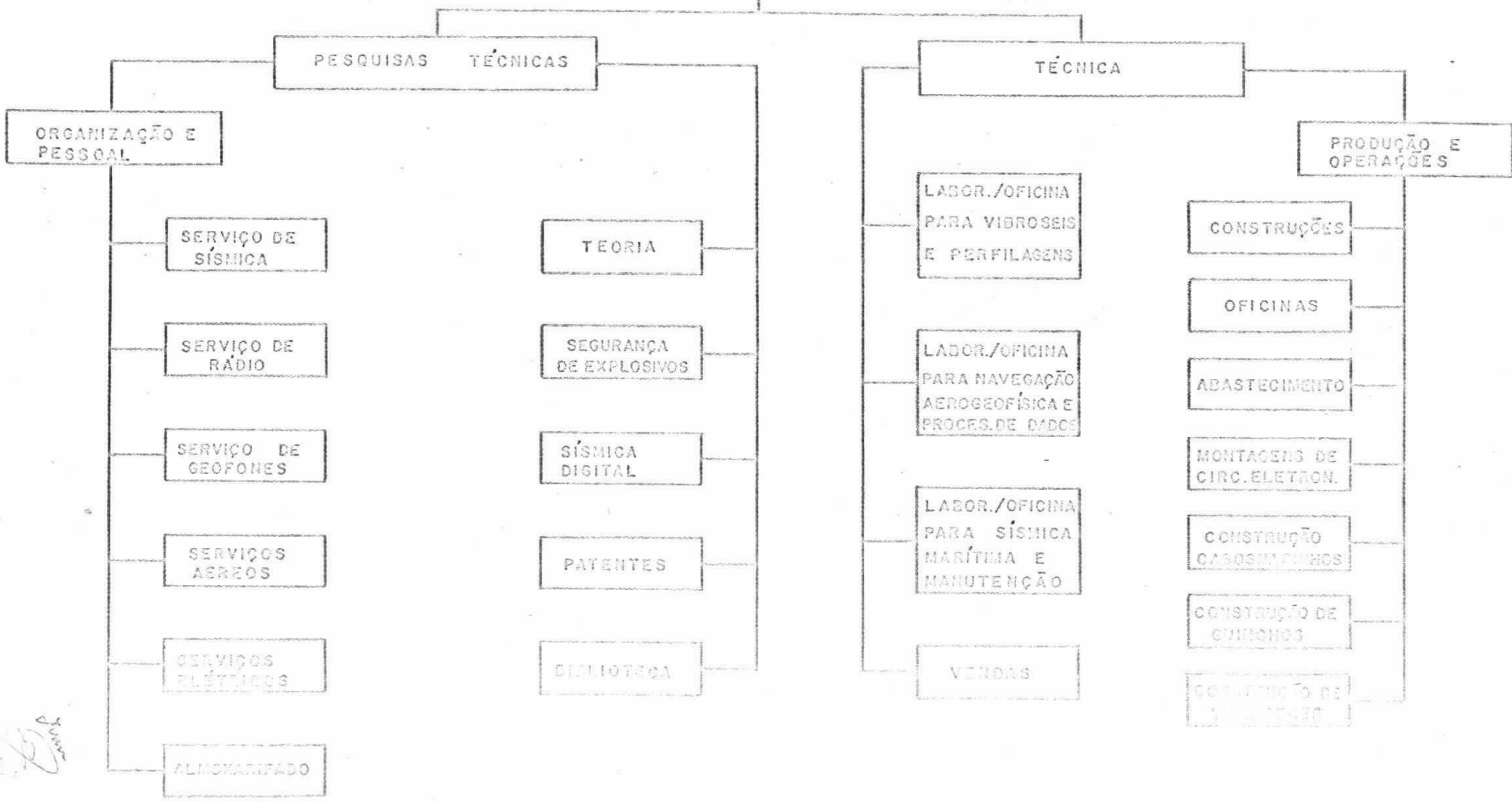


DEPARTAMENTO  
1  
CIENTÍFICO

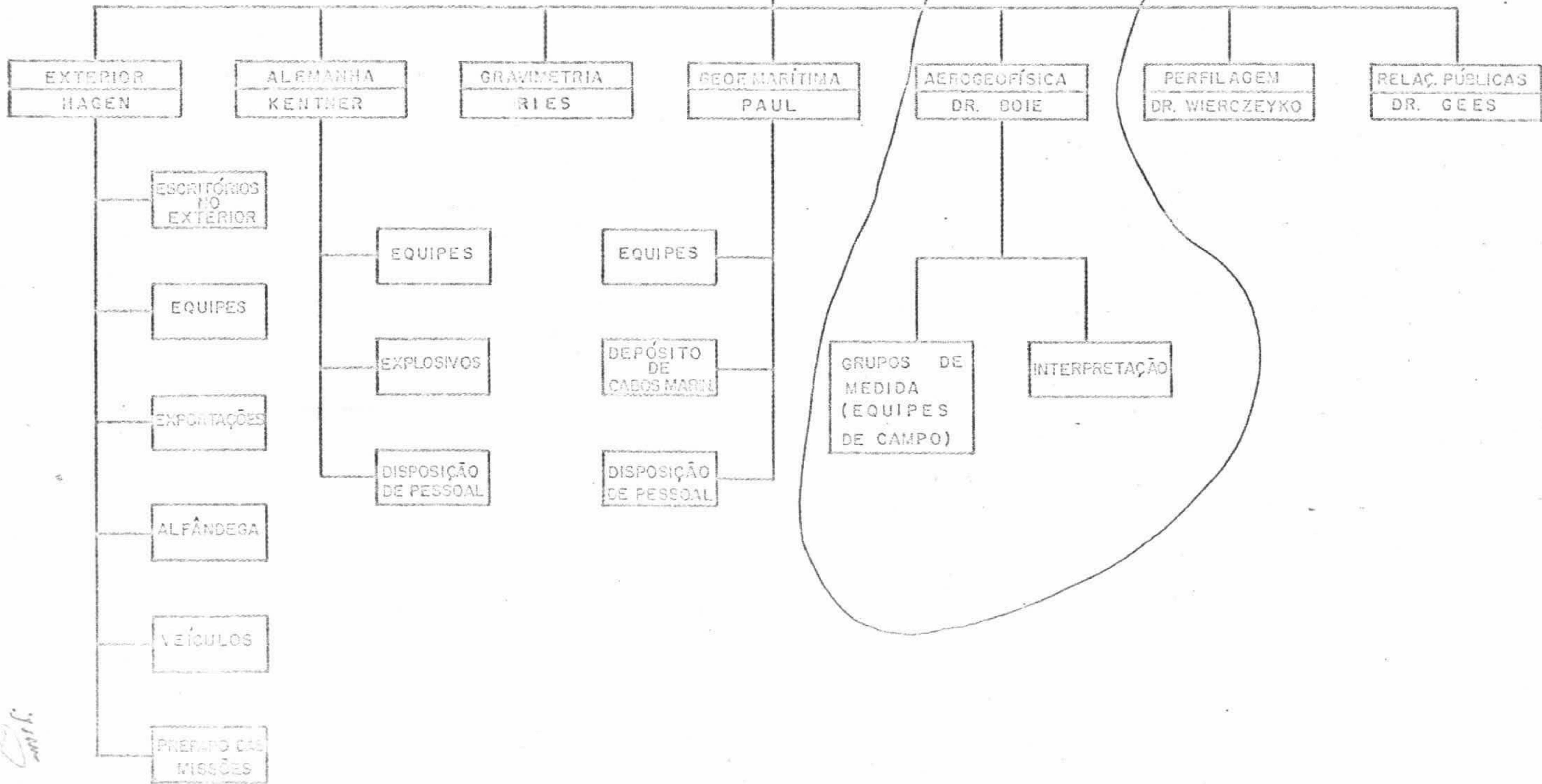




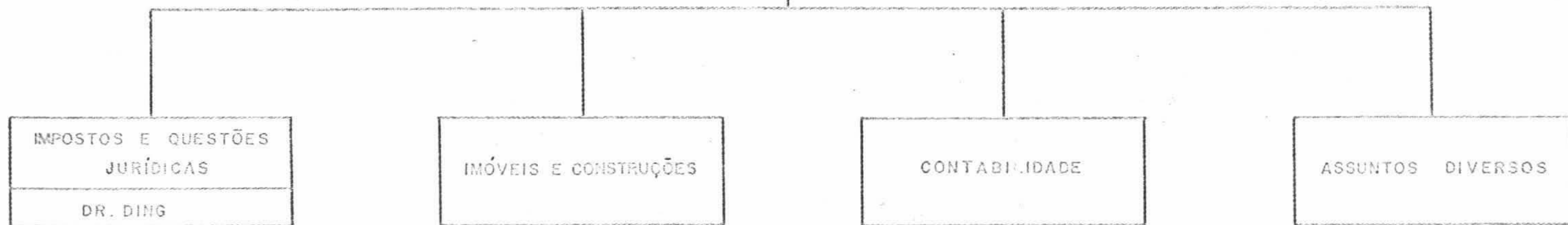
DEPARTAMENTO  
2  
TÉCNICO



DEPARTAMENTO  
3  
DE  
OPERAÇÕES



*Handwritten signature or initials.*



*Handwritten signature or initials in the bottom left corner.*

### 2.1.3. CENTRO DE PROCESSAMENTO

#### Introdução

O dia 11 de abril foi reservado, em nosso programa de estágio, para uma visita ao Centro de Processamento da PRAKLA (Datenzentrum). Acompanhados pelo intérprete de dados magnéticos, Geof. H.J. Lehman, e pelo programador chefe do setor de aerogeofísica, Eng<sup>o</sup> Vick, percorremos as instalações do Centro, o qual ocupa grande parte de um edifício de quatro andares na Wiesen Strasse (centro de Hannover). Durante a visita, colhemos informações a respeito da organização (pessoal e serviços), da biblioteca de programas científicos e das máquinas existentes.

#### Pessoal

O Centro de Processamento da PRAKLA trabalha atualmente com o seguinte pessoal:

7	(sete)	Analistas	✓
20	(vinte)	Programadores	✓
50	(cinquenta)	Operadores e Técnicos de Manutenção	✓
10	(dez)	Perfuradoras de cartões	✓

#### Serviços

A maioria dos serviços executados pelo Centro se refere ao processamento dos dados geofísicos coletados pela própria PRAKLA, e ao processamento de rotina dos dados do Departamento Comercial.

Ocasionalmente o Centro presta serviços a terceiros, como é o caso dos cálculos geodésicos para a Universidade de Hannover.

Biblioteca de Programas Científicos

O Centro de Processamento possui uma vasta biblioteca de programas científicos. A maior parte destes programas se aplica à Sísmica e à Magnetometria.

Segue-se a lista dos programas principais:

- Sísmica

- Programa para cálculo e aplicação de correções estáticas e dinâmicas. (KORR)
- Programa para a determinação automática de correções estáticas residuais. (GEST)
- Programa para a determinação do Moveout normal. (FELY)
- Programa para análise de velocidades e determinação de correções dinâmicas. (GEAN)
- Programas-filtros: deconvolução, filtros automáticos, "multi-channel filters".

- Magnetometria

- Programas para o processamento básico dos dados aerogeofísicos (ítem 3.1.5.).
- Programas para o cálculo de efeitos de corpos bi e tridimensionais (Interpretação).

Os programas para a interpretação de dados magnetométricos são de autoria do Dr. Bosum e colaboradores, e foram adquiridos do B.f.B. Os demais programas foram desenvolvidos pelo pessoal do corpo técnico da PRAKLA.

Máquinas

O Centro de Processamento da PRAKLA dispõe atualmente das seguintes máquinas:

- Computadores

1 ( um ) NE-803 B  
2 ( dois ) CD-3200  
2 ( dois ) CD-3300  
1 ( um ) CD-6600

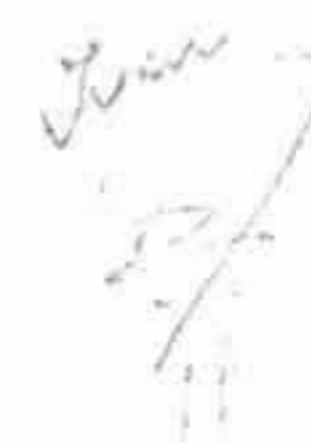
- Unidades Plotadoras ou Gráficas

1 ( um ) Plotter Calcomp - Modelo 618  
1 ( um ) Plotter Coradomat  
4 (quatro) Profilógrafos - CDC/PRAKLA

- Perfuradoras

12 ( doze ) IBM - Modelo 129  
1 ( um ) UNIVAC - Modelo 1710

Descrevemos a seguir as características técnicas de cada máquina - Fabricante, Memória, Unidades de entrada/saída, Unidades periféricas, Manutenção, Tempo de utilização, Compiladores, Custo horário e Utilização.



Computador NE-803 B

- Fabricante : National-Elliot
- Memória : 8 K
- Unidades de entrada/saída:
  - 2 (duas) Máquinas de Teletipo SIEMENS para impressão
  - 2 (duas) Leitoras de fita perfurada
    - Velocidade de leitura - 500 caracteres/segundo
    - Número de canais da fita - 5
  - 2 (duas) Perfuradoras de fita
    - Velocidade de perfuração - 100 caracteres/segundo
    - Número de canais da fita - 5
- Unidades periféricas:
  - Nenhuma
- Manutenção : Pequena manutenção diária e uma geral uma vez por semana - as manutenções são efetuadas por técnicos da PRAKLA
- Tempo de utilização:
  - 8 horas/dia
- Compiladores: Só aceita linguagem própria especial ( AUTOCODE )
- Custo horário: Aproximadamente DM 100-
- Utilização : Aerogeofísica (PRAKLA) e cálculos geodésicos para terceiros

Obs: O computador NE-803 B pertence à PRAKLA.

Computadores CD-3200

- Fabricante : Control Data Corporation
- Memória principal : 16 K (cada computador)
- Unidades de entrada/saída:
  - 2 (duas) Leitoras de cartões - Modelo CD-405  
Velocidade de leitura - 20 cartões/segundo
  - 8 (oito) Unidades de fita magnética - Modelo CD-604  
Largura da fita - 1/2 polegada  
Densidades - 200, 556 ou 800 BPI  
Número de trilhas - 7, 9 ou 21  
Velocid.de leit./grav. - 60.000 caracteres/segundo
  - 4 (quatro) Unidades de disco - Modelo CD-854  
Número de discos : 6  
Número de cilindros : 200  
Memória : 49 152 000 bits (= 2 048 000 palavras)
  - 2 (duas) Impressoras - Modelo CD-3524  
Velocidade de impressão : 300 linhas/minuto  
Número de caracteres/linha : 136
- Unidades periféricas : Nenhuma
- Manutenção : Pequena manutenção diária e uma geral uma vez por semana - as manutenções são efetuadas por técnicos da CDC-Control Data Corporation
- Tempo de utilização : 24 horas/dia (cada computador)
- Compiladores : COMPASS, FORTRAN e COBOL
- Custo horário : Aproximadamente DM 750- (cada computador)
- Utilização : Aerogeofísica, Sísmica e Administração (PRAKLA)

Obs: Ambos os computadores são alugados.





Computadores CD-3300

- Fabricante : Control Data Corporation
- Memória principal : um com 16 K e outro com 32 K
- Unidades de entrada/saída:
  - 2 (duas) Leitoras de cartões - Modelo CD-405  
Velocidade de leitura - 20 cartões/segundo
  - 1 (uma) Leitora/perfuradora - fita de papel - Mod. CD-3694  
Velocidade de leitura - 1 000 caracteres/segundo  
Velocidade de perfuração - 150 caracteres/segundo
  - 8 (oito) Unidades de fita magnética - Modelo CD-604  
Largura da fita - 1/2 polegada  
Densidades - 200, 556 ou 800 BPI  
Número de trilhas - 7, 9 ou 21  
Veloc. de leit./grav. - 60.000 caracteres/segundo
  - 4 (quatro) Unidades de disco - Modelo CD-854  
Número de discos : 6  
Número de cilindros : 200  
Memória : 49 152 000 bits (= 2 048 000 palavras)
  - 2 (duas) Impressoras - Modelo CD-3524  
Velocidade de impressão : 300 linhas/minuto  
Número de caracteres/linha : 136
- Unidades periféricas :
  - 2 (dois) "Convolver" para sísmica
- Manutenção : Pequena manutenção diária e uma geral uma vez por semana - as manutenções são efetuadas por técnicos da CDC - Control Data Corporation
- Tempo de utilização : 24 horas/dia (cada computador)
- Compiladores : COMPASS, FORTRAN e COBOL
- Custo horário : Aproximadamente DM 750- (cada computador)
- Utilização : Aerogeofísica, Sísmica e Administração (PRAKLA)

Obs: Um dos computadores pertence à PRAKLA e o outro é alugado.

Computador CD-6600

- Fabricante : Control Data Corporation
- Memória principal : 32 K palavras (palavra de 60 bits) em 8 blocos de 4 K palavras
- Unidades de entrada/saída:
  - 1 (uma) Leitora de cartões - Modelo CD-405
    - Velocidade de leitura - 20 cartões/segundo
  - 5 (cinco) Unidades de fita magnética - Modelo CD-607
    - Largura da fita - 1/2 polegada
    - Densidade - 1 600 EPI
    - Número de trilhas - 7 ou 9
    - Veloc. de leit./grav. - 60.000 caracteres/segundo
  - 2 (duas) Unidades de disco - Modelo CD-6603
    - Número de discos : 6
    - Número de cilindros : 200
    - Memória : 486 088 704 bits
  - 1 (uma) Impressora - Modelo CD-3524
    - Velocidade de impressão : 300 linhas/minuto
    - Número de caracteres/linha : 136
- Unidades periféricas:
  - Atualmente nenhuma
- Manutenção : Pequena manutenção diária e uma geral uma vez por semana - as manutenções são efetuadas por técnicos da CDC - Control Data Corporation
- Tempo de utilização : 24 horas/dia
- Compiladores : COMPASS, FORTRAN, COBOL e GEOPLAN
- Custo horário : Aproximadamente DM 1 500-
- Utilização : Atualmente só em sísmica

Obs: O computador é alugado.



Informações Adicionais Sobre o Sistema CD-6600

Breve Histórico do CD-6600 na PRAKLA

- 16.03.71 - Chegada do CD-6600 em Hannover
- 29.03.71 - Sistema pronto para testes de programas
- 25.04.71 - Início dos pagamentos mensais (aluguel)
- 16.06.71 - De acordo com o "Log-book" : Produção, serviços de rotina, testes de programa, etc.

Canais de Dados, Processadores Periféricos

O sistema possui 12 Canais de Dados e 10 Processadores Periféricos, completamente separados do Processador Central pela Memória Principal.

Canais de Dados - cada canal pode transmitir 1 milhão de palavras de 12 bits por segundo.

Processadores Periféricos - cada processador com 4 K palavras (palavra de 12 bits) para programas e dados. Tais processadores se distribuem através dos seguintes controles:

- PP0 - Controle da impressora
- PP1 - Controle da leitora de cartões
- PP2 - Supervisão da operação e do sistema de programação GEOPLAN
- PP3 - Supervisão dos parâmetros
- PP4 - Provisão de correções estáticas
- PP5 e PP6 - Controle de entrada e saída das unidades de fita magnética
- PP7 - Controle do vídeo
- PP8 - Controle da transferência de dados para a unidade de disco CD-6603
- PP9 - Controle do fluxo de dados para um perfilógrafo diretamente conectado ao sistema

O sistema possui além disso um "Multiple Function Central Processor", que compreende 10 Unidades Aritméticas, 24 Registros e uma Unidade de Memória (Instruções) para o Computador Central com 8 registros (60 bits). As Unidades Aritméticas são subdivididas como se segue:

- 2 (duas) para multiplicação
- 2 (duas) para divisão
- 1 (uma) para "jump instructions"
- 1 (uma) para transposição de índices (mudanças de endereço)
- 1 (uma) para "shift instructions"
- 1 (uma) para adição de números (ponto flutuante)
- 1 (uma) para adição de números (ponto fixo)
- 1 (uma) para operações lógicas

O sistema conta ainda com 2 unidades de vídeo, 12 registradores rápidos de dados e um relógio de tempo real.

#### Velocidade de Processamento

Em uma programação bem feita, pode-se trabalhar com as 10 unidades aritméticas si multaneamente; como consequência, 10 milhões de instruções podem ser executadas em um segundo.

Plotter CALCOMP - Modelo 618

Sistema independente para desenho sobre um plano, a partir de dados gravados em fita magnética.

- Fabricante : CALCOMP (U.S.A.)
- Unidade de fita magnética - Modelo 770
  - Densidade - 556 BPI
  - Número de trilhas - 7
- Dimensão da mesa de desenho : 1,22 x 1,83 m
- Número de vetores para desenho : 24 (vinte e quatro)
- Tempo de utilização : 24 horas/dia
- Custo horário : Aproximadamente DM 100-
- Utilização : Aerogeofísica, Sísmica

Obs: O Plotter pertence à PRAKLA.

Plotter CORADOMAT

Sistema independente para desenho sobre um plano, a partir de dados perfurados em fita de papel.

- Fabricante : Güttinger (Alemanha)
- Dimensão da mesa de desenho : 1,00 x 1,00 m
- Número de vetores para desenho : 4 (quatro)
- Utilização : Pouco utilizado no momento. Pode ser empregado na digitalização de perfis e mapas - saída em fita de papel.

Obs: O Plotter pertence à PRAKLA.

*Handwritten signature*

Profilógrafos CDC/PRAKLA

Plotador de seções sísmicas ("Digitaler Profilograph") - sistema de conversão dos dados da fita magnética para apresentação das seções sísmicas.

- Fabricante : CDC/PRAKLA

- Componentes :

Unidade de fita magnética - CDC

Número de trilhas - 7

Densidade - 556, 800 BPI

Unidade de controle - PRAKLA

Memória - 4 K (8 bits)

Unidade gráfica - PRAKLA

Saída - filme (negativo) ou papel fotográfico

- Utilização : Sísmica

*Handwritten signature*

Conversor Digital MDS-7500

Sistema independente para leitura de cartões, fitas de papel e magnéticas, e gravação em fita magnética, com impressão dos dados lidos.

- Fabricante : Mohawk Data System

- Unidades de entrada/saída:

1 (uma) Leitora de cartões - Modelo 7516

Velocidade de leitura - 400 cartões/minuto

1 (uma) Leitora de fita de papel - Modelo - 7515

Veloc. de leit. - 400 caract./seg. (5, 7 ou 8 canais)

1 (uma) Unidade de fita magnética - Modelo 7505

Densidade - 800 BPI

Número de trilhas - 7

Número de caracteres - 64 (BCD)

1 (uma) Impressora - Modelo 7520

Velocidade de impressão - 300 linhas/minuto

Caracteres/linha - 132

- Utilização : Transcrição, para fitas magnéticas, dos dados aerogeofísicos obtidos em fita perfurada

Obs: Aparelho alugado.



Conversor DA/AD PRAKLA

Sistema de digitalização de dados registrados analogicamente (AM-FM) em fita magnética e vice-versa.

- Fabricante : PRAKLA
- Componentes :
  - Conversor Analógico/Digital - Modelo KAD-01
  - Conversor Digital/Analógico - Modelo KB2-043
- Utilização : Sísmica - digitalização dos dados registrados em fita magnética (AM ou FM), antes do advento dos registros digitais.

Digitalizador D-MAC

"Pencil follower" - Sistema para digitalizar perfis e contornos.

- Fabricante : D-MAC (Escócia)
- Unidades de saída :
  - Perfuradora de cartões
  - Perfuradora de fita de papel
- Dimensões da mesa : 1,00 x 1,00 m
- Resolução : 1/100 mm
- Modos de operação :
  - a. digitalização de valores esparsos
  - b. digitalização a distâncias constantes
  - c. digitalização a intervalos de tempo constantes

Obs: O digitalizador pertence à PRAKLA.





#### 2.1.4. MÉTODOS AEROGEOFÍSICOS - CUSTOS E TEMPOS

As informações seguintes, obtidas através do chefe do Setor de Aerogeofísica da PRAKLA, Dr. Dirk C. Boie, dão-nos uma idéia do custo de uma campanha de prospecção aerogeofísica, desde o levantamento até a interpretação dos dados.

##### Fase de Levantamento

Custo do levantamento, utilizando-se um único método (p. ex. magnetometria), excluindo-se mobilização de pessoal, aeronaves e equipamentos: U\$ 6.50/km. Cada método adicional para levantamentos combinados (p. ex. cintilometria) encarece o levantamento em U\$ 0.50/km.

Obs: Quilometragem mínima fora da Europa para um levantamento ser economicamente compensador para a PRAKLA: 20 000 km de perfis (no período máximo de 2 meses de trabalho).

##### Fase de Processamento

O processamento dos dados aerogeofísicos desde a leitura da fita de papel até a impressão dos mapas de isoanomalias custa cerca de U\$ 1.50/km, para cada método utilizado.

- Duração do processamento - Da chegada do material de campo (dados relativos à uma área de medida) em Hannover até a confecção dos mapas preliminares, o processamento dura cerca de dois meses; para a apresentação final de mapas impressos em duas cores, com a planimetria desenhada, necessita-se de mais um mês de trabalho.

- Custo dos programas - No caso de aquisição dos programas de processamento básico, a PRAKLA estima seu valor entre DM 200 000 a DM 250 000 . Escritos em linguagem COMPASS, cada programa ocupa cerca de 6 K de memória. O primeiro conjunto de programas foi escrito em 1963/64 pelo Dr. Boie e pelo matemático Dr. Bitsche, na época funcionário da PRAKLA. De 1964 para cá os programas tem sido submetidos a várias modificações, tornando-se cada vez mais sofisticados. Todo o pessoal especializado do Centro de Processamento coopera no desenvolvimento e melhoria desses programas.

#### Fase de Interpretação

O custo da interpretação dos dados aerogeofísicos é estimado em US\$ 1.00/km para cada método. Compõem este custo, o trabalho de supervisão de um especialista e a utilização de programas próprios, desenvolvidos para este fim.

#### Custo da Prospecção Aerogeofísica em Minas Gerais

Durante o ano de 1971 (de 13/01/71 a 31/12/71), a PRAKLA levantou 169.571 km lineares de perfis magnetométricos e 44.570 km de perfis combinados (magnetometria e cintilometria).

Adotando os parâmetros fornecidos pelo Dr. Boie podemos extrapolar a composição de custos para a prospecção efetuada:



	Levantamento (U\$6.50-U\$7.00/km)		Processamento (U\$1.50-U\$3.00/km)		Interpretação (U\$1.00-U\$2.00/km)	
	PRODUÇÃO (km)	CUSTO (U\$)	PRODUÇÃO (km)	CUSTO (U\$)	PRODUÇÃO (km)	CUSTO (U\$)
	MAGNET.	169.571	1.102.211,50	169.571	254.356,50	169.571
MAGNET. + CINTIL.	44.570	311.990,00	44.570	133.710,00	44.570	89.140,00
		1.414.201,50		388.066,50		258.711,00

TOTAL = U\$ 2.060.979,00

*Handwritten signature*

## 2.2. ESTÁGIO JUNTO AO B.f.B

### 2.2.1. GENERALIDADES

A partir do mês de maio de 1972, o grupo de estagiários transferiu-se para a sede do Bundesanstalt für Bodenforschung, para receber treinamento em métodos geoeletricos sob a orientação do DR. Paul Meiser do N.L.f.B. Não foi possível obter treinamento em interpretação de dados aeromagnéticos, conforme previsto no Convênio, devido à ida para o Brasil do Dr. Bosum no início do mês de maio, para supervisionar os trabalhos de geofísica em Minas Gerais.

A maior parte do tempo foi aproveitada no estudo dos fundamentos dos métodos elétricos e eletromagnéticos - adquirimos conhecimentos sobre aplicabilidade, operações de campo, e noções de interpretação dos métodos de eletro-resistividade (ER), potencial espontâneo (SP), polarização induzida (IP), ENSLIN, SLINGRAN e VLF. Detalhes técnicos sobre estes métodos são apresentados no item 3.2. deste relatório. Conseguimos, além disso, coletar informações sobre a organização dos Serviços Geológicos sediados em Hannover, e sobre o núcleo de processamento de dados do B.f.B-N.L.f.B.

O grupo participou ainda de uma campanha de prospecção por eletro-resistividade efetuado em Heidesheim (próximo a Mainz) pela PRAKLA, e do XXXIV Congresso da European Association of Exploration Geophysicists (item 2.3. deste relatório).

### 2.2.2. ORGANIZAÇÃO DO BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG (B.f.B)

A pesquisa geológica na República Federal da Alemanha está afeta a um organismo federal (B.f.B), 9 serviços geológicos estaduais e 30 institutos de geologia pertencentes a Universidades e Escolas Técnicas Superiores. Em Hannover ficam sediados no mesmo edifício - Alfred Bentz Haus, o Bundesanstalt für Bodenforschung

*João*  
127  
11

(Serviço Geológico Federal ) e o Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Serviço Geológico do Estado da Baixa Saxônia), que trabalham em colaboração mútua.

O quadro apresentado a seguir mostra o organograma atual do Bundesanstalt für Bodenforschung, órgão do Bundesministerium für Wirtschaft (Ministério da Economia). Fomos informados pelo Dr. R. Lenz (Setor de Treinamento do B.f.B), que se encontrava no Congresso Alemão um projeto para a reformulação deste quadro organizativo - propõe-se um novo esquema com 4 departamentos, um dos quais deverá ser o de Geofísica.

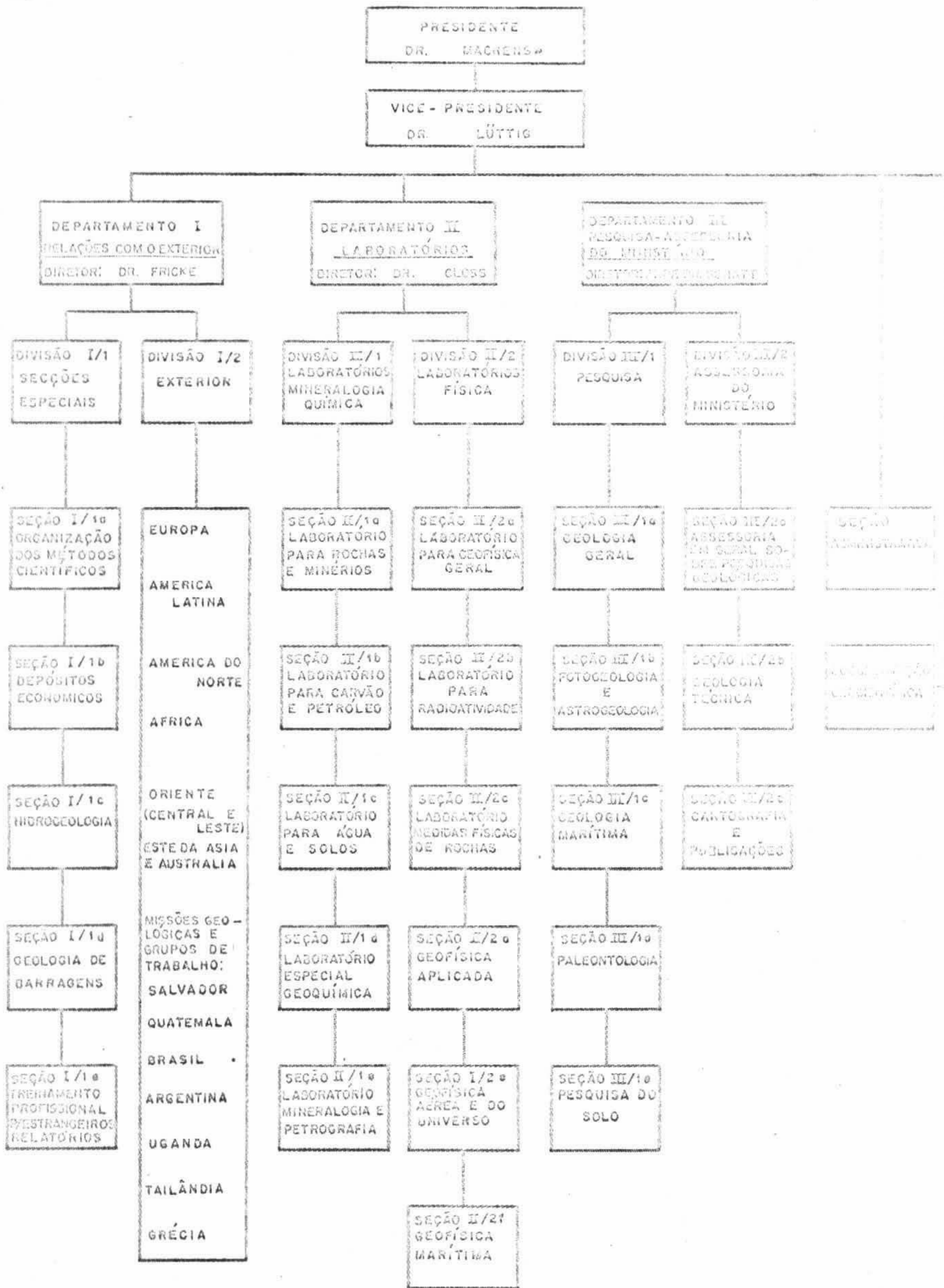
Trabalham atualmente no B.f.B cerca de 420 funcionários, dos quais aproximadamente 1/3 possui instrução universitária.

### 2.2.3. ORGANIZAÇÃO DO NIDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (N.L.f.B)

O Estado da Baixa Saxônia possui um serviço geológico - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, sediado no mesmo prédio onde se instala o B.f.B - a Alfred Bentz Haus.

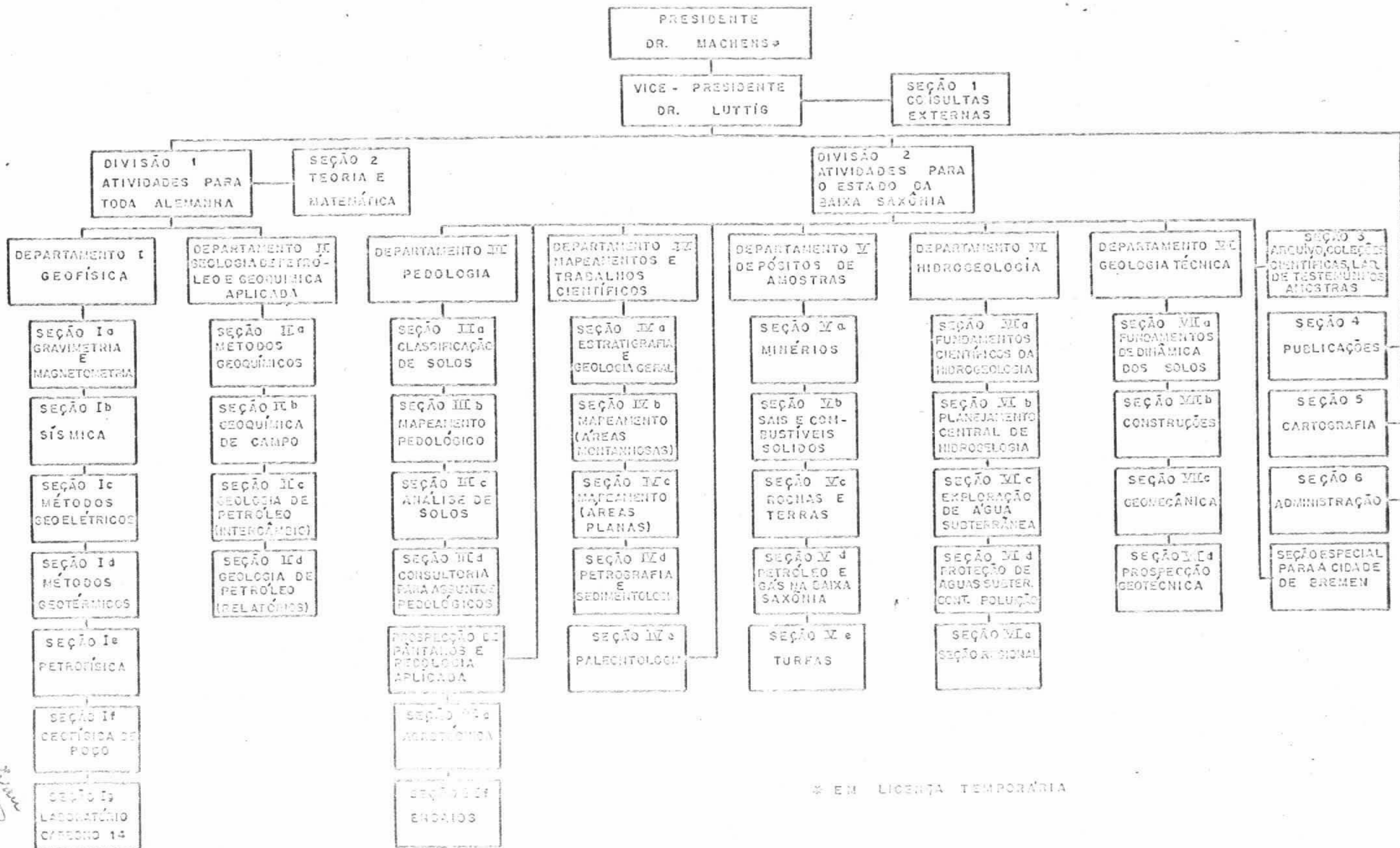
Além de se ocupar com as pesquisas geológicas no estado, este instituto possui uma divisão especial, encarregada de executar pesquisas para petróleo e pesquisas geoquímicas e geofísicas em todo o território da República Federal da Alemanha . Apresentamos também o organograma atual do N.L.f.B.

ORGANOGRAMA DO B. I. B. — BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG — HANNOVER



*Handwritten signature and initials*

ORGANOGRAMA DO N.L.f.B. - NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG - HANNOVER



\* EM LICENÇA TEMPORÁRIA

#### 2.2.4. BIBLIOTECA DA ALFRED BENTZ HAUS

Os técnicos e cientistas do B.f.B e N.L.f.B dispõem de uma excelente biblioteca, a qual contava em 30.06.72 com 202 498 volumes. Subvencionada pelo Governo Alemão, esta biblioteca oferece ainda a seus usuários publicações técnicas ( revistas, boletins, etc.) relativas aos seguintes ramos:

Geografia  
Geologia Técnica (Geotécnica)  
Paleontologia  
Geoquímica  
Geofísica  
Oceanografia  
Pedologia  
Óleo e Gás  
Hidrologia  
Mineralogia  
Petrologia  
Geologia Geral  
Engenharia de Minas/Mineração

As publicações referentes à Geofísica, bem como os endereços das editoras respectivas, preço de assinatura, etc., são relacionados no anexo 2 .

#### 2.2.5. UNIDADES DE TRATAMENTO DE DADOS

##### Introdução

Para a compilação e interpretação de dados geofísicos e geoquímicos, os técnicos do B.f.B-N.L.f.B contam com 4 núcleos de processamento de dados:





Universidade Técnica de Hannover (CD-1604)  
Centro de Computação de Darmstadt (IBM-7094)  
Unidades de Processamento de Dados do B.f.B-N.L.f.B  
PRAKLA-Seismos (Plotter Calcomp-618)

Cerca de 20 profissionais do B.f.B-N.L.f.B são capazes de programar em linguagem FORTRAN, e somente 3 estão familiarizados com a linguagem ASSEMBLER.

Os dois órgãos possuem programas desenvolvidos por seus técnicos, quer no setor de geofísica, quer no setor de geoquímica.

No setor de geofísica foram desenvolvidos programas para compilação de dados geofísicos (p. ex. sísmica) e para interpretação dos resultados dos diversos métodos (comparação com modelos teóricos, etc.).

O setor de geoquímica desenvolveu programas para análises estatísticas de dados e para o traçado automático, nos plotadores de mesa, de isovalores de anomalias geoquímicas.

### Máquinas

O núcleo de processamento de dados do B.f.B-N.L.f.B compreende dois conjuntos de máquinas, instalados em locais separados: o primeiro conjunto, composto de um computador IBM modelo 1620, dois plotters de mesa Graphomat (fita de papel) e um digitalizador D-Mac, é destinado principalmente ao processamento de dados magnéticos e geoquímicos; o outro conjunto, constituído de 2 computadores PDP (modelos 8 e 15), se ocupa de dados sísmicos e geolétricos.

Todas as informações referentes às características das máquinas e seus usos foram obtidas através do Dr. E. Mundry e do pessoal das unidades de tratamento de dados.



Computador IBM 1620

- Fabricante : IBM
- Memória principal : 25 000 dígitos decimais
- Unidades de entrada/saída:
  - 1 (uma) Leitora/perfuradora de cartões - Modelo 1622
    - Velocidade de leitura - 4 cartões/segundo
    - Velocidade de perfuração - 2 cartões/segundo
  - 1 (uma) Leitora/perfuradora de fita de papel - Modelo 1621
    - Velocidade de leitura - 200 caracteres/segundo
    - Número de canais - 8
- Unidades periféricas:
  - Nenhuma
- Manutenção : IBM
- Tempo de utilização:
  - 12 horas/dia
- Compiladores: FORTRAN, ASSEMBLER
- Utilização : Geoquímica, Magnetometria

Obs: Computador próprio.

Computador PDP - 8/I

- Fabricante : Digital Equipment Co.
- Memória principal : 4 K
- Unidades de entrada/saída:
  - 1 (uma) Leitora/perfuradora de fita de papel - Siemens
  - Velocidade de leitura - 400 caracteres/segundo
  - Velocidade de perfuração - 110 caracteres/segundo
  - 1 (uma) Unidade de disco
  - 1 (uma) Unidade de fita magnética mini-cassette
- Unidades periféricas:
  - 1 (um) Osciloscópio
  - 1 (um) Conversor analógico/digital
- Manutenção : Uma vez por semana, pelos próprios técnicos do B.f.B
- Tempo de utilização:
  - 8 horas/dia
- Compiladores : FORTRAN (com restrições), ASSEMBLER

Obs: Computador próprio.

Computador PDP - 15

- Fabricante : Digital Equipment Co.
- Memória principal : 24 K
- Unidades de entrada/saída:
  - 3 (três) Unidades de fita magnética
    - Velocidade de leitura - 75 polegadas/segundo
    - Densidade - 350 BPI
    - Número de trilhas - 9
  - 1 (uma) Impressora
  - 1 (uma) Leitora de cartões
    - Velocidade de leitura - 200 cartões/minuto
  - 1 (uma) Leitora/perfuradora de fita de papel
    - Velocidade de leitura - 180 caracteres/segundo
    - Velocidade de perfuração - 50 caracteres/segundo
  - 1 (uma) Unidade de disco
- Unidades periféricas : Nenhuma
- Manutenção : Uma vez por semana pelos técnicos do B.f.B.
- Tempo de utilização : 8 horas/dia
- Compiladores: FORTRAN (com restrições), ASSEMBLER
- Custo horário: 70- DM
- Custo de aquisição : 250 000 DM

Obs: Computador próprio. Os computadores PDP estão conectados entre si.

Plotters GRAPHOMAT

Sistemas independentes para desenho sobre um plano, a partir de dados perfurados em fita de papel.

- Fabricante : Siemens
- Número de plotters : 2
- Dimensões das mesas : 1,20 x 1,40 m  
0,50 x 0,50 m
- Especificação da fita de papel:
  - Código IBM
  - Número de canais - 8
  - Programas da Siemens

Obs: Aparelhos próprios.

Digitalizador D-MAC

Sistema para digitalizar perfis e contornos.

- Fabricante : D-Mac
- Unidade de saída : Perfuradora de fita de papel
  - Número de canais - 8
- Dimensões da mesa : 1,00 x 1,00 m
- Resolução : 1/100 mm
- Modos de operação :
  - a. Digitalização de valores esparsos
  - b. Digitalização a distâncias constantes (1mm - 10mm)
  - c. Digitalização a intervalos de tempo constante (0,1-  
-1,0 seg. )

Obs: Aparelho próprio.



### 2.3. CONGRESSO INTERNACIONAL DA E.A.E.G.

#### 2.3.1. A EUROPEAN ASSOCIATION OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS

A E.A.E.G. (European Association of Exploration Geophysicists) é a 2ª entidade mundial que congrega os especialistas de várias nacionalidades (em particular europeus) engajados no ramo da prospecção geofísica.

Com sede em Haia, Holanda, esta sociedade é responsável pela publicação trimestral de uma revista especializada - Geophysical Prospecting, onde artigos de interesse técnico do ramo são divulgados a todos os especialistas.

Anualmente, é realizado um Congresso Internacional em sedes temporárias, onde trabalhos relacionados à geofísica de prospecção são apresentados e debatidos; diversas companhias especializadas aproveitam a oportunidade para expor seus produtos e oferecer seus serviços.

#### 2.3.2. CRONOGRAMA DA PARTICIPAÇÃO DOS ESTAGIÁRIOS NO CONGRESSO

- 28.05.72 - Viagem Hannover/Paris
- 29.05.72 - Inscrição no Congresso
  
- 30.05.72 - Assistência às palestras  
a - Visita aos estandes
- 02.06.72 - Contatos
  
- 03.06.72 - Viagem Paris/Hannover

### 2.3.3. DESENVOLVIMENTO DO CONGRESSO

O Congresso foi realizado nos salões do "Le Grand Hotel", situado na Praça da Ópera de Paris. Utilizaram-se 3 salões para os exibidores e 2 salões para as sessões técnicas.

#### Firmas Expositoras

As companhias e organizações expositoras estão relacionadas no anexo 3. Pôde-se observar que o número de firmas foi muito menor do que o apresentado no Congresso Internacional da "Society of Exploration Geophysicists", realizado em Denver, em setembro de 1968.

Os estandes relacionados com a prospecção para minerais foram objetos de especial atenção dos estagiários; procurou-se obter informações sobre os instrumentos e serviços, e coletar o maior número possível de prospectos. Alguns folhetos sobre aparelhos de refração rasa (prospecção de água subterrânea, geotécnica) foram também colecionados.

Grande parte dos instrumentos de prospecção geofísica já é do conhecimento do pessoal técnico do Convênio em Belo Horizonte, que obteve os prospectos através de contatos diretos com as sedes das companhias (Geometrics) ou com representantes brasileiros (Scintrex, Barringer, ABEM).

A Huntex Limited do Canadá apresentou folheto sobre um aparelho de Polarização Induzida bastante versátil, capaz de registrar e selecionar 4 intervalos da curva de "decay", medir Potencial Espontâneo e obter dados de Resistividade - preço U\$ 9 000. A Barringer Research está aperfeiçoando um novo aparelho de medição aerotransportado de resistividade, denominado E-PHASE, que faz uso de sinais transmitidos por estações de VLF.



No setor de magnetômetros aerotransportados, diversas companhias têm fabricado a pares de alta sensibilidade - ordem de 0,01 gama (magnetômetro de precessão nuclear e magnetômetro de vapor de Ce-Rb); contudo, o setor de instrumentos para o posicionamento das medidas não tem acompanhado esse desenvolvimento - a precisão dos posicionamentos (leitura 10 m) torna sem sentido a alta precisão das medidas magnetométricas.

Todos os espectrômetros de raios gama para prospecção aeroradiométrica apresentam os fazem uso apenas de 3 canais concomitantes de energia para discriminação das radiações principais (K - U - Th).

A maior parte das companhias de prospecção aerogeofísica representadas no Congresso oferece os seguintes tipos de serviço:

- Levantamento magnético
- Levantamento radiométrico
- Levantamentos eletromagnéticos em geral
- Levantamentos de radiações multiespectrais

Algumas companhias estão desenvolvendo técnicas especiais para medidas aéreas de IP (Scintrex) e para levantamentos geoquímicos por aeronaves (Barringer , Scintrex). Infelizmente, companhias como a Geodata (Grupo TI), Aeroservice (Grupo Litton) e Mcphar não se fizeram representar no Conclave.

Durante a visita às entidades expositoras obtivemos cópias de trabalhos de interesse apresentados em outros congressos e tomamos conhecimento de que a maioria das companhias se dispõem a fornecer cópias de artigos relatando campanhas de prospecção por elas realizadas.





### Sessões Técnicas

Dois salões foram reservados para a exposição dos trabalhos dos congressistas e discussão acerca dos temas apresentados: um deles se destinava exclusivamente a assuntos de sísmica - técnicas de operação e tratamento de dados, enquanto em outro salão se discutiam temas sobre métodos geofísicos de prospecção, ligados mais diretamente à pesquisa mineral . (Vide Programa do Congresso, anexo 4 .)

As sessões compreendiam o horário de 8:45 h/12:00 h e 14:30 h/17:00 h; reservavam-se 30 minutos para apresentação e debates de cada trabalho. Um total de 76 trabalhos foi programado para apresentação.

Os participantes do 3º grupo de estagiários assistiram quase todas as palestras ligadas à pesquisa mineral - algumas horas foram empregadas em visita aos estandes, em contatos, e na assistência de alguns trabalhos de interesse no outro salão ("Shaped charge" por R. Bahia, da Petrobrás, "Large Scale Computers in Exploration", "Modern Processing...", e "Computer enhanced data acquisition methods").

Os trabalhos, apresentados em inglês ou francês, podem ser agrupados em 3 grandes grupos:

- Apresentação de novos instrumentos e de novos métodos de prospecção
- Novos métodos de interpretação
- Resultados de experiências de laboratório e de trabalhos de prospecção.

Foram apresentadas 7 palestras sobre gravimetria e magnetometria, 6 sobre eletro-resistividade (ER), 4 sobre resultados de experiências de laboratório, 3 sobre polarização induzida (IP), 2 sobre métodos magneto-telúricos, 1 sobre perfilagem de poços.

Dois terços dos temas versava sobre fundamentos teóricos de novos métodos de prospecção e interpretação - infelizmente, raras foram as palestras cujo texto inte



38.  
gral fosse distribuído para uma apreciação crítica; além disso, a utilização de apenas 2 idiomas dificultou a exposição dos trabalhos de alguns conferencistas.

De interesse especial para o Convênio, listamos as conferências seguintes:

Patella, D., "A new parameter for the interpretation of Induced Polarization field prospecting (time-domain)", do Osservatorio di Geofisica e Fisica Cosmica - University of Bari, Itália - Neste trabalho, o autor transforma os dados de IP em parâmetros equivalentes aos de eletro-resistividade, tornando mais acessível sua interpretação.

Bertin, J. e Loeb, J., "Hand and computer processing of Induced Polarization transients", da Compagnie Générale de Géophysique, Massy, França - Os autores procuram decompor a curva de "decay" em uma soma de exponenciais, relacionando os coeficientes e as constantes de tempo entre si, à duração da "carga" e às propriedades de polarização dos materiais.

Waeselynck, M., "Magneto tellurics: principle and outline of the recording technique; a case history: results obtained in Europe" - Descrição do método e sua aplicação para resolução de problemas estruturais.

Middleton, R. S., "Airborne Resistivity with E-PHASE<sup>R</sup> for industrial minerals", da Barringer Research Ltd, Canadá - Exposição de nova técnica de mapeamento utilizando medições de resistividade a bordo de aeronaves.

Neumann, R., "High precision in Gravity measurements - recent developments", da Compagnie Générale de Géophysique, Massy, França - Levantamento gravimétrico detalhado (1 000 pontos/km<sup>2</sup>, contornos de 0,01 mgal) para detecção de "cavidades".

St. John, V. P. e Davies, H. L., "Gravity and petrological studies of the Papuan ultramafic belt - a major overthrust of the ocean floor", da British



Petroleum e do Bureau of Mineral Resources, Austrália - Estudo estrutural a partir de mapas gravimétricos.

Marsden, D., "The automatic fitting of a Resistivity Sounding by a geometrical progression of depths" - Utilização do computador para simulação das curvas de distribuição de resistividade das rochas segundo o aumento progressivo da espessura das camadas com a profundidade.

Alfano, L., "A modified geoelectrical proceeding by means of dipole arrays; an example of application to deep explorations", do Instituto di Geofisica Applicata del Politecnico di Milano, Itália - Transformação dos dados de resistividade obtidos com o dispositivo dipolo-dipolo (distância de 15 km) em equivalentes ao arranjo Schlumberger para resolução de problemas estruturais profundos.

Consentino, P. e Ficarra, B., "An electrode arrangement for buried masses prospecting" da Università di Palermo, Itália - Novo arranjo de eletrodos para prospecção de massas intrusivas.

Duprat, A., Golé, F. e Rocroi, J. P., "Examples of automatic processing applied to the interpretation of Electrical Sounding" - Determinação das resistividades e espessuras das camadas através de programas de computador e adaptação "manual" dos resultados obtidos às condições geológicas conhecidas.

Debeglia, N., Gerard, A. e Griveau, P., "Three dimensional interpretation of Magnetic maps by frequency domain techniques", do Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orleans, França - Simulação de Transformadas Fourier dos efeitos magnéticos de modelos estruturais complexos através da justaposição da transformada do efeito de prismas elementares.



### 3. INFORMAÇÕES TÉCNICAS ESPECÍFICAS

#### 3.1. PROCESSAMENTO BÁSICO DE DADOS AEROGEOFÍSICOS

##### 3.1.1. SITUAÇÃO DO PROCESSAMENTO DE DADOS NA PROSPECÇÃO AEROGEOFÍSICA

A prospecção aerogeofísica de reconhecimento, assim como a maioria dos métodos de prospecção geofísica, compreende 4 (quatro) grandes fases:

- FASE DE LEVANTAMENTO
- FASE DE COMPILAÇÃO DOS DADOS
- FASE DE INTERPRETAÇÃO
- FASE DE RECONHECIMENTO DAS ANOMALIAS NO CAMPO

Na primeira fase são projetadas as linhas de vôo, efetuadas as medições geofísicas, e determinadas suas posições exatas no espaço, através de um sistema de navegação adequado.

A fase de compilação compreende duas etapas: a COMPILAÇÃO PRELIMINAR e o PROCESSAMENTO ELETRÔNICO dos dados.

A COMPILAÇÃO PRELIMINAR dos dados é feita no escritório da equipe de campo, e consiste basicamente na análise comparativa dos registros analógicos, digitais e dos relatórios do operador, para a verificação de possíveis falhas de operação, ou de feitos nos instrumentos de medida, registro e navegação. Nesta etapa, o pessoal encarregado assinala nos registros as informações relativas a número de área, local, data, etc.

O PROCESSAMENTO ELETRÔNICO dos dados de uma área é feito em um Centro de Proces



samento especializado, e consiste de uma série de tratamentos matemáticos ( testes, correções, reduções, etc.) a que se submetem os dados do levantamento, para serem finalmente apresentados sob a forma de mapas de isoanomalias.

Na fase de INTERPRETAÇÃO tenta-se, através de métodos qualitativos e quantitativos, delinear feições geológicas a partir das anomalias detectadas.

O RECONHECIMENTO das anomalias compreende trabalhos geológicos e geofísicos de campo nas áreas anômalas, a fim de verificar os estudos interpretativos e colher informações adicionais para as reinterpretações. Tais informações são ainda utilizadas para a programação de outros métodos de prospecção.

### 3.1.2. BREVE RECAPITULAÇÃO DA FASE DE LEVANTAMENTO EM MINAS GERAIS

O Convênio Geofísica Brasil/Alemanha prevê as seguintes etapas de prospecção, em seu objetivo de aumentar o conhecimento dos recursos minerais dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo:

- Levantamento aeromagnético sistemático de reconhecimento em toda a área de pesquisa e estudo aerocintilométrico de áreas de interesse;
- Levantamento aerogeofísico complementar das áreas anômalas, com emprego, inclusive, de métodos eletromagnéticos;
- Estudo das áreas promissoras detectadas nos levantamentos aéreos, através de trabalhos de geologia e geofísica terrestre;
- Cartografia geológica das jazidas.



### Levantamento de Reconhecimento - Programação

Para a consecução da primeira fase, a área de pesquisa foi dividida em diversas áreas de medida, segundo a altitude média configurada nos mapas da USAF - "US Aeronautical Charts". Em cada área de medida estabeleceu-se uma altitude constante de vôo, a fim de que o registro das medidas aerogeofísicas permanecesse dentro de uma determinada faixa de altura de perfilagem. Com base na geologia regional, os valores geofísicos foram registrados em perfis Leste-Oeste distanciados de 2 km, e controlados por medidas em perfis Norte-Sul, separados de 20 km. O planejamento da direção dos perfis de medida se baseia no fato de que a perfilagem deve ser, de uma maneira geral, normal à direção das grandes feições geológicas.

### Medição

O posicionamento dos valores geofísicos é efetuado com o uso concomitante do sistema de navegação Doppler (informações adicionais - item 3.1.6.4.) e da filmagem contínua do terreno sobrevoado. Através do primeiro, é possível determinar a localização de pontos situados abaixo do avião, com precisão de 10 metros; com a filmagem, identificam-se pontos notáveis do terreno, que são comparados em perfis concorrentes, para determinar pontos de cruzamento. Um relógio de quartzo se encarrega de fornecer a hora exata dos registros.

Os valores geofísicos são obtidos através de um magnetômetro de protons (precisão de 1 gama), com medidas a cada segundo, e através de um cintilômetro discriminador de 4 canais (U, Th, K e radiação total), que obtém os valores a cada 2/3 de segundo.

### Registro

O registro dos valores geofísicos e de posicionamento é efetuado de duas maneiras: para o registro digital, utiliza-se uma fita perfurada de 5 canais, onde são gravados o número do perfil, os valores magnetométricos (cada segundo), os valores cintilométricos e a altura de vôo (cada 2/3 de segundo), e os registros síncronos - tempo de registro e coordenadas Doppler (cada 20 segundos); o registro analógico, feito sobre um papel registrador próprio, consiste do traçado contínuo, em diversas cores, dos valores geofísicos, altitude barométrica e altura de vôo, além do registro das marcas fiduciais para controle do tempo. Adicionalmente, a unidade de controle dos registros imprime nos filmes os registros síncronos - tempo de registro e coordenadas Doppler (cada 20 segundos).

### Controle da Variação Diurna

Uma estação em terra, dotada de um magnetômetro de protons, sistemas de registro analógico e digital, e um relógio de quartzo sincronizado ao da aeronave, se encarrega de obter o registro analógico (contínuo) e o registro digital (cada 40 segundos), da variação magnética diurna local.

### Compilação Preliminar

A compilação preliminar dos dados no escritório consiste na verificação dos registros analógicos e digitais, identificação dos registros analógicos, e determinação, nos filmes, dos pontos de cruzamento de perfis concorrentes. Os perfis são a seguir traçados nos mapas de trabalho (escala 1:50.000) e identificado cada ponto de cruzamento detectado, com o tempo de registro e a coordenada Doppler longitudinal (U).

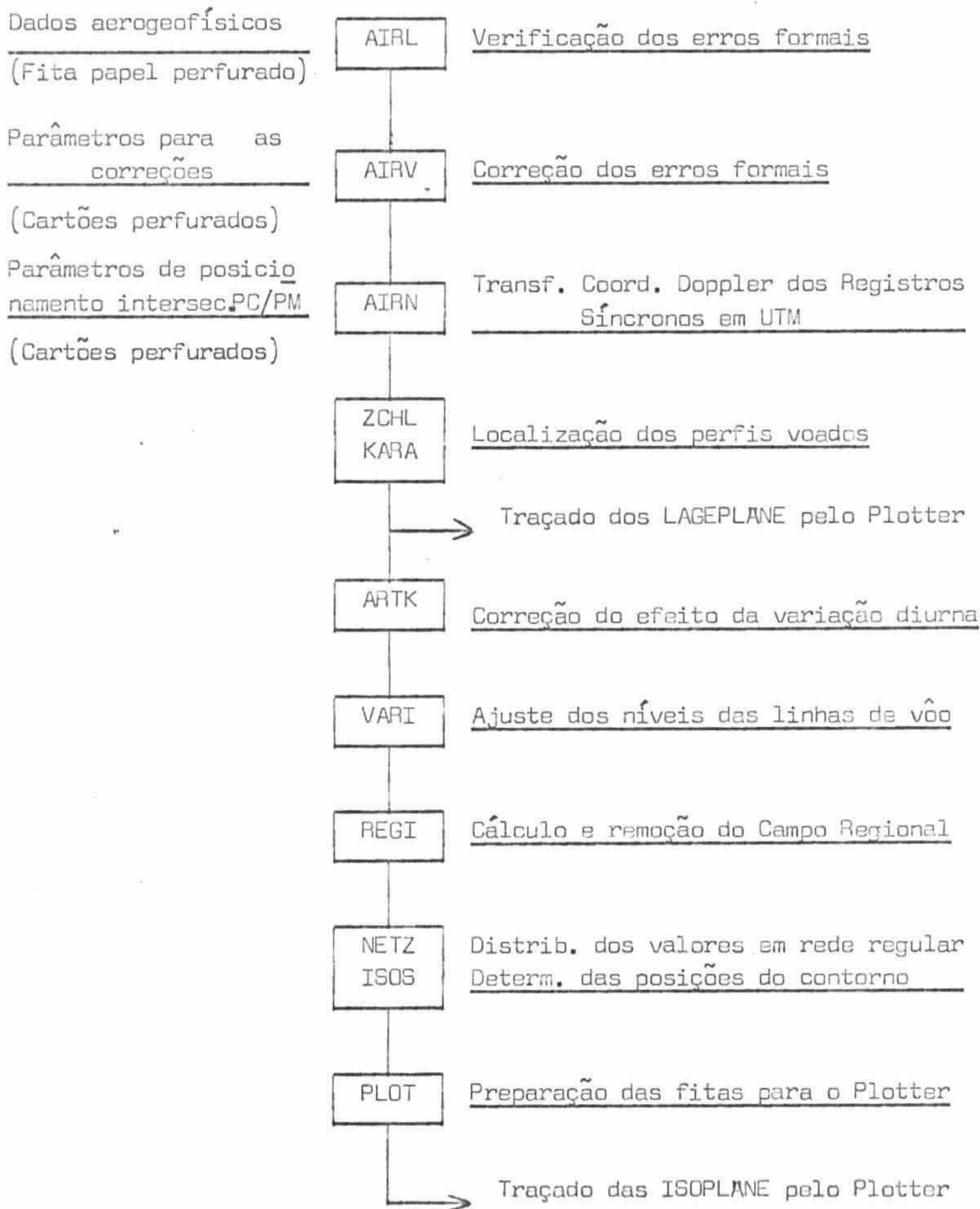


Em caso da existência de mapas topográficos de confiança, são transpostos para o mapa de trabalho a localização das cidades e vilas, e o traçado dos rios e estradas. Ainda no escritório de campo é preenchida a folha de dados para o programa AIRN (ítem 3.1.5. Descrição dos Programas utilizados pela PRAKLA), com o tempo de registro, a coordenada Doppler U e as coordenadas UTM dos pontos de cruzamento de cada perfil.



### 3.1.3. VISÃO GERAL DO PROCESSAMENTO DE DADOS MAGNETÔMETRICOS

Os dados magnéticos e de posicionamento registrados em fita de papel são submetidos a 11 (onze) programas, para que se possa obter os mapas finais de isoanomalias.




No primeiro programa - AIRL - são lidos os dados da fita de papel, e executados testes para a detecção de valores e/ou formatos anômalos. Estes valores e formatos são assinalados no Relatório da Impressora e os dados são gravados em fita magnética.

De posse do Relatório/Impressora, dos "liefferschein" e dos relatórios do operador, o pessoal de escritório identifica os possíveis erros. Os parâmetros para as correções necessárias são lançados em folhas de dados e perfurados os cartões correspondentes.

O segundo programa - AIRV - lê tais cartões e realiza as correções, registrando os resultados em fita magnética. Nesta fase, já se dispõe então de fitas contendo os dados livres de erros formais.

O próximo programa - AIRN - lê em cartões perfurados as informações relativas ao posicionamento dos pontos de interseção dos perfis de medida e de controle. Estas informações são lançadas em folhas de dados ainda no campo pelo pessoal das equipes de levantamento. O programa transforma então as Coordenadas Doppler dos registros síncronos em Coordenadas UTM.

Os programas seguintes - ZCHL e KARA - localizam os perfis voados, para que o plotter possa traçá-los sobre um mapa, onde posteriormente é lançada a planimetria e legendas. Estes mapas (contendo os perfis e a planimetria) são denominados LAGEPLANE.

Os dados são a seguir submetidos ao programa ARTK, que subtrai ponto a ponto os valores do registro da estação terrestre e calcula o valor médio do campo magnético para a área; este valor é então somado às diferenças obtidas.

O programa VARI corrige as discrepâncias magnetométricas nos pontos de interseção dos perfis de medida com os de controle, ajustando os níveis das linhas de vôo.

*Juan*  


O campo geomagnético é calculado e subtraído dos valores atuais através do programa REGI. Os dados obtidos ficam livres do efeito do campo magnético natural, representando então efeitos magnéticos locais e/ou remanentes.

O programa NETZ interpola e distribui os dados em uma rede regular, enquanto que o programa ISOS determina a posição dos contornos.

O programa PLOT prepara a fita magnética para o plotter, que finalmente traça as curvas de isoanomalias. Os mapas contendo essas curvas chamam-se ISOPLANE.

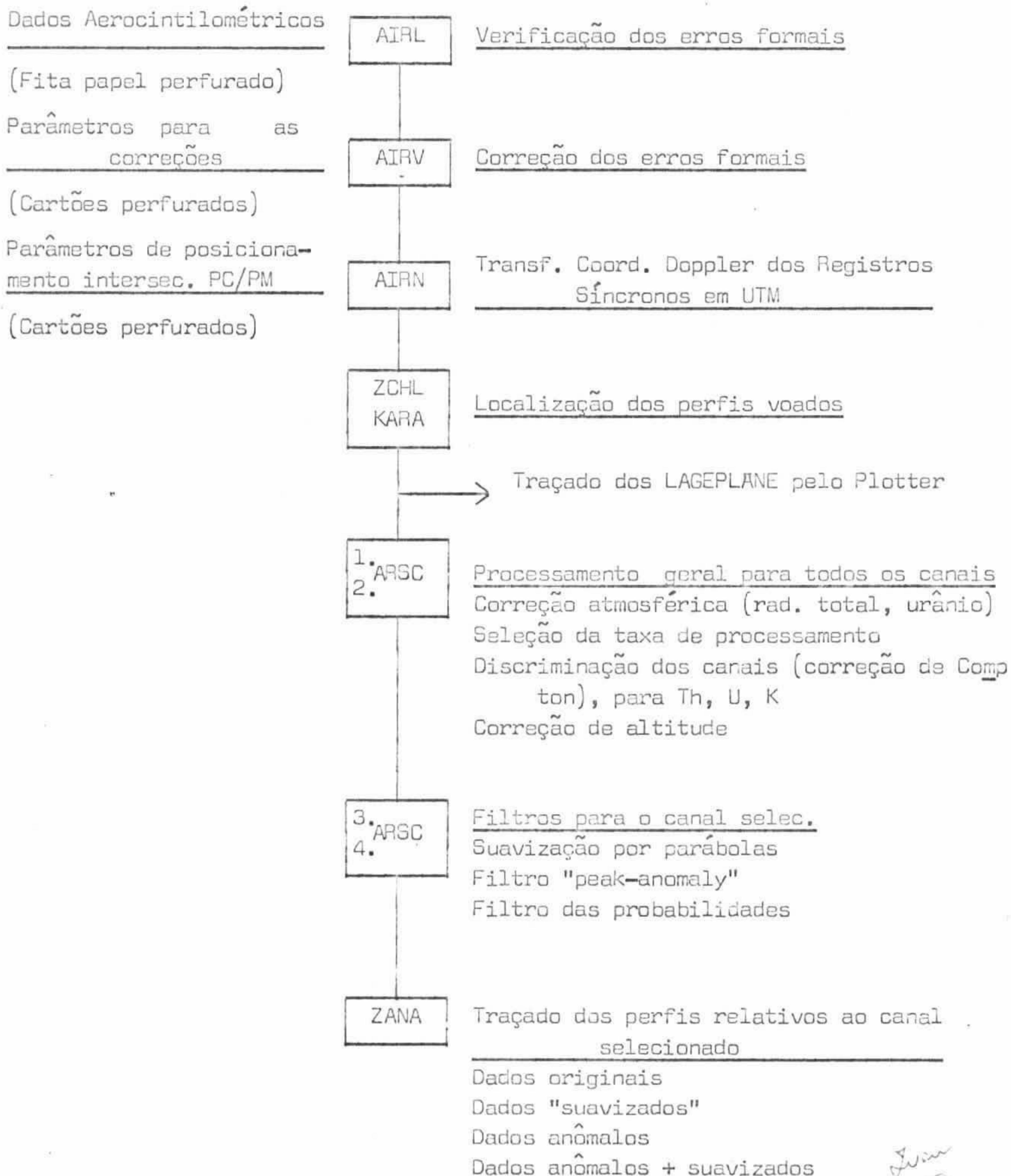
Os mapas finais são compostos com os LAGEPLANE e ISOPLANE através de um sistema Off-set.



### 3.1.4. VISÃO GERAL DO PROCESSAMENTO DE DADOS CINTILOMÉTRICOS

Os dados cintilométricos e de posicionamento são submetidos a 10 programas (Processamento Standard) para que sejam obtidos os perfis relativos a um canal selecionado.

#### Processamento Standard




Existem, além desse Processamento Standard, 7 opções a saber:

- |         |   |  |
|---------|---|--|
| Opção 1 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">         3. ARSC<br/>4.       </div>   | <u>Filtros para outros canais que não o inicialmente selecionado</u>   |
| Opção 2 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">5. ARSC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 30px;">         3. ARSC<br/>4.       </div>   | <u>Filtragem para dois canais selecionados</u><br>(Para qualquer relação aritmética entre eles)                                  |
| Opção 3 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ZANA</div>   | <u>Traçado dos perfis relativos aos canais já selec.</u><br>(Depois de 1. ARSC)  |
| Opção 4 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">VARI</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 30px;">ZANA</div>  | <u>Ajustamento dos níveis para canais selec. e suavizados, usando-se discr. intersec. PM/PC</u><br><br><u>Traçado dos perfis</u> |
| Opção 5 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">VARI</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 30px; margin-bottom: 5px;">NETZ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 30px;">ISOS</div> | <u>Como na opção 4</u><br><br><u>Distrib. dos valores em uma rede regular</u><br><br><u>Determ. das posições de contorno</u>     |
|         | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">→</div>  | <u>Des. dos mapas de contorno para os canais disc.</u>   |
| Opção 6 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">OPÇÃO 5</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 30px;">ZCHN</div>   | <u>Com superposição de "peak-anomaly"</u><br><br><u>Des. das intersec. das linhas de vôo com contornos de "peak-anomaly"</u>     |
| Opção 7 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ZCHN</div>   | <u>Des. das intersec. das linhas de vôo com contornos de "peak-anomaly"</u>  |



Os dados cintilométricos (e de posicionamento) são também submetidos aos cinco primeiros programas que se aplicam aos dados magnetométricos - AIRL, AIRV, AIRN, ZCHL e KARA.

Observe-se que os programas VARI, NETZ e ISOS podem aplicar-se também aos dados cintilométricos (Opção 5).

O conjunto de programas ARSC se destina à discriminação dos canais, correção atmosférica e de altura e à aplicação de filtros aos dados.

Os programas ZCHN, ZANA e opcionalmente PLOT são responsáveis juntamente com as rotinas próprias do plotter, pelo desenho dos contornos e perfis.

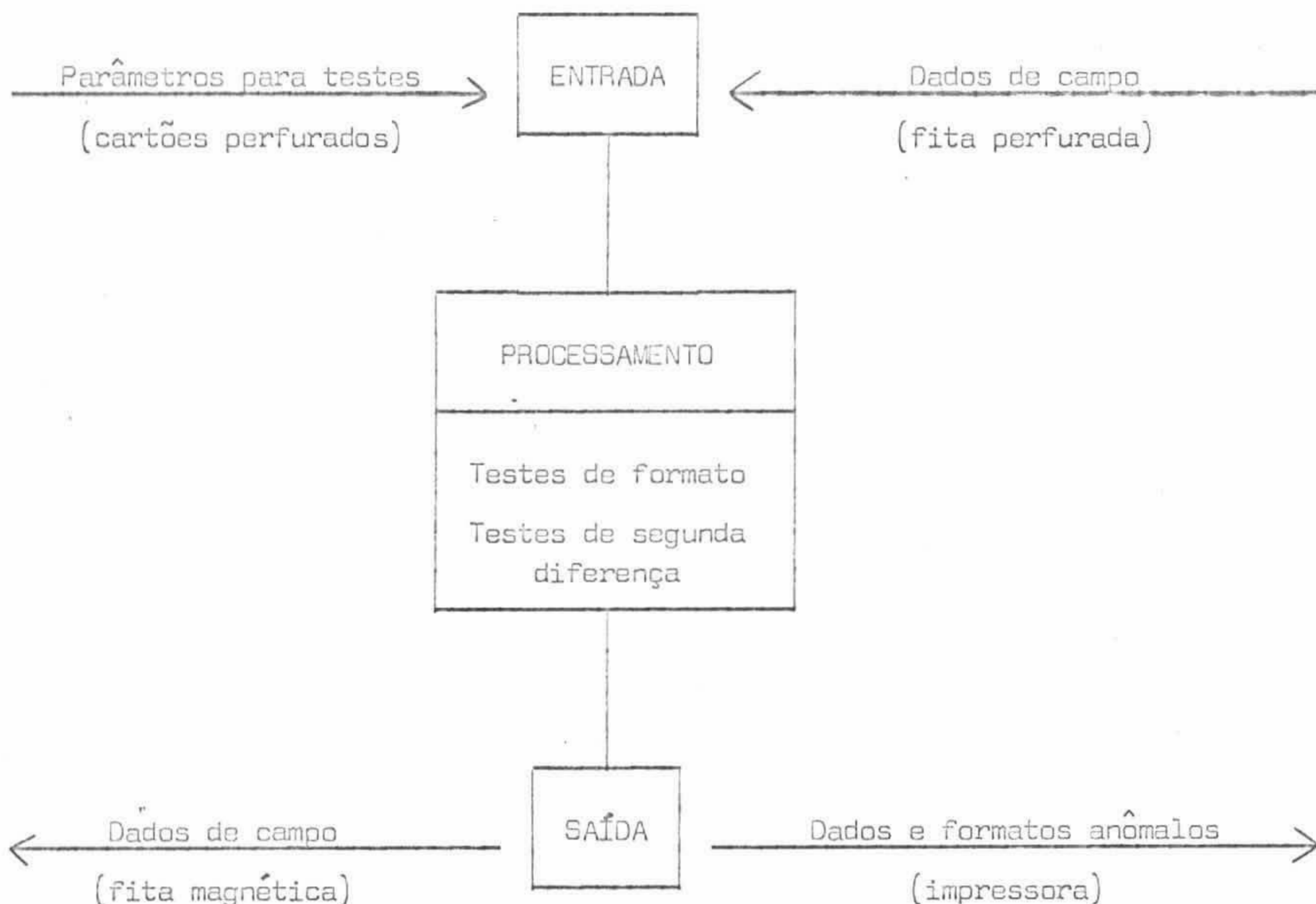
### 3.1.5. DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS UTILIZADOS PELA PRAKLA

Programa AIRL
---------------

Neste programa, é lida a fita perfurada (registro digital dos dados de campo), são feitos testes de segunda diferença para todos os parâmetros registrados (magnéticos, cintilométricos, altura e posicionamento), e testados os formatos de registro. Os valores e formatos discrepantes em relação a tais testes são listados e todos os dados gravados em fita magnética para continuação do processamento. Os parâmetros fixos que controlam os testes de segunda diferença e de formato são alimentados por cartões perfurados.



Pode-se esquematizar o programa da seguinte maneira:



O teste da segunda diferença consiste na comparação da combinação linear (1, -2, 1) de três elementos consecutivos de uma matriz linha, com uma constante. Sendo  $X(i)$ ,  $i = 1, n$  uma matriz linha e  $K$  uma constante prefixada, o teste verifica a existência ou não da seguinte desigualdade:

$$X(i) - 2X(i + 1) + X(i + 2) \leq K, \quad i = 1, n$$

Fazendo-se  $D2X = X(i) - 2X(i + 1) + X(i + 2)$  é evidente que para  $D2X = 0$ , a função  $X = f(i)$  tem por representação num plano cartesiano um conjunto de pontos alinhados, de sorte que o teste verifica a "continuidade" (não no sentido estrito do Cálculo Diferencial) e a suavidade da variação dos dados dos registros como função do tempo (ou do espaço).



Assim sendo, se tivermos uma seqüência de valores magnéticos 24 500, 24 506, 48 000, 24 503, ... o teste detectará o valor 48 000, o qual será assinalado no relatório da impressora juntamente com sua posição.

Os valores de K para as diversas variáveis são função da área de pesquisa, sendo tanto maiores quanto maior a frequência de variação esperada para cada parâmetro de registro.

Os valores de K, usados atualmente em Minas Gerais para os diversos parâmetros de registro, são:

- Zeit (tempo) - D2TI = 0
- Along-track (Coord. Doppler long.) - D2UI = 10
- Across-track (Coord. Doppler transv.) - D2VI = 10
- Valor magnético - D2TK = 20 (5 para estação terrestre)
- Valores cintilométricos - D2K1 = D2K2 = D2K3 = 1
- Altura de vôo - D2HG = 1

Os testes de formato são bastante simples, e comparam o número de valores magnetométricos (TKN) e cintilométricos (SCN) contidos em cada bloco (intervalo entre 2 registros síncronos - tempo, along-track, across-track) com o número determinado para o registro. No nosso caso, como cada bloco deve conter 20 valores magnéticos e 30 cintilométricos, utilizam-se os parâmetros TKAZ = 20 e SCAZ = 30.

Depois de corrido o programa AIRL dispomos de:

- Os mesmos dados contidos anteriormente em fita perfurada, gravados agora em fita magnética.
- Um relatório (impressora), onde estão assinalados os parâmetros de teste, os valores discrepantes e os formatos errados.

O programa AIRL é responsável pela detecção dos erros formais de registro.



Programa AIRV

De posse do relatório informativo dos valores e formatos discrepantes, dos "lieferschein" (controle de remessa dos dados), perfis analógicos e dos relatórios do operador, é possível identificar uma série de erros formais de registro.

A análise dos erros e as correções necessárias são feitas pelo pessoal do escritório; as correções são lançadas em folhas de dados ("steuerkarten"), conforme explicamos detalhadamente no item 3.1.6.1.

As informações contidas nas folhas de dados são perfuradas em cartões. O programa AIRV lê os cartões e performa nos dados as correções necessárias. Os testes da segunda diferença e de formato são novamente executados, e caso haja ainda algum valor e/ou formato anômalo, estes são assinalados na impressora.

Depois que todos os parâmetros e formatos foram corrigidos, o programa grava todos os dados em fita magnética.

O programa AIRV é responsável pela correção dos erros formais de registro. Depois de corrido o programa AIRV, dispomos de fita magnética com os dados ainda brutos mas livres dos erros formais de registro.

Programa AIRN

O programa AIRN transforma as Coordenadas Doppler dos registros síncronos de cada perfil (U e V) em Coordenadas UTM (X e Y).

O pessoal das equipes de campo, de posse dos filmes relativos aos perfis voados, lança estes perfis em mapas (escala 1:50 000) tornando possível, desta forma, a determinação das Coordenadas UTM dos pontos de interseção dos perfis de medida e de controle.



Essas coordenadas, juntamente com as informações de posicionamento Doppler, e da marca síncrona (Zeit) que antecede cada ponto de concurso dos perfis de medida e de controle, são fornecidas, ainda no campo, em folhas de dados. Os cartões perfurados correspondentes constituem a entrada do programa AIRN que assinala com pilações inexatas e transforma as Coordenadas Doppler das marcas síncronas em Coordenadas UTM, através das fórmulas:

$$X_i = X_a + \frac{1}{\Delta U^2 + \Delta V^2} \left\{ (U_a - U_i) \left[ \Delta X \cdot \Delta U + \Delta Y \cdot \Delta V \right] - (V_i - V_a) \left[ \Delta Y \cdot \Delta U - \Delta V \cdot \Delta X \right] \right\} \quad \text{Fórmula (3.1.5.a)}$$

$$Y_i = Y_a + \frac{1}{\Delta U^2 + \Delta V^2} \left\{ (U_a - U_i) \left[ \Delta Y \cdot \Delta U + \Delta X \cdot \Delta V \right] + (V_i - V_a) \left[ \Delta X \cdot \Delta U + \Delta Y \cdot \Delta V \right] \right\} \quad \text{Fórmula (3.1.5.b)}$$

Sendo:

$$\Delta X = X_{a+1} - X_a$$

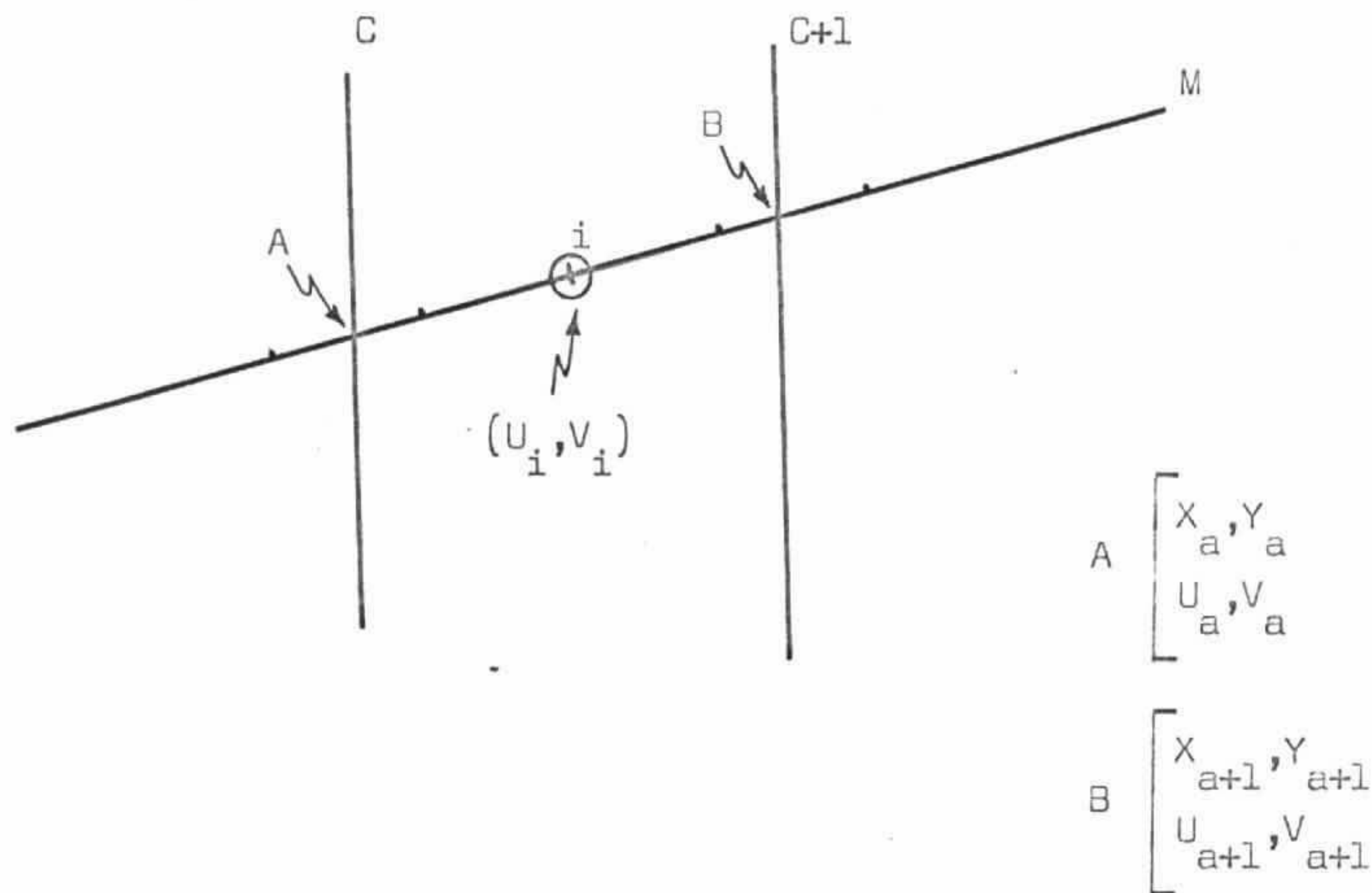
$$\Delta U = U_a - U_{a+1}$$

e

$$\Delta Y = Y_{a+1} - Y_a$$

$$\Delta V = V_{a+1} - V_a$$





$(X_a, Y_a)$ ,  $(X_{a+1}, Y_{a+1})$  - Coordenadas UTM das interseções A e B de um perfil de medida M com dois perfis de controle consecutivos C e C + 1.

$(U_a, V_a)$ ,  $(U_{a+1}, V_{a+1})$  - Coordenadas Doppler dos pontos A e B.

$(U_i, V_i)$  - Coordenadas Doppler de uma marca síncrona i, cujas coordenadas UTM  $X_i$  e  $Y_i$  são calculadas pelas fórmulas (3.1.5.a) e (3.1.5.b).

Para cada perfil, o programa calcula o comprimento, a direção média, a distância média entre 2 marcas síncronas e o máximo deslocamento lateral à direita e à esquerda do rumo de vôo. Um relatório da impressora lista todos estes dados e as Coordenadas UTM de cada marca síncrona. Assinala ainda, para controle dos dados, a discrepância existente entre o intervalo de 2 marcas síncronas consecutivas e a distância média calculada, além do desvio deste trecho em relação à direção média do perfil.

Transformadas em UTM as Coordenadas Doppler de todos os perfis de uma área, o pro



grama calcula ainda o número total de perfis de controle e de medida, e o comprimento total dos perfis em cada área.

O programa AIRN é responsável pela transformação das Coordenadas Doppler das marcas síncronas em Coordenadas UTM.

Programas ZCHL e KARA

Estes programas localizam os perfis voados para que um plotter trace os LAGE PLANE.

Dadas as Coordenadas UTM dos vértices de uma quadrícula, o sistema seleciona os perfis nela contidos assim como as marcas síncronas, conforme o intervalo em que serão numeradas (5 em 5 ou 10 em 10). Além disso, calcula a rede UTM (5 em 5 km) da quadrícula.

Todos estes dados são submetidos a uma opção do programa PLOT que se encarrega de dispor na fita as informações que serão desenhadas pelo plotter: traçado da moldura da quadrícula e dos "meridianos" e "paralelos" UTM inteiros (5 em 5 km) com o respectivo valor; traçado contínuo de cada perfil com seu número, posição das marcas síncronas e identificação destas conforme o intervalo desejado (5 em 5 ou 10 em 10).

Lançam-se posteriormente sobre os mapas desenhados pelo plotter a planimetria e as legendas.

Depois de corridos os programas ZCHL e KARA, dispomos de fitas magnéticas que podem ser alimentadas a um plotter, para que esse desenhe os perfis sobre um plano.



Programa ARTK

O programa ARTK efetua nos dados magnéticos a correção do efeito da variação diurna do campo magnético local.

Esta correção é efetuada com as seguintes operações:

Ordenação dos Perfis Terrestres

Os perfis obtidos na estação terrestre para uma área são ordenados segundo a data de registro, eliminando-se as partes de cada perfil muito perturbadas e/ou não correspondentes aos registros aéreos.

Cálculo do Campo Geomagnético Médio para a Área

Este cálculo é feito da seguinte maneira: o campo médio para um perfil i é obtido por

$$\bar{M}_{(i)} = \sum_{j=1}^n M_{(j)} / n$$

sendo  $M_{(j)}$  os valores magnéticos registrados na estação terrestre durante o sobrevôo do perfil i, e n o número desses valores. O campo médio para a área é dado por

$$\bar{M}_0 = \sum_{i=1}^m \bar{M}_{(i)} / m ,$$

onde m é o número total dos perfis desta área.



### Interpolação dos Valores para a Estação Terrestre

Os valores magnéticos da estação terrestre são registrados a cada 40 segundos; o programa interpola valores intermediários através de parábolas do 2º grau, de forma que se tenha um valor magnético a cada segundo.

Depois desta interpolação, dispõe-se então de uma função  $M_{ET} = g(t)$  que associa um valor magnético (estação terrestre) a cada segundo.

### Correção do Efeito da Variação Diurna do Campo Magnético Local

O programa substitui a seguir os valores magnéticos  $Mu(t)$  registrados a cada segundo durante os sobrevôos por

$$M(t) = Mu(t) - g(t) + \bar{M}_0$$

Observe-se que  $\bar{M}_0$  é uma constante para a área e que as funções  $Mu(t)$  e  $g(t)$  são definidas para um mesmo período de registro.

Evidentemente, não é necessário que as operações sejam feitas nesta ordem; pode-se calcular para cada perfil, a função

$$h(t) = Mu(t) - g(t)$$

e o valor médio (parcial) do campo geomagnético  $\bar{M}_{(i)}$ . Processado o último perfil de uma área, obtém-se o campo geomagnético local  $\bar{M}_0$  da área, que é somado a  $h(t)$ . A função  $h(t)$  é controlada em cada perfil, através da impressão de seus valores máximo e mínimo.



Obs: No levantamento em Minas Gerais os dados das diversas estações terrestres foram referidos ao nível de Belo Horizonte. O valor médio da estação terrestre de Belo Horizonte, calculado com todos os valores registrados entre o período de 04.04.71 - 04.06.71 foi:

$$\text{Valor médio B.H. (1971,5)} = \bar{M}_0 (\text{B.H.}) = 24\,405 \gamma$$

As correções usadas para referir as outras estações ao nível de Belo Horizonte, foram as seguintes:

Ajuste para Estação	=	Estação + Correção	Áreas
Belo Horizonte	=	Belo Horizonte $\pm$ 0 $\gamma$	6 Sul, 8, 9, 13, 14 15, 16, 17, 18
Montes Claros	=	Montes Claros - 57 $\gamma$	2, 4, 7
Poços de Caldas	=	P. de Caldas + 372 $\gamma$	12, 19, 20, 21, 22 23
Araxá	=	Araxá + 159 $\gamma$	5, 6 Norte, 10, 11
Paracatu	=	Paracatu + 63 $\gamma$	1, 3

O programa ARTK corrige os dados magnetométricos do efeito da variação diurna do campo magnético local.



Programa VARI

O programa VARI refere a um mesmo datum todos os valores geofísicos obtidos em uma área de medida.

Devido à impossibilidade de manter um nível de vôo constante em toda a área de medida e de obter um registro da variação diurna do campo magnético nas proximidades de cada perfil, os valores registrados no cruzamento de um perfil de medida e de controle não são exatamente os mesmos em cada um. Através do programa VARI, as discrepâncias existentes nos pontos de cruzamento são corrigidas e todos os valores medidos nos perfis de uma área são referidos a um mesmo datum.

Dado um perfil de medida (ou controle), o programa identifica todos os seus pontos de cruzamento com cada perfil de controle (ou medida). A cada ponto de cruzamento ( $I_{ij}$ ) é atribuído um peso  $P_{ij}$ , calculado através da fórmula

$$P_{ij} = P_{0ij} - P_{1ij} \cdot 0,0005 \quad , \text{ onde}$$

$$P_{0ij} = 1 \text{ (coordenadas da interseção fornecidas ao programa AIRN)}$$

$$P_{0ij} = 1,25 \text{ (coordenadas da interseção calculadas pelo programa VARI)}$$

$$P_{1ij} = \left[ \begin{aligned} &M_{i+2} - M_{i-2} + 2(M_{i+1} - M_{i-1}) + \\ &+ C_{j+2} - C_{j-2} + 2(C_{j+1} - C_{j-1}) \end{aligned} \right]$$

M e C são os valores geofísicos nas vizinhanças do ponto de interseção, nos perfis de medida e controle.

Cada ponto ainda é definido pela sua distância retificada S, medida desde o iní





cio, tanto nos perfis de medida ( $S_i$ ), como de controle ( $S_j$ ).

O erro a ser compensado em cada cruzamento é dado por:

$$E_{ij} = (M_i - C_j)P_{ij} \quad \text{- perfil de medida}$$

$$E_{ji} = (C_j - M_i)P_{ij} \quad \text{- perfil de controle}$$

M e C - Valores geofísicos da interseção

$P_{ij}$  - Peso da interseção

Obtidos todos os erros E e as distâncias retificadas S dos pontos de interseção de um perfil de medida (ou controle), ajusta-se, por mínimos quadrados, uma reta de coeficientes A e B (D e F) a estes parâmetros.

$$E(S_i) = A + B.S_i \quad \text{- perfil de medida}$$

$$E(S_j) = D + F.S_j \quad \text{- perfil de controle}$$

Os valores geofísicos na interseção são corrigidos por:

$$\bar{M}(S_i) = M(S_i) + (A + B.S_i) \quad \text{- perfil de medida}$$

$$\bar{C}(S_j) = C(S_j) + (D + F.S_j) \quad \text{- perfil de controle}$$

Com os valores atuais, repete-se o processo por dez vezes, acumulando-se os valores de A e B (D e F) encontrados.

Todos os valores de cada perfil da área são finalmente corrigidos por:

$$M_1(s) = M(S) + (\bar{A} + \bar{B}.S) \quad \text{- perfil de medida}$$

*Juan*



$$C_1(S) = C(S) + (\bar{D} + \bar{F} \cdot S) \quad - \text{perfil de controle}$$

$$\bar{A} = \Sigma A \quad (\bar{D} = \Sigma D)$$

$$\bar{B} = \Sigma B \quad (\bar{F} = \Sigma F)$$

S = distância do ponto de registro ao início do perfil

O erro residual  $\Delta E$  em cada interseção é distribuído nas vizinhanças do cruzamento de cada perfil por uma curva de Gauss, de tal modo que:

$$1/2 \cdot \Delta E_M = -1/2 \cdot \Delta E_C$$

$\Delta E_M$  - erro residual para perfil de medida

$\Delta E_C$  - erro residual para perfil de controle

Para controle dos dados, um Relatório da Impressora apresenta duas listagens: a primeira assinala os pontos de cruzamento de cada perfil com suas Coordenadas - UTM, a discrepância existente, o coeficiente de ponderação, os valores geofísicos e a marca síncrona referente ao ponto de cruzamento; a segunda listagem assinala as correções efetuadas em cada interseção, o valor acumulado dos coeficientes da reta, o valor ajustado do cruzamento no perfil de medida e o erro residual.

Deve-se notar a impraticabilidade de referir os valores geofísicos pertencentes a áreas de diferentes altitudes de vôo ao mesmo datum - o processo matemático é bastante complexo ("upward-downward continuation"), requer um trabalho muito demorado do computador, e os resultados não se tem mostrado satisfatórios, pela criação de anomalias fictícias.

Através do programa VARI, todos os valores geofísicos obtidos em uma área de medida são referidos a um mesmo datum.



Programa REGI

O programa REGI calcula e separa o Campo Regional dos valores magnéticos registrados.

Existem duas opções para calcular o campo geomagnético: a primeira ajusta, pelo método dos mínimos quadrados, um campo linear ou quadrático aos valores medidos, enquanto que no segundo caso os coeficientes das equações já estão definidos empiricamente através de medidas efetuadas em todo o globo por instituições científicas.

A PRAKLA utiliza a segunda opção, através de um programa (escrito em Fortran), feito pelo "US Coast and Geodetic Survey", que fornece todos os elementos do campo geomagnético para uma determinada posição (latitude, longitude e altitude) em um dado ano.

Para Minas Gerais, calcularam-se os valores do campo magnético para o ano de 1971, 5, nos vértices das quadrículas de  $0,5^{\circ}$  de dimensão, a uma altitude de 1 200 m.

O programa REGI ajusta uma superfície do segundo grau para estes valores (pelo método dos mínimos quadrados), e para cada área levantada, desloca essa superfície para uma posição equivalente à altura de vôo. Temos então uma função  $M_0 = f(x,y)$  que associa um valor do campo magnético a cada ponto  $(x,y)$ .

As Coordenadas UTM correspondentes aos valores magnéticos registrados nos perfis da área em questão são interpoladas linearmente entre os valores calculados pelo programa AIRN, estabelecendo-se a correspondência:

$$M_1 = g(x,y)$$

Segue-se o cálculo da função

$$M(x,y) = g(x,y) - f(x,y)$$



que representa os resíduos magnéticos já associados a suas Coordenadas UTM (X,Y).<sup>.64.</sup>

O programa REGI calcula e separa o campo geomagnético regional, de modo que se obtenham valores magnéticos relacionados a efeitos locais e/ou remanentes.

### Programa NETZ

O programa NETZ distribui os valores medidos (magnetométricos ou cintilométricos) em uma rede regular.

Utiliza-se normalmente uma rede quadrada definida pelas direções NS e EW verdadeiros, e cuja dimensão depende do grau de detalhe desejado. O programa oferece duas opções para a distribuição:

#### Círculo de Influência

Para calcular o valor correspondente a um determinado nó da rede, considera-se um círculo de influência com centro neste nó. O valor atribuído será a média ponderada de todos os valores contidos no círculo, com coeficientes proporcionais às distâncias entre a posição de cada valor e o centro do círculo. (Vide anexo 5.)

#### Interpolação Parabólica

Considera-se que o maior gradiente dos valores esteja na direção dos perfis de medida. Dada uma linha da rede, normal à direção planejada dos perfis de medida, determinam-se os valores geofísicos nas interseções desta linha com três perfis de medida. Os valores dos nós da rede são então atribuídos segundo a equação da parábola do 2º grau que melhor defina (método dos mínimos quadrados) os valores das interseções. Este processo é repetido para todas as interseções des

ta linha com os perfis de medida, assim como em todas as linhas da rede, normais à direção planejada dos perfis de medida. (Vide anexo 6.)

Programa ISOS

Distribuídos os valores geofísicos em uma rede regular, o programa ISOS determina a posição dos contornos desses valores, segundo o intervalo desejado.

Dados 2 nós consecutivos na direção EW ou NS o programa interpola os valores geofísicos entre estes nós, seleciona os valores que serão contornados e identifica suas coordenadas; este processo é repetido em toda a rede até que se determinem os contornos contidos em cada quadrícula. Matematicamente, o procedimento corresponde à determinação numérica das equações  $f(x,y) = K$ , das curvas de isoanomalias e/ou isoradiação total.

Observe-se que o programa se aplica a qualquer distribuição de dados em uma rede regular.

O programa ISOS calcula a posição dos contornos na rede.

Programa PLOT

O programa PLOT prepara os dados das fitas magnéticas (saídas do ISOS), para que um plotter trace os mapas de isoanomalias magnéticas ou de isoradiação total (ISOPLANE).

Dadas as Coordenadas UTM dos vértices de uma quadrícula, o sistema seleciona os contornos nela contidos e prepara uma fita magnética contendo todas as instruções para o comando do plotter: traçado dos contornos, identificação dos pontos com valores máximos e mínimos relativos, identificação dos contornos segundo



intervalos estabelecidos, marcação dos vértices da quadrícula e dos "meridianos" e "paralelos" UTM inteiros (5 em 5 km), etc.

Programas 1./2. ARSC

Tais programas submetem os valores cintilométricos às seguintes reduções e correções:

- Eliminação das Radiações Cômicas - Apesar de possuírem direções preferenciais de medida, os cristais do cintilômetro registram parte da radiação atmosférica. O procedimento recomendado para diminuir essa influência é o de medir a radiação cômica para cada canal de energia no início e no fim dos trabalhos de cada dia, em um mesmo perfil voado, ou sobre área de pouca radiatividade, ou ainda a grande altura; os valores médios desses registros para cada área devem ser subtraídos dos valores diários de produção:

$$N_K^c = N_K - KOSK$$

$$N_U^c = N_U - KOSU$$

$$N_T^c = N_T - KOST$$

Sendo:

$N_i$  = Valor medido

$KOS_i$  = Correção atmosférica média

- Taxa de Processamento - Para maior resolução, os valores de radiação foram obtidos em Minas Gerais a cada 2/3 de segundo (correspondendo a medidas a cada 45 metros do terreno). Conforme o grau de detalhe desejado, esses valores são agrupados para atribuir medidas a cada múltiplo inteiro de segundo.

- Discriminação das Radiações (Correção de Compton) - Uma determinada janela de energia do cintilômetro registra as radiações provenientes da desintegração de todos os elementos cujo espectro englobe esta faixa energética. O cintilômetro utilizado registra três faixas de energia nominalmente conhecidas como canal de K (1,46 MeV), U (1,76 MeV - Bi<sup>214</sup>) e Th (2,62 MeV - Tl<sup>218</sup>). Para discriminação das radiações, a PRAKLA utiliza um sistema normal de 3 equações:

$$\begin{aligned} N''_T &= f_{TT} N^*_T + f_{TU} N^*_U + f_{TK} N^*_K \\ N''_U &= f_{UT} N^*_T + f_{UU} N^*_U + f_{UK} N^*_K \\ N''_K &= f_{KT} N^*_T + f_{KU} N^*_U + f_{KK} N^*_K \end{aligned}$$

Os coeficientes ( $f_{ij}$ ) desse sistema, determinados experimentalmente em laboratório para o cintilômetro utilizado, são os seguintes:

$f_{TT} = 1$	$f_{UT} = - 0,294$	$f_{KT} = - 0,286$
$f_{TU} = - 0,062$	$f_{UU} = 1$	$f_{KU} = - 0,735$
$f_{TK} = 0$	$f_{UK} = 0$	$f_{KK} = 1$

Observe-se que:

- $N''_i$  - Contagem discriminada
- $N^*_i$  - Valor medido com correção atmosférica
- $f_{ij}$  - Constantes
- $i = T, U, K$
- $j = T, U, K$

- Redução da Altura de Vôo - Todos os valores já discriminados são referidos a um datum (altura constante sobre o terreno) através da seguinte fórmula:



$$N_i''' = N_i'' e^{C_i (H_{\text{voo}} - H_{\text{datum}})}$$

$H_{\text{datum}}$  = 150 metros sobre o terreno

$C_i$  - determinados por calibração do aparelho em laboratório:

$$C_T = 0,005935$$

$$C_U = 0,007219$$

$$C_K = 0,007986$$

Programas 3./4. ARSC

Nesta etapa, os valores, já reduzidos e corrigidos, são submetidos a uma série de operações para separação do campo regional (background), identificação de anomalias e representação dos resultados sob várias formas - contagens, densidade superficial de radiação e concentração aparente.

- Separação do Campo Regional - Para os resultados obtidos em Minas Gerais, a PRA KLA considera como campo regional, a parábola do 2º grau que melhor se ajusta a 80 valores consecutivos de radiação ("Smoothing by parabola").

- Identificação de anomalias - Dois critérios são utilizados para a pesquisa e identificação de anomalias: em uma primeira etapa o programa procura determinar as radiações que ultrapassem o background de um determinado valor (p. ex. 30% - "Peak-anomaly filter"); em seguida, verifica a extensão dessa anomalia, considerando-a significativa a partir de um número fixo de valores consecutivos - no caso de Minas Gerais, 2 valores ("Probability filter").

*Sum*  




- Representação dos Resultados - A PRAKLA, além de apresentar mapas com contornos de isoradiação, converte os valores de radiação das anomalias para representá-los sob a forma de densidade superficial ( em micro Curie/m<sup>2</sup>) ou de concentração aparente - equivalente em Urânio (gramas/tonelada).

$$DS_i = N_i^{***} \times KAR_i$$

$$CA_i = N_i^{***} \times Eq_i$$

Estudos de laboratório determinaram os seguintes valores para as constantes:

KART = 0,07860 $\mu Ci/m^2$	EqT = 0,0349 x 10 <sup>-6</sup> g/t
KARU = 0,12273 $\mu Ci/m^2$	EqU = 0,0545 x 10 <sup>-6</sup> g/t
KARK = 0,25232 $\mu Ci/m^2$	EqK = 0,1121 x 10 <sup>-6</sup> g/t

Programas ZANA e ZCHN

Estes programas - aplicáveis aos dados cintilométricos, são responsáveis (juntamente com as rotinas próprias do plotter) pelo desenho de perfis relativos a um canal selecionado e das interseções dos contornos das anomalias com as linhas de vôo, respectivamente.



Obs: Devido à importância do posicionamento das medições, apresentamos, como a pên-dice deste relatório, um estudo sobre o Sistema de Navegação Doppler.



### 3.1.6. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

#### 3.1.6.1. SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO DSY - 1G

A PRAKLA desenvolveu um sistema de programação próprio para o processamento de dados aerogeofísicos, denominado DSY - 1G. Ocupando cerca de 6 k da memória do computador, cada programa foi codificado em linguagem COMPASS (correspondente ao ASSEMBLER da IBM), o que dificulta seu acesso a pessoas não familiarizadas com linguagens de baixo nível.

Para a utilização de cada programa são necessários apenas os dados do levantamento, e os parâmetros a aplicar, perfurados em cartões segundo uma folha de dados específica. As instruções detalhadas ficam embutidas na memória do computador, que executa as operações necessárias.

Os dados do levantamento dão entrada inicialmente em fita de papel, são transcritos para fita magnética e, conforme a necessidade, cada etapa do processamento pode ser gravada em fita magnética, perfurada em fita de papel, impressa em relatórios ou armazenada em disco.

A folha de dados compreende 80 colunas, agrupadas em 15 campos numerados (anexo 7). O campo nº 1 não é utilizado. O campo 2 do 1º cartão de cada programa é empregado para controle das unidades de saída, onde os dados serão dispostos; o 3º campo do 1º cartão leva o nome do programa utilizado, enquanto o campo 15 se encarrega da numeração dos cartões.

Os cartões seguintes utilizam os campos de 3 a 14 para denotar os parâmetros e dados de cada programa; o campo 15 continua a numeração sequencial. O fim de cada programa é assinalado ainda no campo 15 do último cartão, através da marca \$.

Caso haja interesse em transcrever determinada fase do processamento a partir dos dados gravados em disco para fita magnética, fita de papel, ou vice-versa, utilizam-se dois programas escritos especialmente para este fim : EING e AUSG.

A título de exemplo apresentamos a seguir os principais erros formais de registros (detectáveis pelo AIRL), a maneira de identificá-los, suas causas, e o modo de preencher a folha de dados (steuerkarten) para que o programa AIRV, utilizando os cartões correspondentes, possa efetuar as correções.

ERRO 1 : NÚMERO DE PERFIL ERRADO

Identificação : Assinalado no Relatório do Operador e no Lieferschein.

Causas : Falha do operador, defeito da perfuradora, repetição de perfil.

Correção : Preencher Steuerkarten campos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 14 e 15 como se segue:

campo 2 = Preencher a coluna 3 com a letra A para o primeiro perfil a ser corrigido de uma área; a coluna 4 deve sempre ser preenchida com a letra A.

campo 3 = Colunas 5 a 8 - nome do programa - AIRV.

campo 4 = Colunas 10 a 14 - data do vôo.

campo 6 = Colunas 23 a 26 - número do perfil a ser corrigido.

campo 7 = Na coluna 32, o número de ordem do perfil a ser corrigido. Quando existe só um perfil cujo número deva ser modificado, devemos usar o número de ordem 1. Caso tenhamos dois ou mais perfis com o mesmo número e o de ordem n é o correto devendo ter contudo seu número modificado, usa-se o número de ordem n na coluna 32.

campo 8 = Colunas 35 a 38 - o novo número que deverá ter o perfil.

campo 14 = Deverá conter o número 1 na coluna 74, caso haja outras correções no perfil.

*Juan*

campo 15 = Coluna 75 - colocar um sinal \$ indicando fim da identificação do perfil e caso não haja outras correções indicará final de correções para este perfil.

Obs: Quando existem vários perfis com o mesmo número e, somente um deles é válido, deve-se informar seu número de ordem. Para tanto preencher steuer karten como descrito, usando para os campos 6, 7 e 8 o seguinte:

campo 6 = Número do perfil.

campo 7 = Número de ordem do perfil válido.

campo 8 = Repete-se o número do perfil.

Exemplo : Vide anexo 7.

#### ERRO 2 : TRECHO DE PERFIL COM VALORES ERRÁTICOS OU SEM EFEITO

Identificação : Assinalado no Relatório do Operador e no Lieferschein.

Causas : Perfil cortado devido a registro com mau tempo, com magnetômetro ou sistema Doppler defeituoso, anomalias com valores acima do intervalo normal da faixa de registro do magnetômetro, repetição do trecho de um perfil.

Correção : Para este tipo de correção, temos que levar em consideração tratar-se sempre de uma linha revogada. Então, trechos de dois ou mais perfis deverão ser considerados sem efeito e as partes válidas aproveitadas.

caso a : Parte válida - do início do registro até um determinado bloco. Preencher Steuerkarten campos 2, 3, 4, 6, 10, 14 e 15.

campos 2, 3, 4, 6 = Identificação do perfil, como no caso anterior.

campo 10 = Escrever nas últimas colunas do campo o número de ordem do último bloco válido.



campos 14 e 15 = Identificação do perfil, como no caso anterior.

caso b : Parte válida - de um determinado bloco até o fim do registro.

Preencher Steuerkarten campos 2, 3, 4, 6, 9, 14 e 15.

campos 2, 3, 4, 6, 14 e 15 = Identificação do perfil, como no caso 1.

campo 9 = Escrever nas colunas 43/44 , o bloco válido inicial.

caso c : Parte válida - trecho no interior de um perfil. Preencher steuerkarten campos 2, 3, 4, 6, 9, 10, 14 e 15.

Obs: Quando se tratar de um número pequeno de correções no interior de um perfil (aproximadamente 10 blocos), devido uma anomalia com valores acima do "reset" do magnetômetro, introduzir por meio do Steuerkarten os valores corretos. Esta introdução se faz como no caso 4.

Exemplo : Vide anexo 7.

### ERRO 3 : UM VALOR MAGNETOMÉTRICO DISCREPANTE DENTRO DO BLOCO

Identificação : Assinalado no relatório (Saída do AIRL), por uma seta e pelo número de ordem do valor dentro do bloco.

Causas : Registrador do magnetômetro defeituoso, ruídos (registrador, perfuradora, "broadcastings") - aparecimento de letras na fita perfurada, inflexões na curva de registro.

Correção : Preencher Steuerkarten campos 2, 3, 4, 6, 14 e 15 para a identificação do perfil e, a seguir campos 4, 8, 9, 10 e 15 para a correção.

campo 4 = Número do bloco.

campo 8 = Número de ordem do valor dentro do bloco, antecedido do sinal menos (-).



campo 9 = Novo valor magnetométrico.

campo 10 = Caráter \$, indicativo de final de correção de bloco.

campo 15 = Colocar o caráter \$ na coluna 75 se for a última correção do perfil.

Exemplo : Vide anexo 7

ERRO 4 : VÁRIOS VALORES MAGNETOMÉTRICOS DISCREPANTES DENTRO DE UM BLOCO

Identificação : Assinalado no relatório (Saída do AIRL), por uma seta e pelos números de ordem dos valores dentro do bloco.

Causas : Registrador do magnetômetro defeituoso, ruídos, inflexão na curva de registro.

Correção : Preencher Steuerkarten como se segue: para identificação do perfil campos 2, 3, 4, 6, 14 e 15, como nos casos anteriores. Preencher em seguida campos 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14; tendo outros dados, continuar no cartão seguinte a partir do campo 3; o campo seguinte ao último preenchido com dados, preencher com o caráter \$ indicativo de final de correção para o bloco e em seguida campo 15.

campo 4 = Colunas 13 e 14 - número do bloco.

campo 8 = Colunas 36 a 38 - número de ordem do valor no bloco precedido do sinal menos.

campo 9 = Colunas 40 a 44 - novo valor magnetométrico.

campo 10 = Colunas 48 a 50 - número de ordem do valor no bloco precedido do sinal negativo.

campo 11 = Colunas 52 a 56 - novo valor magnetométrico.

campo 12 = Formato igual ao campo 8.

campo 13 = Formato igual ao campo 9.



- campo 14 = Formato igual ao campo 8.
- campo 3 = Colunas 4 a 8 - novo valor magnetométrico.
- campo 4 = Formato igual ao campo 8.
- campo 5 = Formato igual ao campo 9.
- campo penúltimo = Formato igual ao campo 8.
- campo último = Formato igual ao campo 9.
- campo seguinte ao último com valor magnetométrico corrigido = Preencher a última coluna do campo com o caráter \$ indicativo de final de correção de bloco.
- campo 15 = Coluna 75 caráter \$ indicativo de final de correção no perfil se for o caso.

Exemplo : Vide anexo 7.

ERRO 5 : MAIS DE VINTE (20) VALORES MAGNETOMÉTRICOS EM UM BLOCO

Identificação : Assinalado no relatório (Saída do AIRL).

Causas : Letras entre os valores numéricos, dois sinais + consecutivos, falta de um ponto depois de um registro síncrono.

Correção : Suponha-se o caso em que temos 21 valores no bloco, sendo que a listagem no relatório, indica que o de número de ordem n é branco. Para suprimi-lo, identifica-se inicialmente o perfil (vide ERRO 3), e a seguir preenche-se Steuerkarten campos 4, 8, 9, 10 e 15.

campo 4 = Colunas 13 e 14 - número do bloco.

campos 8 e 9 = Colunas 37/38 e 43/44 o número de ordem do valor dentro do bloco precedido do sinal menos.

campo 10 = Coluna 50 - caráter \$ indicativo de final de correção no bloco.



campo 15 = Coluna 75 - preencher com o caráter \$ se for a última correção do perfil. .76.

Exemplo : Vide anexo 7.

ERRO 6 : MENOS DE VINTE (20) VALORES MAGNETOMÉTRICOS EM UM BLOCO

Identificação : Assinalado no relatório (Saída do AIRL) por uma seta.

Causas : Primeiro e último blocos (evento normal), aparecimento de um ponto no interior de um bloco.

Correção : Para se retirar um ponto do interior de um bloco, preenche-se inicialmente Steuerkarten com identificação do perfil e, em seguida campos 4, 8 e 15.

campo 4 = Colunas 10 a 14 - 10000 + número de ordem do bloco.

campo 8 = Caráter \$.

campo 15 = Como nos casos anteriores.

Exemplo : Vide anexo 7.

ERRO 7 : APARECIMENTO DE UM "SP" (INDICATIVO DE FIM DE PERFIL) NO INTERIOR DE UM PERFIL OU CASO DE FITA RASGADA

Identificação : Aparecimento no relatório (Saída AIRL) de um perfil com número não válido (10001), cuja primeira marca de tempo é sequência do perfil anterior.

Causas : Defeito da perfuradora, descuido no manuseio da fita.





**Correção** : É suficiente completar o bloco com os valores magnetométricos e fazer a ligação dos perfis como se segue: preencher Steuerkarten campos 2, 3, 4, 6, 7, 8, e 15.

campos 2, 3, 4 = Como no caso nº 1.

campo 6 = Número do último perfil (10001).

campo 7 = Colunas 31/32 - preencher com -1.

campo 8 = Colunas 35 a 38 preencher com o número do perfil com o qual se liga o inscrito no campo 6.

campo 15 = \$ indicando final de correção no perfil.

**Exemplo** : Vide anexo 7.

ERRO 8 : APARECIMENTO DE QUARENTA (40) OU MAIS VALORES MAGNETOMÉTRICOS  
EM UM BLOCO

**Identificação** : Assinalado no relatório (Saída do AIRL).

**Causas** : Defeito da perfuradora (falta de um ponto depois de um registro síncrono).

**Correção** : Acrescentar o ponto após o 20º valor magnetométrico, efetuar ou tras correções se necessárias. Preencher Steuerkarten inicialmente identificando o perfil, após isto campos 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

campo 4 = Número do bloco.

campo 8 = Colunas 36 a 38 preencher com -20.

campo 9 = Valor magnetométrico correspondente ao 20º valor.

campo 10 = Colunas 45 a 50 - preencher com o número -10000 .

campos 11, 12 e 13 = Valores dos registros síncronos.

campo 14 = Coluna 74 - \$ indicando final de correção no bloco.



campo 15 = Coluna 75 \$ se final de correção para o perfil.

Exemplo : Vide anexo 7.

ERRO 9 : VALOR DISCREPANTE DE UMA DAS VARIÁVEIS DO REGISTRO SÍNCRONO

Identificação : Assinalado no relatório (Saída do AIRL).

Causa : Defeito da perfuradora.

Correção : Preencher Steuerkarten com identificação do perfil e em seguida campos 4, 5, 6 e 7 com respectivamente número do bloco e os valores dos registros síncronos corretos.

Exemplo : Vide anexo 7.

ERRO 10 : VALORES DISCREPANTES DE U E V NO BLOCO FINAL DE REGISTRO DE UM PERFIL

Identificação : Assinalado no relatório (Saída do AIRL), por meio de seta os valores de  $U_i$  e  $V_i$ .

Causa : São registrados os complementos de  $U_i$  e  $V_i$ , uma vez que o navegador forneceu ao Sistema Doppler novos valores para o perfil seguinte e o operador não desligou o registrador.

Correção : Suprime-se o bloco final de registro. Preencher Steuerkarten, identificando o perfil (se necessário) e em seguida campos 4, 5 e 15.

campo 4 = Preencher com o número (100000 + n° do bloco com  $U_i$  e  $V_i$  ano malo).



campo 5 = \$ final de correção no bloco.

campo 15 = \$ final de correção no perfil.

### 3.1.6.2. FORMATO DA FITA MAGNÉTICA (DADOS AEROGEOFÍSICOS) USADO PELA PRAKLA

#### Dados Técnicos sobre a Fita

Nº de trilhas - 7  
Largura - 1/2 polegada  
Densidade - 800 BPI

#### Representação dos Caracteres

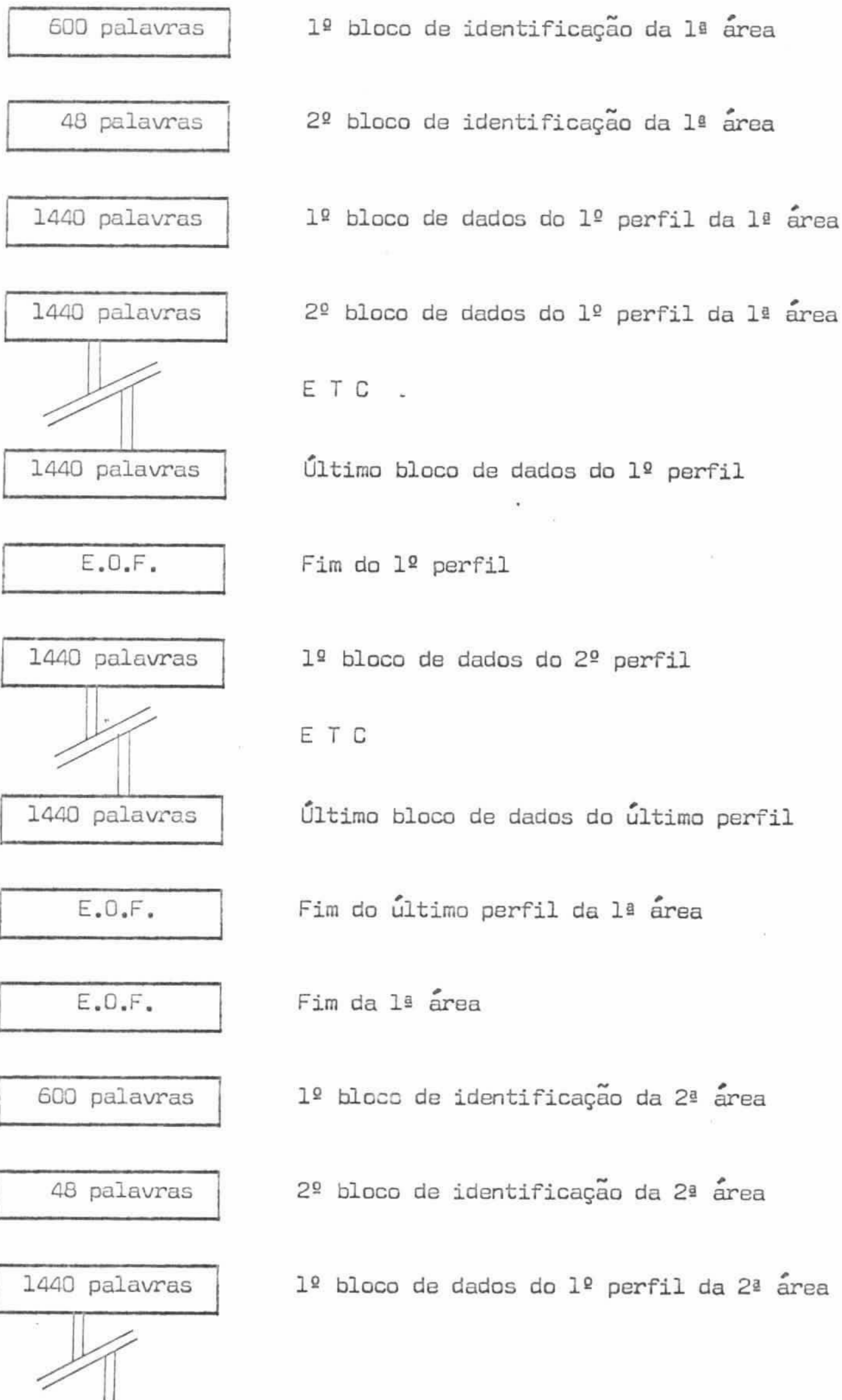
A palavra se compõe de 24 bits (4 colunas); palavras duplas são utilizadas para a representação de valores de ponto flutuante - nos bits de 0 a 35 temos a mantissa  $m$  ( $1/2 \leq m < 1$ ) e nos bits de 36 a 46, a característica  $c$ . O bit 47 é utilizado para o sinal. Quando o expoente  $E \geq 0$ ,  $c = 2\ 000_8 + E$ , e no caso de  $E < 0$ ,  $c = 1\ 777_8 + E$ .

#### Organização do Conteúdo da Fita

Em cada fita pode ser gravada mais de uma área. O fim de cada área é assinalado por duas marcas de E.O.F. (End-of-file) e o fim de cada perfil por uma marca de E.O.F. No início de cada área temos 2 blocos de identificação compostos de 600 e 48 palavras respectivamente. Os dados de um perfil são gravados em vários blocos de 1 440 palavras. Após a marca E.O.F. de fechamento da última área da fita, segue-se ainda um bloco de identificação de 600 palavras.



FORMATO ESQUEMÁTICO DA FITA MAGNÉTICA



*Handwritten signature*

Representação dos Blocos Isolados

1º Bloco de Identificação - 600 palavras

<u>Palavras</u>	<u>Conteúdo</u>	
0- 1	Expressão DIGMAG	
2	Número da fita (ponto fixo)	
3- 6	Conteúdo variável	
7	Número do projeto a que está vinculada a área	
8	Número da área	
9	Conteúdo variável	
10	Quantidade de palavras seguintes do bloco	
11	Número da missão	] da 1ª área desta fita
12	Número da área	
13	Número de perfis	
14	Idem	] da 2ª área desta fita
15		
16		
17	Idem	] da 3ª área desta fita
18		
19		
20	Idem, sucessivamente	
21		
22		
até		
600		

*Handwritten notes:*  
 2/11/70  
 14

2º Bloco de Identificação - 48 palavras

<u>Palavras</u>	<u>Conteúdo</u>
0- 1	Expressão AIRBAS
2	Número do projeto
3-10	Nome do projeto
11-16	Branco
17	Número total de perfis de controle Para identificação, os perfis de controle são numerados entre 100 a 999
18	Número total de perfis de medida Para identificação, os perfis de medida são numerados entre 1 000 e 9 999
19-23	Conteúdo variável
24-25	$\left. \begin{array}{l} X_0 \\ Y_0 \end{array} \right\}$ Constantes de adição do sistema de coordenadas utilizados para esta área
26-27	
28-29	Variação diária média do campo magnético, calculada a partir de todos os perfis terrestres da área
30-31	Extensão total dos perfis da área
32-47	Conteúdo variável

*Luiz*  
*10*

1º Bloco de dados - 1 440 palavras

<u>Palavras</u>	<u>Conteúdo</u>
0	Número do perfil
1- 3	Data do vôo
4- 5	Hora do início do vôo
6-11	Branco
12	Sistema de navegação 0 - Doppler 1 - Filme 2 - ANA
13	Sentido do vôo + 1 - Norte - 1 - Sul + 2 - Leste - 2 - Oeste
14-49	Conteúdo variável
50-51	$\left. \begin{array}{l} X_i \\ Y_i \end{array} \right\}$ Coordenadas iniciais do perfil
52-53	
54-55	$\left. \begin{array}{l} X_f \\ Y_f \end{array} \right\}$ Coordenadas finais do perfil
56-57	
58-59	Distância entre coordenadas iniciais e finais
60-63	Conteúdo variável
64-65	Máximo desvio lateral para a direita
66-67	Máximo desvio lateral para a esquerda
68-71	Conteúdo variável
72-73	1º valor magnético (gama)
74-75	Um nº $\underline{m}$ ( $- 10^{79} < m < - 10^{70}$ ), o qual indica que se segue uma marca síncrona

*João*  
*67*

1º Bloco de dados (continuação)

<u>Palavras</u>	<u>Conteúdo</u>
76-77	Número da 1ª marca síncrona $S_i$ . $S_i = 10^5 + U_i$ , quando temos na coordenada $U_i$ um ponto do terreno identificado na fotografia (passpunkt)
78-79	Coordenada X ] Coordenada Y ] da 1ª marca síncrona
80-81	
82-83	Seguem-se os valores magnéticos (3 até 500), m, marca síncrona e coordenadas, nesta ordem. O perfil termina sempre com um dado de marca síncrona e um número $z$ ( $z < -10^{79}$ ). Caso exista um ou mais valores magnéticos depois da última marca síncrona registrada no campo, cria-se, depois do último valor magnético, uma marca síncrona, identificada através de um sinal negativo.

*Handwritten signature*



### 3.1.6.3. FORMATO DA FITA DE PAPEL

Conforme mencionado no item 3.1.2. (Breve recapitulação ... registro), os dados aerogeofísicos são registrados digitalmente em fita de papel e traçados continuamente em papel registrador próprio.

O registro digital utiliza uma fita de papel de 5 canais, onde os dados são perfurados segundo o código National-Elliot.

Num levantamento aerogeofísico combinado (magnetometria e cintilometria), a fita registra os seguintes dados:




- Número do perfil
- Valores magnéticos
- Valores cintilométricos - K, U, Th
- Altura de vôo
- Valores síncronos - Tempo, Coordenadas Doppler (U,V)

Cada parâmetro mencionado acima é identificado, para controle do computador, através de marcas específicas perfuradas após cada dado. Outras marcas são utilizadas para marcar o fim do registro de cada perfil, e para controlar a impressora do teletipo Siemens.

As marcas para controle da impressora do teletipo são perfuradas após 63 caracteres, independente do dado geofísico que esteja sendo registrado - é frequente um valor ser truncado por estas marcas, antes de ser perfurado em sua plenitude; os algarismos ou sinais restantes são perfurados logo a seguir.



FORMATO ESQUEMÁTICO DA FITA DE PAPEL

4 colunas	Controle da impressora	
4 colunas	Número do perfil	
3 colunas	+++ Marca de número de perfil	
4 colunas	Controle da impressora	
5 colunas	1º valor magnético (5 algarismos)	} dado magnético
1 coluna	+ Marca de valor magnético	
9 colunas	Canal K (3 algarismos) Canal U (3 algarismos) Canal Th (3 algarismos)	} dados cintilométricos
1 coluna	- Marca de valor cintilométrico	
3 colunas	Altura de vôo (3 algarismos)	
1 coluna	£ Marca de altura	
5 colunas	2º valor magnético	
1 coluna	+ Marca de valor magnético	
	.	
1 coluna	£ Marca de altura de vôo	
12 colunas	Tempo (4 algarismos) Coord. Doppler - U (4 algarismos) Coord. Doppler - V (4 algarismos)	} dados síncronos
1 coluna	. Marca de dados síncronos	
	.	
	20 dados magnéticos e 30 dados cintilométricos intercalados	
	.	
12 colunas	Tempo Coord. Doppler - U Coord. Doppler - V	
1 coluna	. Marca de dados síncronos	
	.	
	.	
	.	
3 colunas	Marca de fim de perfil	

*Handwritten signature*

O formato apresentado se refere ao tipo de levantamento que se executa atualmente em Minas Gerais - medidas magnéticas a cada segundo com precisão de 1  $\gamma$ , 3 canais de radiação (K, U, Th) e altura de vôo registrados a cada 2/3 de segundo, e registro dos valores síncronos a cada 20 segundos. Dependendo da precisão do magnetômetro e do intervalo de registro dos dados síncronos, este formato pode ser modificado, a fim de se adaptar aos novos parâmetros.

*Beira*  


### 3.2. MÉTODOS ELÉTRICOS E ELETROMAGNÉTICOS

#### 3.2.1. GENERALIDADES

Aplicados de preferência para estudo de detalhe em áreas selecionadas, os métodos elétricos e eletromagnéticos constituem um dos meios mais rápidos e econômicos de prospecção nos seguintes casos:

- Detecção direta de pirita, pirrotita, calcopirita e demais sulfetos condutores, grafita, argila, sal; falhas e zonas fraturadas, zonas de alteração, contatos geológicos.
- Determinação indireta de depósitos pelo estudo da rocha hospedeira (numerosas aplicações para níveis, camadas, massas e veios - cobre, chumbo, zinco, ouro, níquel, cromo, ferro, carvão, argilas especiais etc.), da tectônica local, de feições de intemperismo ou de erosão (urânio, placers).

Os métodos elétricos e eletromagnéticos podem ser classificados em naturais, quando medimos variações do campo eletromagnético natural de uma área, e provocados, quando registramos o comportamento de uma região à aplicação de campos artificiais. Entre os primeiros, temos os métodos de Potencial Espontâneo, AFMAG e Magneto-telúrico; os métodos provocados compreendem os de Eletro-resistividade, Polarização Induzida e Métodos Eletromagnéticos em geral.

Durante nosso estágio, tivemos oportunidade de nos familiarizar com os métodos de Eletro-resistividade (ER), Potencial Espontâneo (SP), Polarização Induzida (IP) e 3 métodos Eletromagnéticos (ENSLIN, SLINGRAM e VLF) - fundamentos, operações de campo, custos e aplicabilidade, interpretação.



3.2.2. ELETRO-RESISTIVIDADE (ER)

O método de eletro-resistividade determina o comportamento da resistividade elétrica do subsolo, quando se aplica uma corrente na superfície do terreno.

Fundamentos

Admitamos que por meio de uma bateria (Fig. 3.2.2.-1) se aplique através dos eletrodos  $E_1$  e  $E_2$ , uma corrente elétrica  $I$  na superfície de uma camada espessa homogênea, isotrópica de resistividade  $\rho$ .

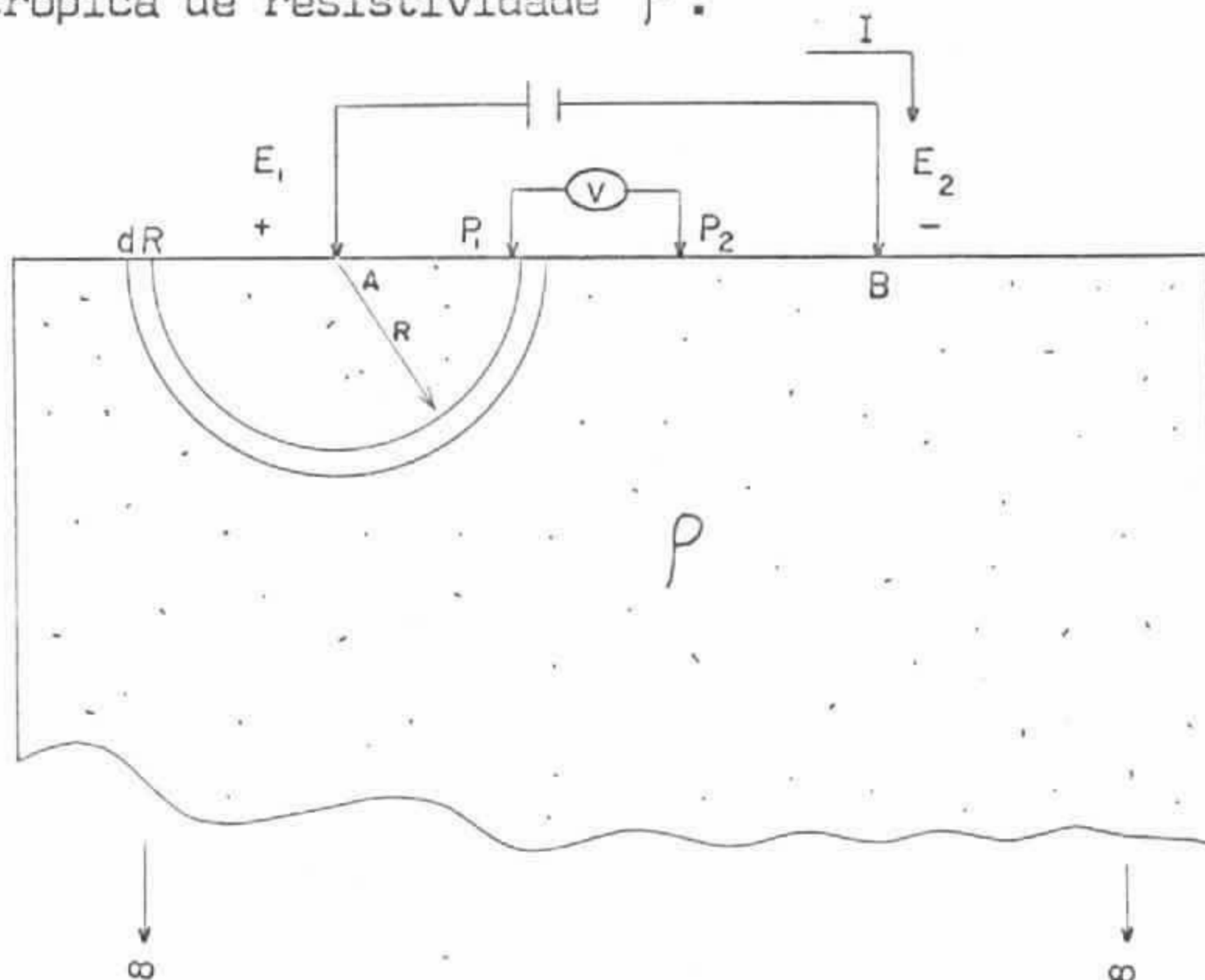


Figura (3.2.2.-1)

Consideremos um hemisfério com centro em A (ponto de aplicação do eletrodo  $E_1$ ), de raio  $R$  e espessura  $dR$ .

O potencial elementar  $dV$  devido ao eletrodo  $E_1$  para um ponto qualquer de tal hemisfério é dado por:

$$dV = \frac{-I \rho dR}{2 \pi R^2}$$

Fórmula (3.2.2.a)

*Handwritten signature*

Observe-se que  $2\pi R^2$  é a área do hemisfério, e que o sinal negativo se deve ao fato de ser  $E_1$  o eletrodo positivo.

Integrando a equação (3.2.2.a) obtemos o potencial  $V_1$  (devido ao eletrodo  $E_1$ ), para pontos situados a uma distância  $R$  do ponto A :

$$\int dV = \frac{I\rho}{2\pi} \int (-) \frac{dR}{R^2} \quad \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \quad \boxed{V_1 = \frac{I\rho}{2\pi} \cdot \frac{1}{R}} \quad \text{Fórmula (3.2.2.b)}$$

Com procedimento análogo, pode-se determinar o potencial  $V_2$  (devido ao eletrodo  $E_2$ ), para todos os pontos situados a uma distância  $R'$  do ponto B.

O potencial total para um ponto da superfície que esteja a uma distância  $R$  de A (eletrodo  $E_1$ ) e a uma distância  $R'$  de B (eletrodo  $E_2$ ) é dado então por:

$$V = V_1 - V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \cdot K, \text{ sendo } K = f(R, R')$$

Temos então:

$$2V\pi = I\rho K \quad \longrightarrow \quad \boxed{\rho = \frac{2\pi}{K} \cdot \frac{V}{I}} \quad \text{Fórmula (3.2.2.c)}$$

*Handwritten signature*



Sendo  $K = f(R, R')$ , podemos fazer  $\frac{2\pi}{K} = G$ , sendo G uma relação puramente geométrica entre as distâncias do ponto de potencial V, aos pontos de aplicação dos eletrodos.

Temos então finalmente:

$$\rho = G \cdot \frac{V}{I}$$

Fórmula (3.2.2.d)

A equação (3.2.2.d) é a "Equação - Base" para o método de eletro-resistividade:

Conhecendo-se a corrente I aplicada e a relação geométrica entre os eletrodos, pode-se, através de medidas de V (feitas com um voltímetro; eletrodos P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>), determinar o comportamento da resistividade elétrica do subsolo.

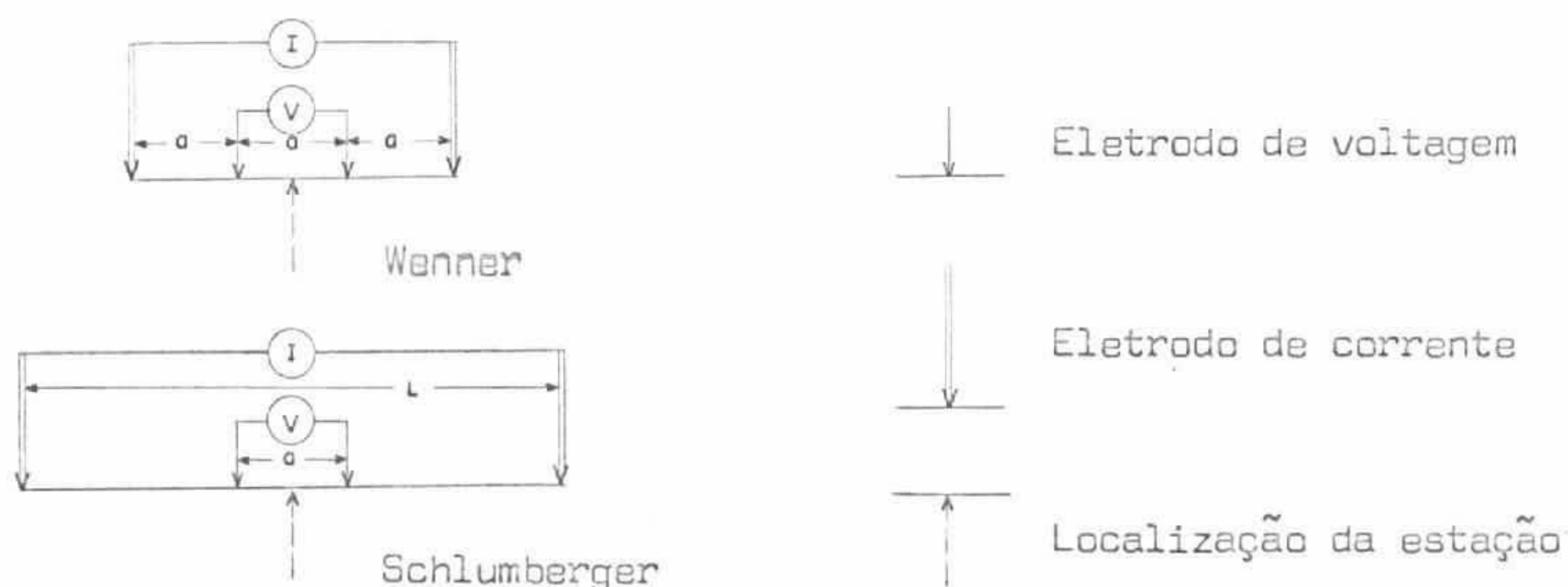
À medida que aumentamos a distância entre os eletrodos de corrente, registramos a resposta de camadas situadas a maiores profundidades. A resistividade medida, no entanto, não pode ser atribuída à última camada penetrada - ela representa uma composição da influência de todas as camadas atravessadas pela corrente aplicada. Temos então uma resistividade aparente.

Operações de Campo

- Equipamento - Fonte de corrente (gerador), aparelhos de medida (amperímetro e voltímetro), 2 eletrodos de corrente e 2 de voltagem, cabos de conexão.
- Pessoal - 1 técnico operador  
2 operários  
(1 geofísico)

*Handwritten signature*

- Arranjos - Dois arranjos são comumente empregados:



Outros arranjos não serão discutidos neste relatório.

Pode-se medir a distribuição lateral de resistividade a uma determinada profundidade (mapeamento) ou estudar a variação da resistividade com a profundidade (sondagem).

Para o mapeamento, o espaçamento dos eletrodos, função da penetração desejada, é mantido constante e desloca-se todo o dispositivo após cada medida.

No caso da sondagem E.R., faz-se um determinado número de medidas em um mesmo ponto, variando o espaçamento dos eletrodos: com o arranjo Wenner, preferido pelos americanos, todos os eletrodos são deslocados ao mesmo tempo para diversos valores de  $a$ ; com o arranjo Schlumberger, mais aplicado na Europa, mantêm-se fixos os eletrodos de voltagem e fazem-se medidas para vários afastamentos dos eletrodos de corrente.

Em condições normais, uma equipe de sondagem ER (arranjo Schlumberger) pode levantar 5 perfis de 1200 m (afastamento máximo dos eletrodos) ou 12 de 200 m/dia.

Na campanha realizada pela PRAKLA em Mainz para prospecção de água subterrânea, pudemos anotar os seguintes dados:





- Gerador - Honda E 2 500 - 2 KVA
- "resistivímetro" - PRAKLA E L - 6/01
- Arranjo - Schlumberger
 

$a/2 = 0,5 \text{ m}$	$5,0 \text{ m}$
$L/2 = 1,5 \text{ m}$	$30,0$
$2,0$	$40,0$
$2,5$	$50,0$
$3,0$	$60,0$
$4,0$	$75,0$
$5,0$	$100,0$
$6,0$	
$8,0$	
$10,0$	
$12,0$	
$15,0$	
$20,0$	
$25,0$	
$30,0$	
$40,0$	

- Voltagens medidas - 10 a 100 m V
- Correntes aplicadas - 10 a 1000 m A

#### Interpretação

Num mapeamento ER, a interpretação dos dados é preferencialmente qualitativa - os valores medidos são contornados para mostrar a distribuição de resistividades na área.

Numa sondagem ER os valores de resistividade obtidos numa estação para os diver

Os espaçamentos são plotados em papel bilogarítmico - como abcissa (no arranjo Schlumberger), temos a meia-distância entre os eletrodos de corrente; como ordenadas, os valores de resistividade.

Se a resistividade das camadas pudesse ser obtida como uma resposta individual, isto é, se as resistividades fossem representadas por degraus, poderíamos determinar a resistividade e espessura de cada camada por uma simples inspeção visual dos gráficos.

Como medimos resistividades aparentes que apresentam variação gradual, devemos individualizar cada camada.

Existem curvas padrões, calculadas a partir de parâmetros préfixados (resistividade, espessura) para camadas horizontais e paralelas, que permitem determinar a combinação de dados que melhor se ajuste à curva obtida.

O primeiro passo na interpretação das curvas de resistividade consiste em determinar o provável número de camadas existentes. No caso de existirem até 3 camadas, a comparação da curva de campo com as diversas curvas padrões pode ser usada para calcular a provável distribuição da resistividade no subsolo.

Para um número maior de camadas, os geofísicos do B.f.B-N.L.f.B, simulam no computador várias combinações de resistividade e espessuras, até que se obtenha uma curva semelhante à medida no campo (programa próprio).

A fixação dos valores de resistividade depende muito da experiência e do conhecimento geológico do intérprete. Numa prospecção por eletro-resistividade, os geofísicos do B.f.B-N.L.f.B trabalham em estreita colaboração com os geólogos para atribuir os valores de resistividade à sequência de camadas da área prospectada.

Os resultados da interpretação podem ser apresentados por seções geológicas, onde os dados de resistividade e espessura são interpolados entre as diversas esta

ções ou através de mapas estruturais de uma determinada camada (representada por sua resistividade verdadeira).

### Aplicabilidade e Custos

O método de eletro-resistividade encontra grande aplicação na prospecção de água subterrânea, nos problemas de fundação de construções, na resolução de problemas estruturais e na prospecção de minérios. Como exemplo deste último podemos citar o mapeamento ER efetuado pela PRAKLA no Sul da Alemanha, para localizar as zonas de concentração de Urânio em área de rochas cristalinas - o urânio se concentrava nas zonas fraturadas, que se apresentavam com resistividade menor que a rocha inalterada. (Situação semelhante parece ocorrer em Poços de Caldas.)

Um equipamento completo de resistividade pode ser adquirido por uma quantia entre 16 a 20 000- DM (Cr\$30.000,00 a Cr\$40.000,00).

O N.L.f.B destina a quantia de 8 000 marcos (16 mil cruzeiros) por mês para os gastos de uma equipe ER. Segundo informações verbais, a PRAKLA cobra entre 12 a 15 mil marcos mensais para um levantamento de Eletro-resistividade, incluindo-se aí o preço da interpretação.



### 3.2.3. POTENCIAL ESPONTÂNEO (SP)

O método SP mede na superfície do terreno as diferenças de potencial resultantes da variação da atividade química no subsolo.

#### Fundamentos

Os potenciais naturais podem ser divididos em duas classes: os potenciais do "background", com valores variando entre uma fração de milivolt a algumas dezenas de milivolts e os potenciais de mineralização, com valores máximos da ordem de um volt.

Os primeiros podem ser explicados como uma diferença na concentração dos eletrólitos presentes nos interstícios das rochas.

Estudos recentes consideram os potenciais de mineralização como resultantes da diferença da capacidade de oxidação das águas ao redor da parte superior e inferior do corpo de alguns minerais - há uma troca de cargas iônicas e eletrônicas nas duas extremidades, o corpo servindo de meio de transporte dos elétrons, para atingir um equilíbrio eletroquímico.

#### Operações de Campo

- Equipamento - Um voltímetro (de alta resistência interna), 2 eletrodos, cabo de conexão.
  
- Pessoal - 1 técnico operador  
1 - 3 operários

Dois procedimentos são utilizados:

No primeiro caso, mantém-se fixo um dos eletrodos e mede-se o potencial ao redor do mesmo, a diferentes distâncias, até esgotar o comprimento do cabo; nova base é escolhida, repetindo-se o processo, até cobrir a área de prospecção.

No segundo caso, adota-se um espaçamento constante entre os eletrodos e desloca-se todo o conjunto após cada medida.

Com a primeira técnica, há maior possibilidade de detectar anomalias fracas de SP que variam gradualmente com a distância, enquanto a técnica de espaçamento constante permite cobrir maior área num mesmo dia de trabalho.

Dependendo das condições de clima, relevo e vegetação, a produção de uma equipe de SP varia entre 1 a 5 km/dia.

### Interpretação

Os dados obtidos podem ser contornados para mostrar a distribuição de potencial no terreno ou ser apresentados em perfis. Potenciais negativos altos podem ser considerados como uma indicação de corpos mineralizados.

Apesar de não se poder relacionar os valores de potencial à mineralogia dos corpos detectados, pode-se inferir alguns dados a respeito da profundidade da massa - existem alguns trabalhos que comparam as formas das curvas de SP às condições geológicas do subsolo.

### Aplicabilidade e Custos

O método de SP é aplicado de preferência em uma fase adiantada da pesquisa, quando existem conhecimentos geológicos suficientes da área estudada. Não se recomenda seu emprego em áreas onde as camadas superficiais apresentam grande resistividade (rochas cristalinas frescas, "permafrost" etc.) devido à necessidade de uma conexão elétrica direta com o solo.

Alguns corpos de sulfetos, principalmente os portadores de pirita, pirrotita, calcopirita, galena, alguns óxidos como psilomelano, pirolusita e magnetita, e grafita apresentam em geral altos valores de potencial de mineralização.

O custo dos equipamentos, assim como a facilidade das operações de campo, fazem do SP um dos mais baratos métodos de prospecção geofísica. Dependendo da sofisticação do voltímetro, uma aparelhagem completa de SP pode ser adquirida por um valor entre 4 a 10 000 cruzeiros.

*Handwritten signature*

#### 3.2.4. POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)

Este método baseia-se no fenômeno eletroquímico da "sobrevoltagem" -- aparecimento e detecção de "placas" de carga elétrica, na interface entre materiais de condução iônica e eletrônica, quando se aplica um campo elétrico na mesma.

##### Fundamentos

Literalmente, Polarização Induzida consiste na separação de carga em um meio, resultante da aplicação de um campo elétrico.

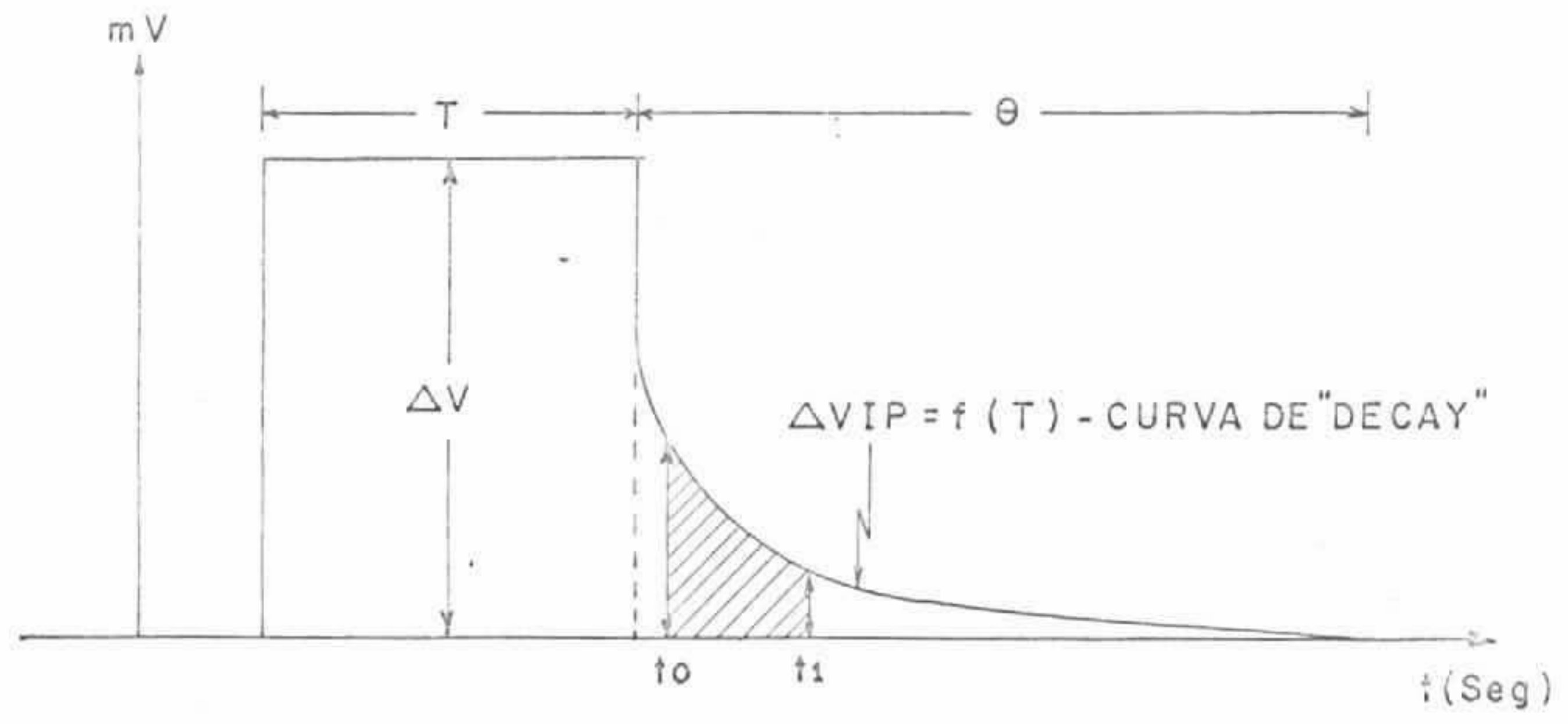
Quando um eletrodo de metal está imerso em uma solução de íons de certa concentração e valência, estabelece-se uma diferença de potencial na interface entre o metal e a solução. Aplicando-se uma voltagem externa na interface, uma corrente flue através dela, ocasionando uma mudança na diferença de potencial inicial -- esta mudança é conhecida como "sobrevoltagem". Na natureza, a condução de corrente elétrica se processa através dos íons dos eletrólitos existentes nos poros das rochas; na presença de determinadas partículas minerais que conduzem a corrente por eletrons, forma-se uma interface semelhante à descrita acima.

Alguns minerais de argila apresentam um efeito análogo ao da "sobrevoltagem", conhecido como polarização de membrana -- a superfície de uma partícula de argila é carregada negativamente e atrai íons positivos dos eletrólitos presentes nos capilares; quando se aplica uma corrente elétrica através da argila, os íons positivos são deslocados e, após a interrupção da corrente, as cargas positivas se redistribuem para atingir o equilíbrio anterior; o processo da redistribuição manifesta-se como um efeito de Polarização Induzida.

Em ambos os casos, podemos comparar as partículas do terreno a pequenos condensadores que se carregam durante a passagem da corrente e se descarregam após a interrupção.

Duas técnicas são utilizadas para detectar a capacidade de polarização das rochas e minerais: técnicas temporais e técnicas frequenciais.

No primeiro caso, uma corrente contínua é aplicada por um período definido de tempo - entre um segundo a algumas dezenas de segundos - e abruptamente interrompida. A voltagem desenvolvida no terreno durante a passagem da corrente decai lentamente após a interrupção e é observável por alguns segundos.



Nesta técnica, os aparelhos existentes gravam a curva de "decay" ou calculam a integral da curva em um determinado intervalo de tempo (área hachurada). Defina-se:

- Polarizabilidade aparente ( $P_{ap}$ ) - Razão entre a voltagem residual em um determinado instante ( $t_0$ ) e a voltagem aplicada.

$$P_{ap} = \frac{\Delta VIP_{t_0}}{\Delta V}$$

- "Chargeability" (M) - Razão entre a integral da curva de "decay" em um determinado intervalo ( $t_1 - t_0$ ) e a voltagem aplicada. (Alguns aparelhos medem diretamente M.)

$$M = \frac{\int_{t_0}^{t_1} \Delta VIP dt}{\Delta V}$$

*Handwritten signature or initials*



A técnica frequencial (Domínio da frequência) se baseia no fato de que os efeitos de polarização levam algum tempo para se estabelecer, de modo que as resistividades aparentes (ou impedâncias de transferência) - variáveis com a frequência da corrente alternada aplicada - podem ser registradas para dar uma idéia da "sobrevoltagem" estabelecida.

Aplica-se uma corrente alternada com frequência variável e determinam-se as resistividades para 2 frequências diferentes (da ordem de décimos de Hz e alguns Hz). Definem-se os seguintes parâmetros:

- Efeito de Frequência (F.E.) - Razão da diferença das resistividades aparentes em relação à resistividade da frequência mais alta:

$$F.E. = \frac{\rho_f - \rho_F}{\rho_f}$$

Em geral, utiliza-se a razão porcentual - P.F.E.

- Fator de Metal (M.F.) - Razão entre o efeito de frequência (F.E.) e a resistividade aparente da frequência mais baixa:

$$M.F. = \frac{F.E.}{\rho_f} = \frac{\rho_f - \rho_F}{\rho_f \cdot \rho_f}$$

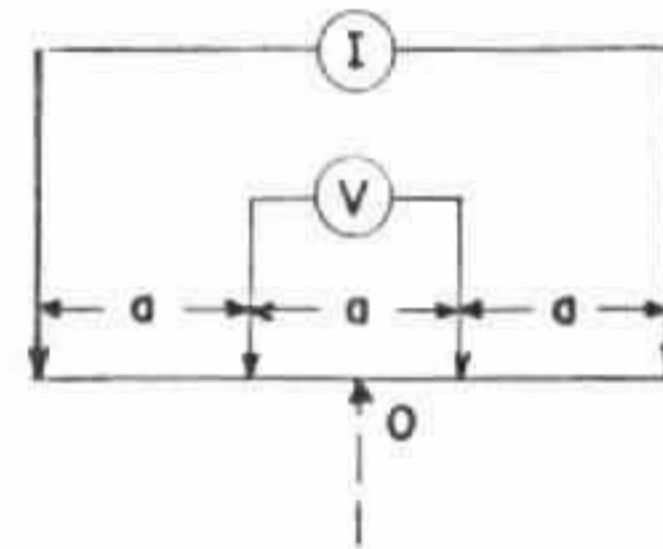
#### Operações de Campo

- Equipamento - Unidade transmissora (gerador e sistema de controle), unidade receptora, eletrodos, cabos de conexão.
- Pessoal
  - 1 - 2 técnicos
  - 2 - 4 operários
  - 1 geofísico



- Arranjo - Todos os arranjos para levantamentos de IP utilizam 2 eletrodos de corrente e 2 eletrodos de voltagem, variando apenas a disposição dos mesmos no terreno. Os arranjos mais comuns estão relacionados abaixo:

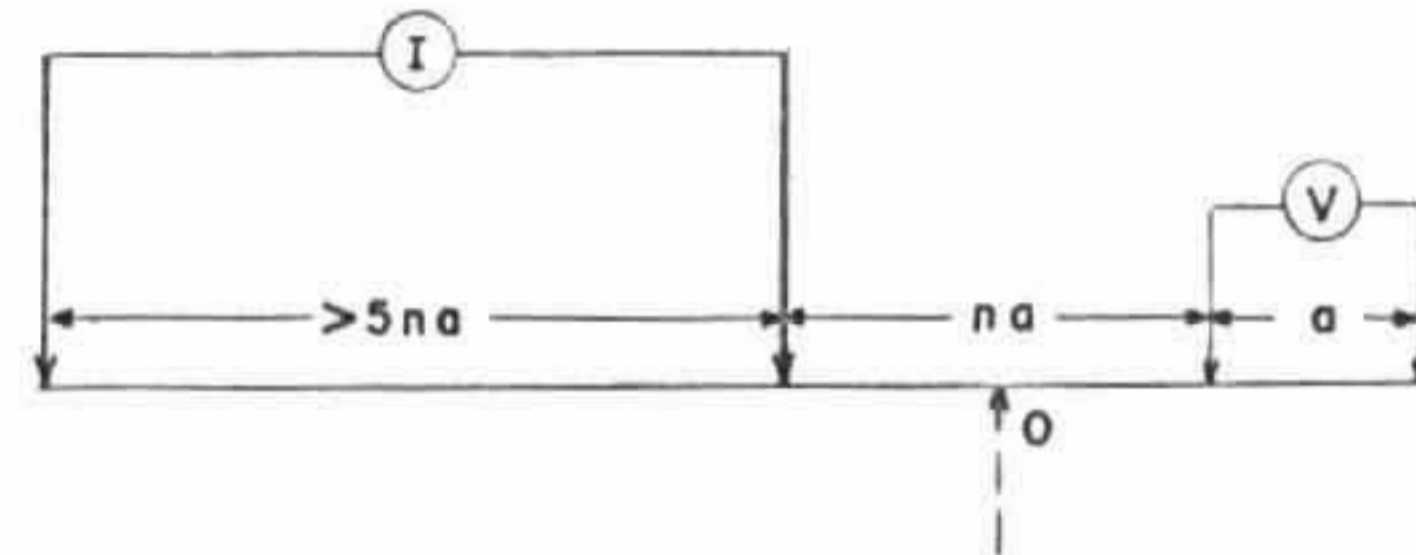
- Wenner



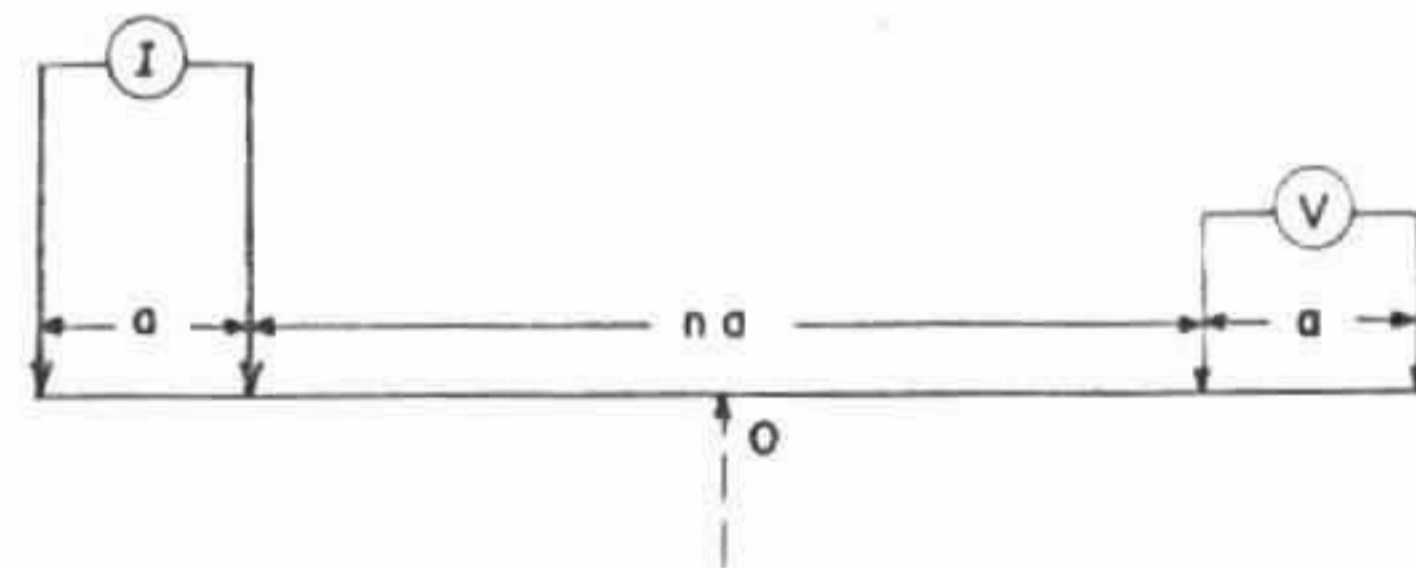
Trieletrodo (dom. tempo)

- ou

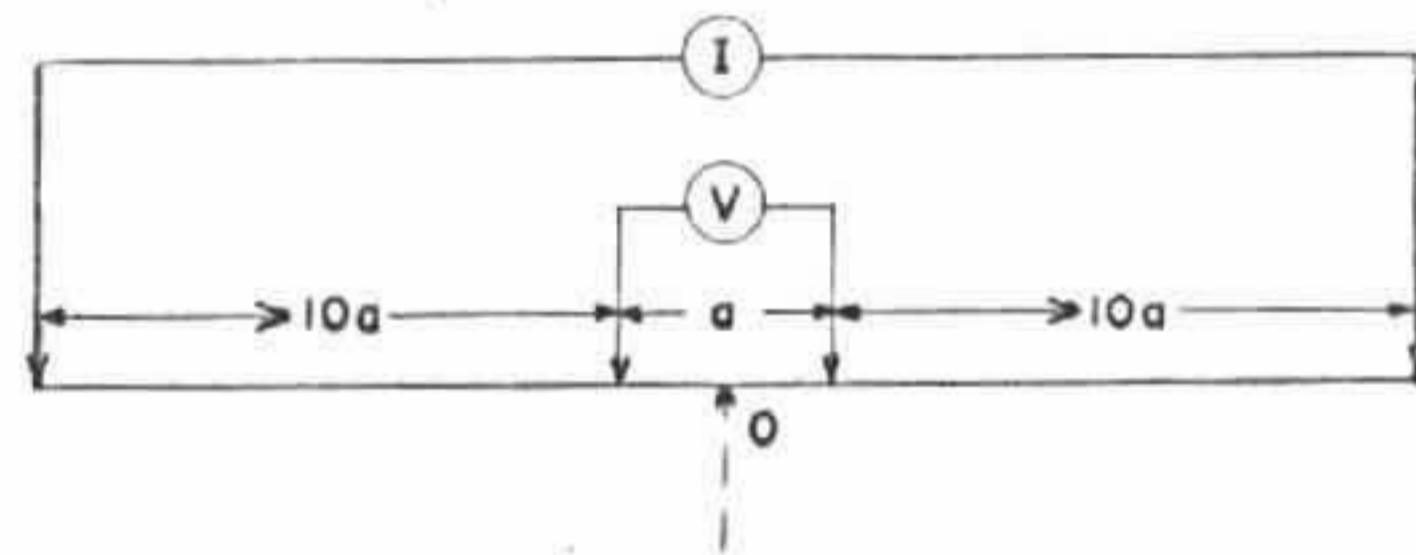
Polo-dipolo (dom. freq.)



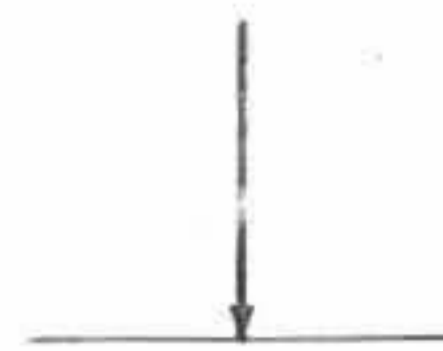
- Dipolo-dipolo



- Gradiente



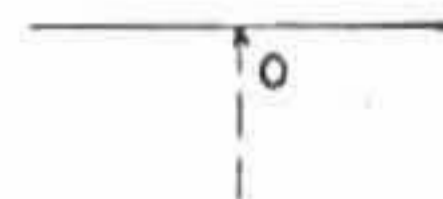
- Eletrodo de corrente



- Eletrodo de voltagem



- Localização da estação




Os arranjos Wenner e gradiente são empregados comumente com a técnica temporal (domínio do tempo); o arranjo dipolo-dipolo é aplicado de preferência com a técnica frequencial, enquanto o arranjo trieletrodo (ou polo-dipolo) pode ser utilizado nas duas técnicas.

A variação do efeito IP pode ser medida lateralmente ou verticalmente (mapeamento ou sondagem).

No primeiro caso, todo o dispositivo (transmissor - receptor) de cada arranjo, com exceção do gradiente, é deslocado para novos pontos após cada medida (no arranjo gradiente, somente o receptor é deslocado na região situada entre os eletrodos de corrente).

Para a sondagem, mantém-se o centro das medidas fixo e varia-se o espaçamento básico  $a$ , função da penetração que se deseja obter.

Com os arranjos polo-dipolo e duplo-dipolo (técnica frequencial), costuma-se utilizar uma combinação de sondagem e mapeamento: em cada ponto tomam-se medidas de IP para vários valores de  $a$  ou  $n$ , antes de deslocar todo o dispositivo para o ponto seguinte.

A escolha de cada arranjo e técnica de medida depende das condições geológicas da área prospectada; a CGG fez algumas comparações de sondagens de IP, chegando às seguintes conclusões:

- Em áreas montanhosas com mineralização muito disseminada e cobertura pouco condutora, as técnicas frequenciais (arranjo polo-dipolo e duplo-dipolo) e o arranjo polo-dipolo com técnica temporal apresentaram os melhores resultados.
- O arranjo gradiente apresenta melhor resolução e fornece anomalias mais fáceis de interpretar no caso de veios inclinados.

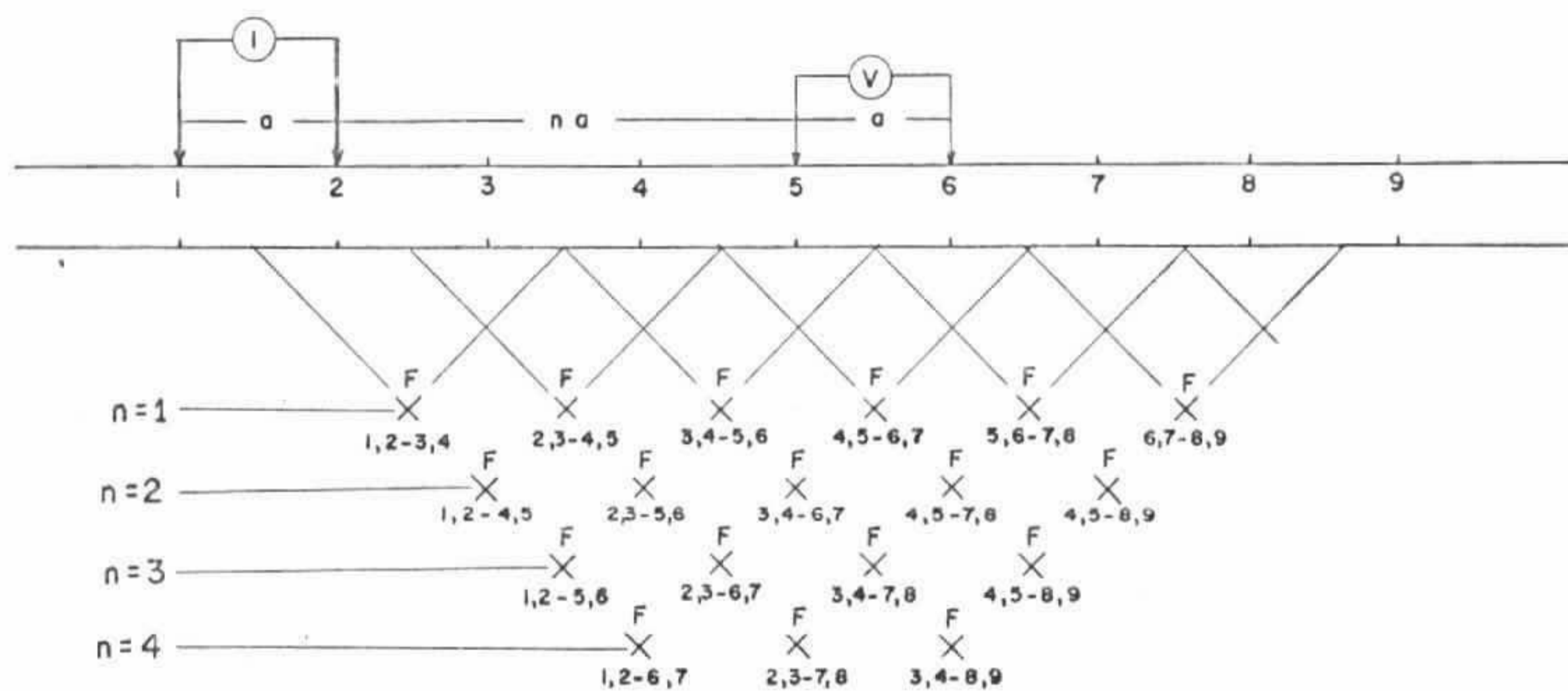
- Em áreas com cobertura condutora, as técnicas temporais são as mais recomendadas.

Utilizando o arranjo duplo-dipolo, com 50 m de espaçamento básico, e 4 valores de  $n$ , uma equipe do N.L.f.B pode levantar cerca de 1 km/dia de perfis de IP.

### Interpretação

Na técnica temporal, os dados de "chargeability" são plotados ao longo dos perfis de medida, obtendo-se uma função  $M = f(x)$ .

Na técnica frequencial, os valores de F.E., M.F. e são plotados abaixo de cada estação para os vários afastamentos de eletrodos e contornados, para dar uma idéia da distribuição destes parâmetros sob a forma de "mapas verticais".



X      POSIÇÃO DOS VALORES  
 2,3-5,6    MEDIDOS COM ELETRODOS  
           EM 2,3 e 5,6

F - PARÂMETROS (FE, MF e  $\rho_f$ )

Esta distribuição dos valores em profundidade é apenas esquemática, mostrando somente a variação relativa do efeito de IP.

Os valores altos de "chargeability", Efeito de Frequência e Fator de Metal são

indicativos de zonas mineralizadas, mas o Fator de Metal tem apresentado maior resolução para detectar concentrações mais altas no corpo mineralizado.

### Aplicabilidade e Custos

· Todos os sulfetos de brilho metálico (exceto blenda), alguns óxidos (magnetita, pirolusita), grafita, metais nativos e alguns minerais de arsênio apresentam efeitos de IP quando presentes nas rochas, mesmo disseminados, em volume suficiente.

O método IP é a única técnica geofísica capaz de detectar diretamente sulfetos metálicos condutores em concentrações da ordem de 1% ou menos por volume. Aplica-se de preferência, contudo, quando há uma alta proporção de minerais econômicos associados em relação à mineralização total de sulfetos - minérios de Cu disseminados sob a forma de pórfiros ou em camadas, depósitos de Pb - Zn, especialmente do tipo de camadas em rochas carbonáticas; Au e outros depósitos associados a condutores metálicos disseminados.

Nem todos os efeitos de IP podem ser associados a depósitos metálicos: os minerais de argila e minerais micáceos como sericita, clorita, também apresentam altas respostas de IP.

O custo dos equipamentos de IP é bastante elevado, particularmente os empregados na técnica temporal. Dependendo da sofisticação, seu preço varia entre 40 a 60 000-DM (Cr\$80.000,00 a Cr\$120.000,00).

### 3.2.5. V.L.F. (Very Low Frequency)

Este método detecta o campo magnético resultante da passagem, em corpos condutores, de ondas de radiofrequência transmitidas por estações de VLF (18 - 22 KHz).

#### Fundamentos

Espalhadas pelo globo, existem estações militares e de divulgação de horas exatas, que transmitem em frequências da ordem de 20 000 Hz. Esta faixa de frequência possui grande alcance, mesmo através das águas do oceano e é utilizada para a localização de corpos condutores rasos.

Basicamente, o método VLF é uma variação da técnica eletromagnética da medida do eixo de polarização ("tilt method"). Na presença de corpos condutores, o campo magnético induzido procura opor-se ao campo primário - o vetor do campo resultante descreve uma elipse, cujo plano depende da posição relativa entre o corpo e o ponto de medida.

Determinando-se em cada ponto a orientação do plano de polarização através de uma bobina, correspondente à posição do campo magnético mínimo, obtém-se a medida do ângulo (tilt angle) compreendido entre o eixo de polarização e a horizontal.

#### Operações de Campo

- Equipamento - Receptor específico de VLF.
- Pessoal - 1 operador  
1 auxiliar

O procedimento é relativamente simples: munido do receptor, o operador selecio



na a estação de VLF que melhor se adapte à prospecção (campo primário aproximadamente perpendicular à provável direção de mineralização). Ao longo de perfis pré-estabelecidos, mede-se o ângulo correspondente ao campo mínimo, através de rotações sucessivas do aparelho em cada estação.

A produção média de um levantamento de VLF oscila em torno de 150 (pontos) estações por dia, por equipe.

### Interpretação

Em geral, plotam-se os valores dos ângulos ao longo dos perfis. Sendo o campo primário horizontal, a posição de ângulo zero corresponde aproximadamente à localização do corpo. Para determinar a profundidade e forma do corpo, constroem-se gráficos com parâmetros pré-fixados e comparam-se com os perfis obtidos.

Os dados podem ser contornados em mapa, para mostrar a distribuição das zonas condutoras. Um método para realçar a localização das mesmas foi desenvolvido recentemente - consiste em agrupar os valores medidos dois a dois em uma sequência determinada de operações, para reforçar os valores de inflexões e remover a componente de corrente contínua, atenuando ao mesmo tempo os comprimentos de onda muito longos, a fim de aumentar a resolução de anomalias locais.

### Aplicabilidade e Custos

Devido à pouca penetração, este método se aplica melhor para corpos condutores rasos (alguns sulfetos e óxidos, grafita) para uma avaliação qualitativa, em fase de semi-detalhe.

Um aparelho de VLF custa cerca de U\$2 000; a facilidade de operações torna este método um dos mais econômicos.



### 3.2.5. ENELIN

Denominado pelo nome do introdutor, o método ENELIN de prospecção eletromagnética mede a distribuição do campo magnético ao redor de uma fonte puntual (eletrodos) de corrente alternada.

#### Fundamentos

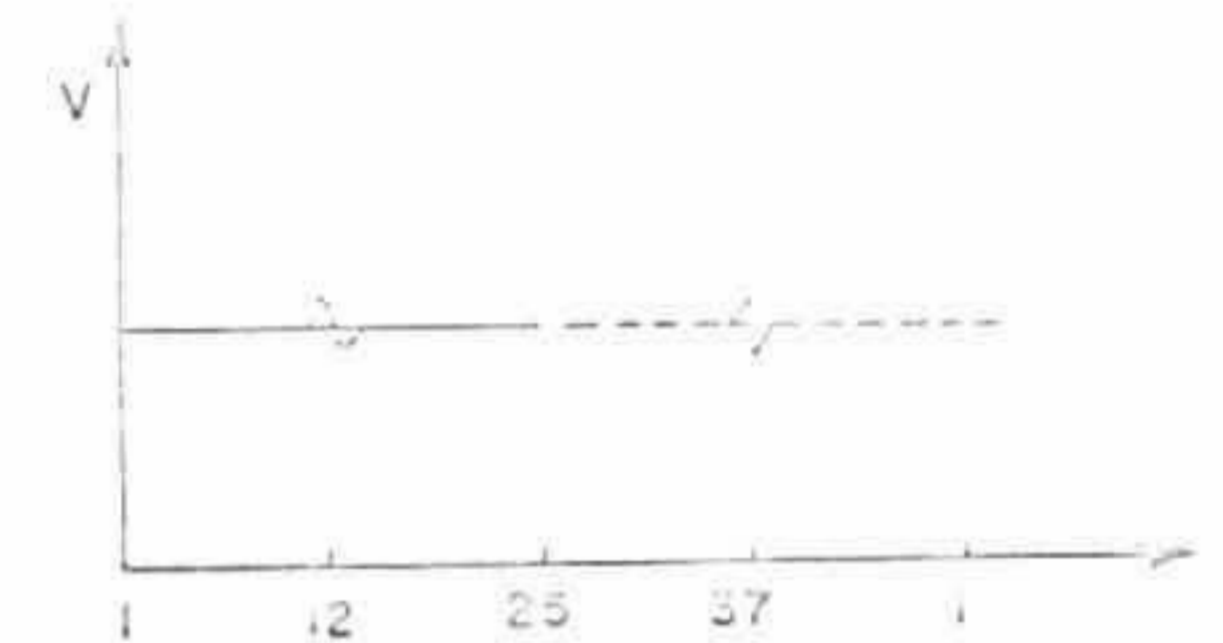
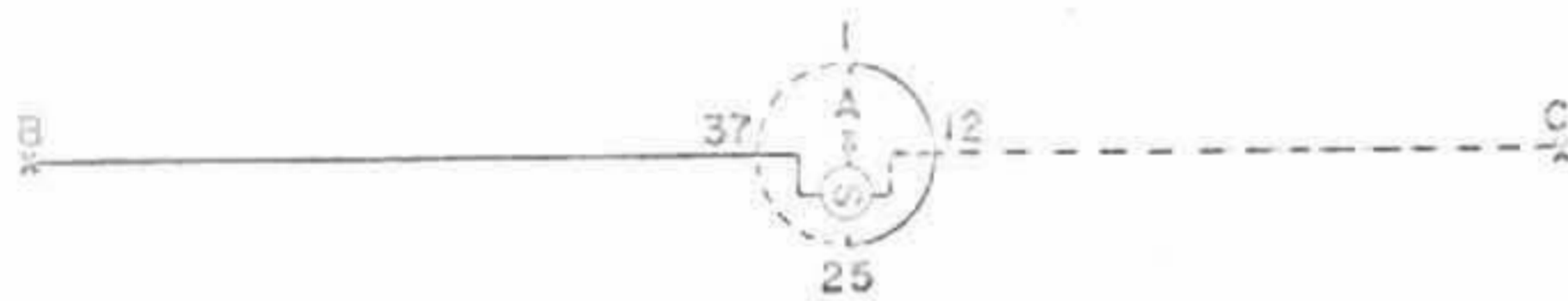
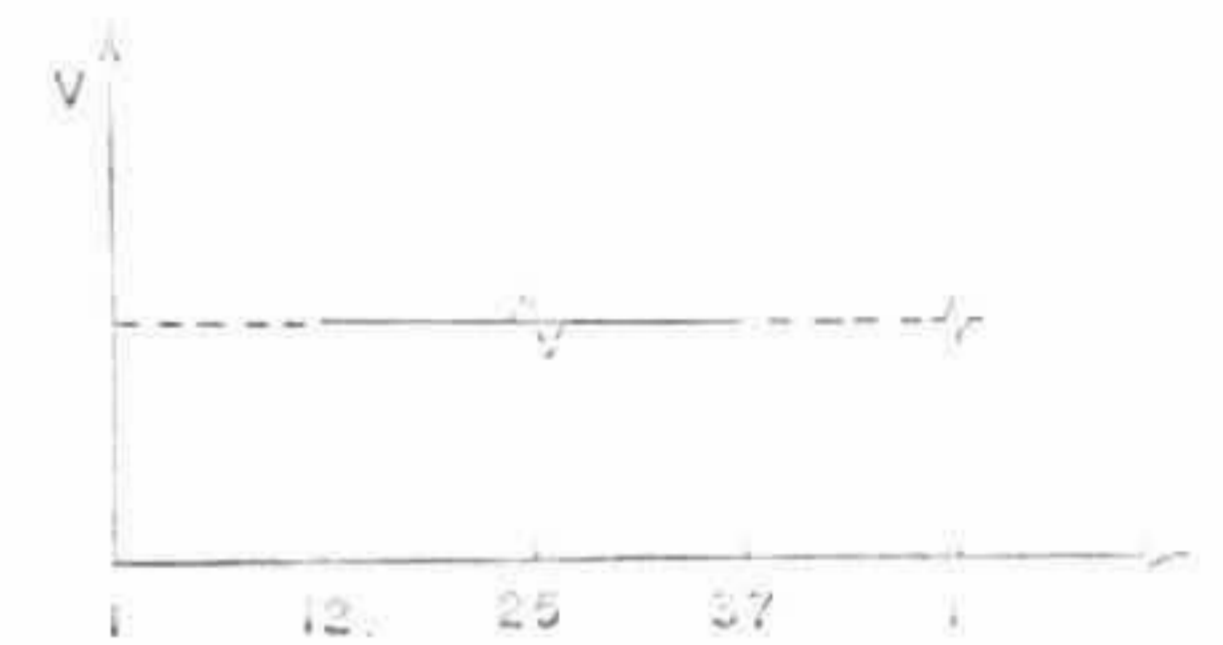
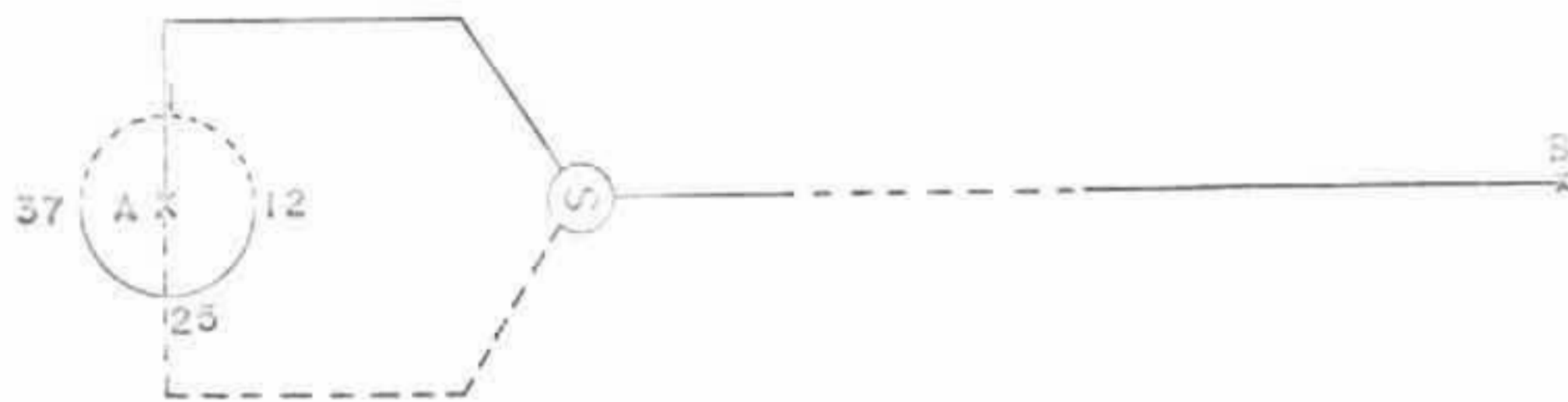
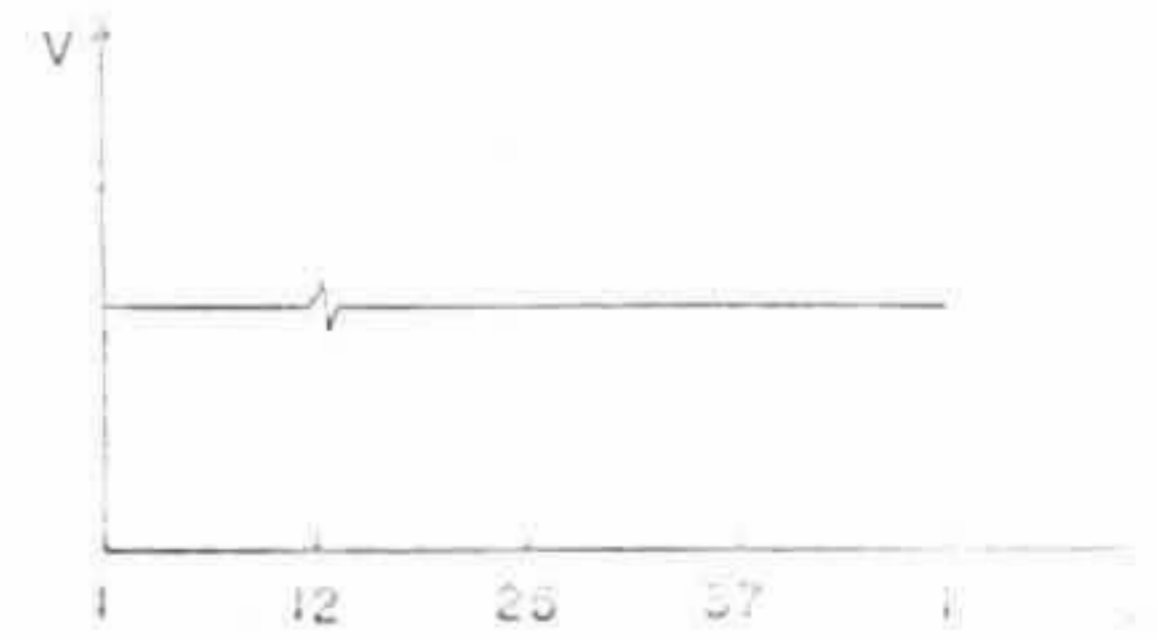
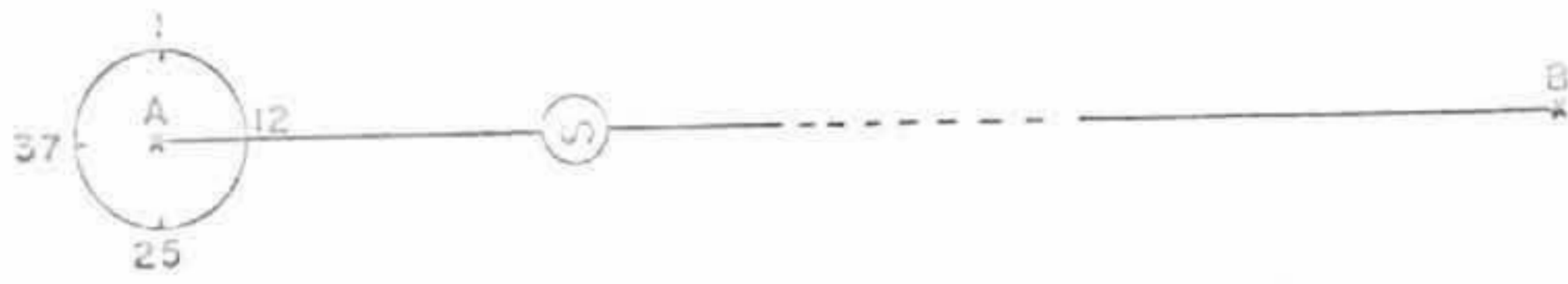
O campo magnético primário na superfície do terreno, ao redor de uma fonte puntual em um meio isotrópico e homogêneo é representado por linhas de força em círculos concêntricos; a intensidade do campo diminui com o inverso da distância. Um corpo condutor nesse meio (ou a presença de anisotropia) altera essa distribuição normal, pela criação de um campo secundário.

Com a medida do campo elétrico, resultante da passagem das linhas de força magnética através de uma bobina vertical, cujo plano passe pela fonte, podemos determinar a direção e o quadrante do mergulho de corpos condutores alongados.

#### Operações de Campo

- Equipamento - Uma fonte de corrente alternada, dispositivo receptor (bobina acoplada a um voltímetro), eletrodos, cabos de conexão.
- Pessoal - 1 técnico operador  
1 - 2 auxiliares  
1 geofísico
- Arranjos - Três possibilidades são utilizadas:





Em todos os casos, mede-se o campo magnético resultante em vários pontos de um círculo ao redor de um eletrodo. Para fins práticos os outros eletrodos são colocados a uma distância suficiente para não interferir no campo magnético primário devido ao "eletrodo de medida".

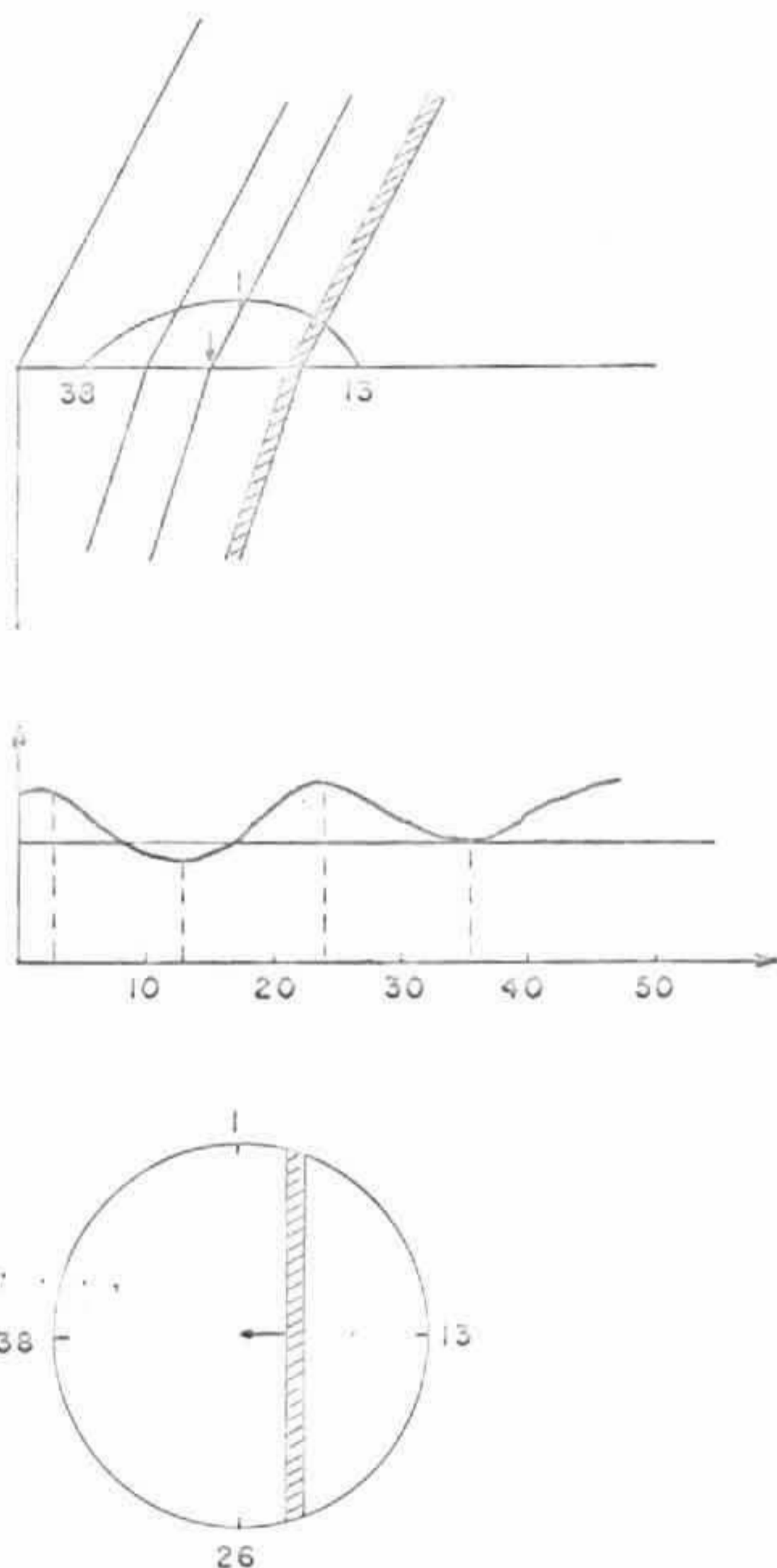
Com o primeiro arranjo, surge o problema do campo criado nas proximidades do cabo de conexão. Para evitá-lo, utilizam-se duas alternativas: No arranjo pentagonal, fazem-se as medidas em semicírculos alternados, com o ramo do cabo próximo a cada semicírculo; com o arranjo de 3 eletrodos mede-se o campo magnético em torno do eletrodo central, alternadamente em cada semicírculo. Este último arranjo exige uma extensão muito grande de cabos, recomendando-se o arranjo pentagonal.

*Handwritten signature or initials.*

O afastamento dos eletrodos é da ordem de alguns km; o diâmetro dos círculos varia em torno de 200 metros.

### Interpretação

Os valores de voltagem são plotados ao longo dos círculos ratificados. Com uma inspeção visual, determina-se a direção do corpo condutor (linha que liga os pontos de máxima) e o sentido do mergulho (quadrante do maior mínimo de voltagem).



Desenhando-se sobre um mapa os círculos de medida com as indicações de direção e mergulho, pode-se obter informações estruturais acerca do corpo e da área de pesquisa.

Aplicabilidade e Custos

Este método se aplica de preferência na resolução de problemas estruturais em áreas de espessa cobertura de solo, no mapeamento de zonas mineralizadas etc.

O aparelho receptor foi construído pelos técnicos do S.F.B.-N.L.F.B, de modo que uma estimativa de custos depende muito do preço de cada componente.

*Handwritten signature or initials*

### 3.2.7. SLINGRAM

Técnica das mais utilizadas em prospecção eletromagnética, o método SLINGRAM mede as componentes "real" (in-phase) e "imaginária" (out-of-phase) do campo magnético, pela comparação de voltagens produzidas e detectadas em um dispositivo móvel, composto de 2 bobinas (uma receptora, outra transmissora), separadas por uma distância fixa.

#### Fundamentos

A presença de corpos condutores no campo magnético produzido por uma fonte de corrente alternada, conduz à criação de um campo secundário com a mesma frequência. O vetor do campo resultante está defasado em relação ao campo primário e pode ser decomposto sobre um plano, em uma componente na direção do campo primário (in-phase) e em uma componente normal (out-of-phase).

Medindo-se essas componentes, podemos obter boas indicações a respeito do comportamento de zonas condutoras no subsolo, pelo estudo da sua variação e da inter-relação entre as mesmas.

#### Operações de Campo

- Equipamento - Dispositivo próprio, composto de uma bobina transmissora e uma bobina receptora, cabo de conexão.
- Pessoal - 2 técnicos operadores

O cabo de conexão fornece ao receptor a voltagem da corrente alternada aplicada na bobina transmissora e mantém a separação necessária entre os dois dispositivos. Todo o arranjo é deslocado ao mesmo tempo, ao longo de perfis pré-estabe-

lecidos, tomando-se as medidas da componente "real" e "imaginária", pelo método da compensação de voltagens, a intervalos regulares - as frequências aplicadas variam entre 500 e 4 000 Hz e a separação das bobinas entre 25 e 100 metros; a magnitude das componentes é determinada pela comparação com a voltagem de referência.

A produção média de uma equipe pode ser estimada em 100 estações/dia.

#### Interpretação

Pode-se plotar diretamente as componentes ao longo dos perfis ou a relação componente Real/componente Imaginária. No primeiro caso, as zonas condutoras são indicadas por valores negativos extremos - no caso de camadas inclinadas, a curva apresenta uma assimetria, o corpo mergulhando na direção do ramo de maior gradiente. No segundo caso, quanto maior a relação, mais condutor é o corpo.

#### Aplicabilidade e Custos

Como os outros métodos eletromagnéticos, o SLINGRAM é recomendado para detecção de zonas condutoras. Pode ser aplicado na detecção de sulfetos condutores, alguns óxidos, grafita e alguns metais nativos. A penetração alcançada pelas sondas eletromagnéticas é função da resistividade das rochas mas para o método SLINGRAM pode-se fazer uma suposição de um alcance de metade da separação das bobinas.

Um equipamento completo de SLINGRAM pode ser adquirido por cerca de US\$4 000,00 (Cr\$ 24 000,00).

*Handwritten signature*

4. ANÁLISE CRÍTICA DO ESTÁGIO

Consideramos nosso Estágio na República Federal da Alemanha, altamente proveito  
so. Alcançou-se uma série de resultados positivos, que mencionamos a seguir:

- O fato de haver vivido alguns meses num país historicamente maduro como a Alemanha é, por si só, responsável por um grande resultado: um alargamento generalizado de horizontes. Julgamos ter dado um passo importante em direção ao "broad minded man". Apesar de ser este um proveito essencialmente pessoal, não poderíamos deixar de mencioná-lo neste Relatório.
- Os conhecimentos adquiridos, tanto em Processamento de Dados Acústicos físicos como em Métodos Elétricos e Eletromagnéticos de Prospeção Geofísica, contribuíram sobremaneira para o enriquecimento de nossa formação técnico-científica.
- Igualmente importante para nossa formação, o contato com a "Mentalidade Organizativa" dos técnicos alemães trouxe resultados de inestimável valor.
- As novas técnicas e pesquisas apresentadas no XXXIV Congresso Internacional da E.A.E.G. vieram colaborar para nossa atualização profissional. Além disso, durante os contatos então mantidos, explicamos a vários representantes de companhias e entidades estrangeiras, a nova mentalidade mineral que, através da CPRM, se instalou no Brasil. Queremos crer que, com isso, difundimos o nome da Companhia nos meios geofísicos internacionais.
- Valiosas informações coletadas, como as dimensões (Pessoal, máquinas, custos etc.) de um Centro de Processamento para dados geofísicos,

*[Handwritten signature]*

formatos utilizados para gravação etc., serão, a nosso ver, importantes para nossos Administradores e Técnicos.

- O contato diário com a língua alemã, e cursos por nós realizados na Universidade Pública de Hannover, complementaram nossos conhecimentos deste idioma, nos permitindo assim a conquista de mais uma língua estrangeira.

Vários fatores contribuíram para o sucesso do estágio:

- A experiência herdada dos colegas que estagiaram antes de nós foi de grande valia. Não tivemos dificuldades com moradia, transportes etc, e conseguimos minimizar os conflitos sociais a que estão sujeitos os estrangeiros na Alemanha.
- O pessoal alemão, que trabalhou no Convênio e que regressou a Hannover, fez o possível para tornar mais confortável nossa permanência.
- Nosso conhecimento das línguas alemã, inglesa e francesa, eliminou o problema da comunicação.
- A boa vontade dos responsáveis pela condução do nosso Estágio e de seus auxiliares, muito facilitou nosso aprendizado.
- O fato de termos estagiado durante a primavera e o verão, diminuiu consideravelmente as dificuldades naturais de adaptação ao clima.
- O excelente funcionamento do sistema de remessa das diárias, evitou uma série de desconfortos.



Alguns fatores influenciaram para que não se aproveitasse ainda mais o Estágio:

- O pouco tempo que dispunham os responsáveis (e auxiliares) pela condução do estágio. Estes homens, apesar da boa vontade, estavam constantemente ocupados.
- Falta de um programa definido e detalhado de estágio, que a nosso ver deveria ter sido elaborado a priori. Todas as iniciativas para obter conhecimento das técnicas de prospecção, instrumentos, organização das entidades e centros de processamento, partiram dos estagiários brasileiros.



## 5. SUMÁRIO E CONCLUSÕES

- A PRAKLA-Seismos é uma companhia de economia mista semelhante à CPRM, que presta serviços de geofísica para terceiros - inclusive para o governo alemão. Está constantemente incorporando em seu acervo as inovações técnicas do ramo, ao mesmo tempo que procura desenvolver suas próprias técnicas e instrumentos - a PRAKLA possui sistemas de radionavegação (ANA), resistivímetros, profilógrafos, magnetômetros, computadores Doppler etc., montados pelos seus técnicos.
- Na PRAKLA existe um corpo técnico especialmente encarregado de desenvolver programas para processamento de dados - os analistas e programadores trabalham junto às instalações do Centro de Processamento. Estes técnicos, em mútua colaboração com os geofísicos, são responsáveis pela codificação de programas para a compilação e interpretação das medidas geofísicas.
- Os programas para o processamento básico de dados aerogeofísicos estão codificados em linguagem de baixo nível (COMPASS) - poucas pessoas conhecem os detalhes do processamento, mesmo o pessoal encarregado do controle dos resultados. No caso de serem adquiridos pelo governo brasileiro, haverá necessidade de transcrevê-los para linguagem compatível com os computadores existentes no país.
- O serviço de compilação dos dados aerogeofísicos é bastante simplificado - com o sistema de programação DGY - 1G, o trabalho dos encarregados de controle de resultados se resume no preenchimento das folhas de dados, após verificação dos relatórios da impressora.
- O B.f.B é uma instituição semelhante ao DNPM. Coordena o mapeamento e as pesquisas geológicas na República Federal da Alemanha e executa os serviços geológicos resultantes de acordos efetuados com países estrangeiros.

*Handwritten signature and initials*

- O N.L.f.B, além de ser responsável pelos trabalhos geológicos no Estado da Saxônia, executa pesquisas geofísicas e geoquímicas e trabalhos de prospecção de petróleo efetuados em todo o território alemão.
- No B.f.B-N.L.f.B, 20 geofísicos são capazes de codificar em linguagem FORTRAN e 3 matemáticos conhecem a linguagem ASSEMBLER.
- Para o processamento de dados, o B.f.B, além de contar com as máquinas de seu próprio núcleo, utiliza ainda as instalações da Universidade Técnica de Hannover, Centro de Computação de Darmstadt e o Centro de Processamento da PRAKLA. Os programas são desenvolvidos pelo próprio corpo técnico do B.f.B.
- A biblioteca do B.f.B, além de contar com mais de 200 000 volumes, recebe periodicamente publicações especializadas do ramo das ciências geológicas.
- Os métodos terrestres de prospecção geofísica para minerais devem ser aplicados na fase de detalhe ou semi-detalhe de áreas anômalas.
- Numa prospecção geofísica, é imprescindível que o geólogo e geofísico trabalhem em mútua colaboração - os métodos a aplicar, os parâmetros de campo e de interpretação das medidas devem ser adotados depois de uma avaliação crítica acerca da provável geologia da área de pesquisa.
- A aplicação dos métodos elétricos de SP e IP e dos métodos eletromagnéticos deve estar condicionada à possível existência de minerais que apresentem boa resposta a estes métodos - sulfetos metálicos (pirita, pirrotita, calcopirita e demais sulfetos condutores), alguns óxidos (magnetita, pirolusita), grafita, metais nativos.
- Os métodos elétricos e eletromagnéticos podem ser utilizados na determinação indireta de depósitos pelo estudo de feições de intemperismo, falhas e zonas fra



turadas, zonas de alteração, contatos geológicos, tectonismo local.

- Os Congressos Internacionais de Geofísica constituem reuniões onde se obtém informações e conhecimentos atualizados a respeito das técnicas de prospecção geofísica (métodos de prospecção e interpretação), e das inovações introduzidas nos instrumentos de medida, registro e tratamento de dados.

*Handwritten signature*

## 6. RECOMENDAÇÕES

Considerando o problema da atualização profissional dos técnicos da CPRM, os conhecimentos e experiência adquiridos em nosso estágio na Alemanha nos levam a fazer as seguintes sugestões:

- O programa de estágio deve ser elaborado a priori, de comum acordo com a instituição que irá conceder o treinamento e conter instruções específicas e detalhadas - cronograma, orientadores, tipo de conhecimento e maneira como será ministrado. O programa deverá ter a necessária flexibilidade a fim de adaptar-se ao andamento do estágio e aproveitamento dos estagiários.
- Deve-se proporcionar aos técnicos da CPRM cursos de curta duração no Brasil, tanto de assuntos técnicos específicos, como de tópicos de administração e economia, através de contratos com instituições e companhias especializadas, profissionais experientes ou com associações de classe.
- Em qualquer contrato de compra de equipamento ou prestação de serviços de geofísica, deve constar um item prevendo um estágio junto às firmas fornecedoras, seja na manutenção e operação, seja nas fases de levantamento, compilação e interpretação das medidas.
- O envio de técnicos brasileiros ao exterior para participação em Congressos ou Simpósios Internacionais, apesar de oneroso, deve ser considerado de suma importância para a companhia; deve-se prever, após a realização do evento, uma visita às instituições e firmas do ramo, situadas próximas ao local dos certames - a programação dessas visitas deve ser feita de antemão, com credenciamento adequado dos técnicos, através de cartas de apresentação; da mesma maneira, julgamos importante que os técnicos da companhia disponham de cartões de visita, qualificando-os como funcionários da CPRM.

*Sum*  
12/10/70  
K

- Dada a crescente utilização do computador na resolução de problemas geológicos e geofísicos, recomendamos que os técnicos da CPRM adquiram noções básicas de processamento de dados - linguagem FORTRAN e sistemas operacionais, a fim de conhecerem possibilidades e limitações.
- O Brasil deve estar capacitado a processar os dados geológicos e geofísicos no país. Além da economia de divisas obtida, o processamento de dados no Brasil evitará possíveis problemas decorrentes de serviços executados no exterior - atrasos nas remessas de dados, controle do sigilo de informações etc.
- Toda programação de prospecção geofísica deve ser elaborada de comum acordo entre geólogos e geofísicos e baseada em um conhecimento adequado das condições geológicas da área de pesquisa.
- A CPRM deve ser dotada de uma biblioteca especializada no ramo das ciências geológicas. Recomendamos em particular que a CPRM adquira regularmente publicações especializadas, através de assinaturas, e encomende os exemplares anteriores. No ramo da geofísica, citamos as seguintes publicações: Geophysical Prospecting, Geophysics, Geoexploration, Journal of Geophysical Research, Zeitschrift für Geophysik, Annales de Géophysique.



## 7. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ministério das Minas e Energia (MME), ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), ao Bundesanstalt für Bodenforschung (B.f.B) e Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (N.L.f.B), e à PRAKLA-Seismos GmbH - entidades e companhias que tornaram possível a realização deste Estágio.

Extendemos também nossos agradecimentos a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que pudéssemos levá-lo a bom termo.

/mcdl.



APÊNDICE

SISTEMA DE NAVEGAÇÃO DOPPLER

INTRODUÇÃO

O Sistema de Navegação Doppler tem por finalidade determinar continuamente as coordenadas do avião, para que se possa posicionar com precisão as medidas efetuadas.

Através do "Sistema Doppler", pode-se associar os valores medidos (Campo Magnético, Radiação Gama, etc.) a suas posições no espaço.

Seu funcionamento é baseado no conhecido "Efeito Doppler", estudado pelo físico austríaco Christian Doppler (1803 - 1853).

O EFEITO DOPPLER

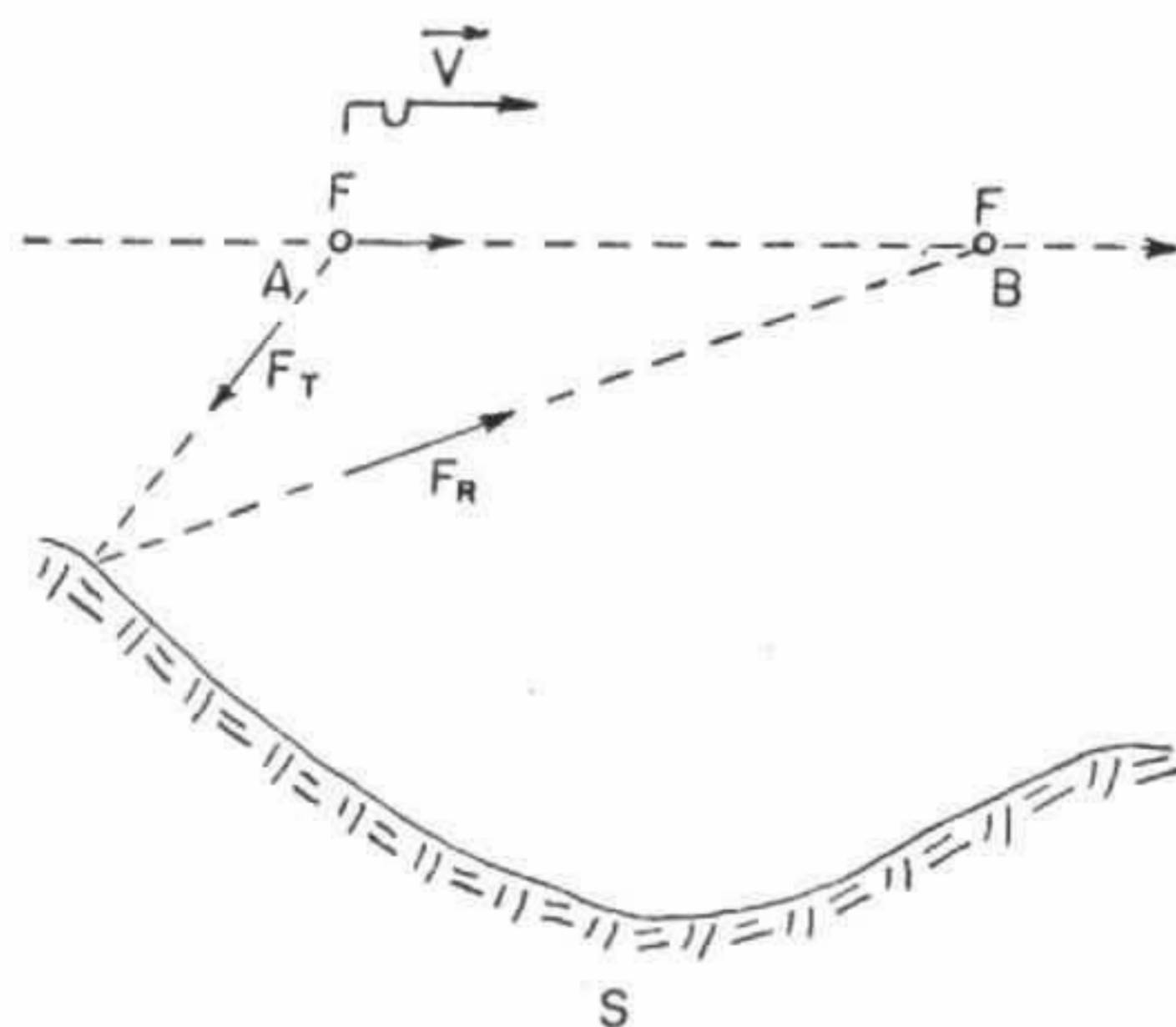


Fig. 1

Consideremos uma fonte  $F$  emissora de frequência, dotada de uma certa velocidade  $\vec{V} = \vec{f}(t)$  em relação a uma superfície fixa  $S$ .

Se tal fonte emite na posição  $A$  (fig. 1) uma frequência  $F_T$  (frequência transmitida), ela receberá na posição  $B$  uma frequência  $F_R$  (frequência recebida) - refletida pela superfície  $S$  - menor que  $F_T$ .

$$F_R < F_T.$$



A diferença  $\Delta F = F_T - F_R$  ("shift" de frequência) é proporcional à velocidade da fonte móvel em relação à superfície S, no trecho AB.

A relação funcional entre o "shift" de frequência  $\Delta F$ , e a velocidade V da fonte móvel é:

$$\Delta F = F_T \cdot \frac{2V}{c} \cdot \cos \gamma \quad (1)$$

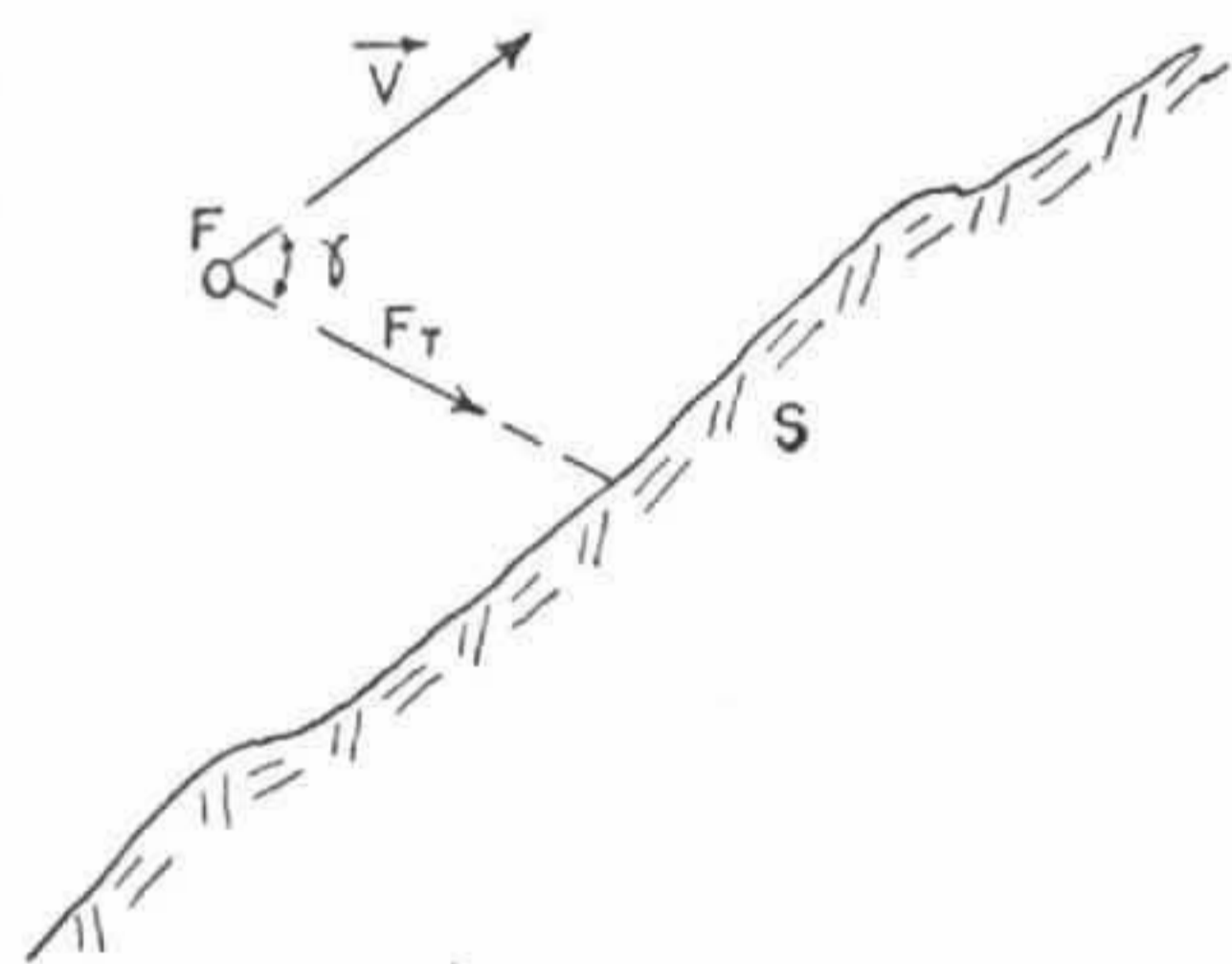


Fig. 2

$\Delta F = F_T - F_R$  - shift de frequência.

$F_T$  - frequência transmitida.

$F_R$  - frequência recebida.

V - velocidade da fonte móvel relativa a superfície S.


c - Constante = velocidade da luz -  $3 \times 10^8$  m/s.

( $\gamma$ ) - ângulo entre o vetor velocidade  $\vec{V}$  e o feixe de frequência  $F_T$ .

$$\text{De (1)} \longrightarrow \Delta F \cdot c = 2 \cdot F_T \cdot V \cdot \cos \gamma \longrightarrow$$

$$V = \Delta F \cdot \frac{c}{2 \cdot F_T \cdot \cos \gamma} \quad (2)$$

Desta forma, se tivermos um dispositivo que registre continuamente o shift de frequência  $\Delta F = F_T - F_R$ , e se forem constantes a frequência transmitida  $F_T$  e o ângulo de saída, poderemos saber com precisão através da relação (2) a velocidade V da fonte móvel em relação à superfície S.





Com um cuidadoso registro do tempo, teremos definido a função  $V = f(t)$ .

Através do Efeito Doppler ( relação (2) ), e com um cuidadoso registro do tempo, poderemos saber com precisão a velocidade  $V$  de uma fonte emissora móvel em relação a uma superfície  $S$ , em cada instante.

### O SISTEMA DE NAVEGAÇÃO DOPPLER

No nosso caso de geofísica aerotransportada, a fonte móvel é evidentemente o avião, e a superfície fixa é a Terra.

O dispositivo emissor é a Antena Doppler, situada na cauda do avião, a qual emite em quatro feixes uma frequência  $F_T = 13.325 \times 10^9$  Hertz segundo um ângulo  $\gamma = 67^\circ$ .

Um computador à bordo do avião (Computador Doppler) recebe do sistema as informações de  $F_R$  (frequência recebida); processa os parâmetros  $F_T$ ,  $F_R$  e  $\gamma$  de acordo com a relação (2), obtendo assim a cada instante a velocidade exata do avião em relação ao terreno sobrevoado. Tal computador recebe ainda de um relógio de quartzo, as informações do tempo (Zeit) e por simples multiplicação calcula os espaços percorridos pelo avião na direção do vetor  $\vec{V}$ .

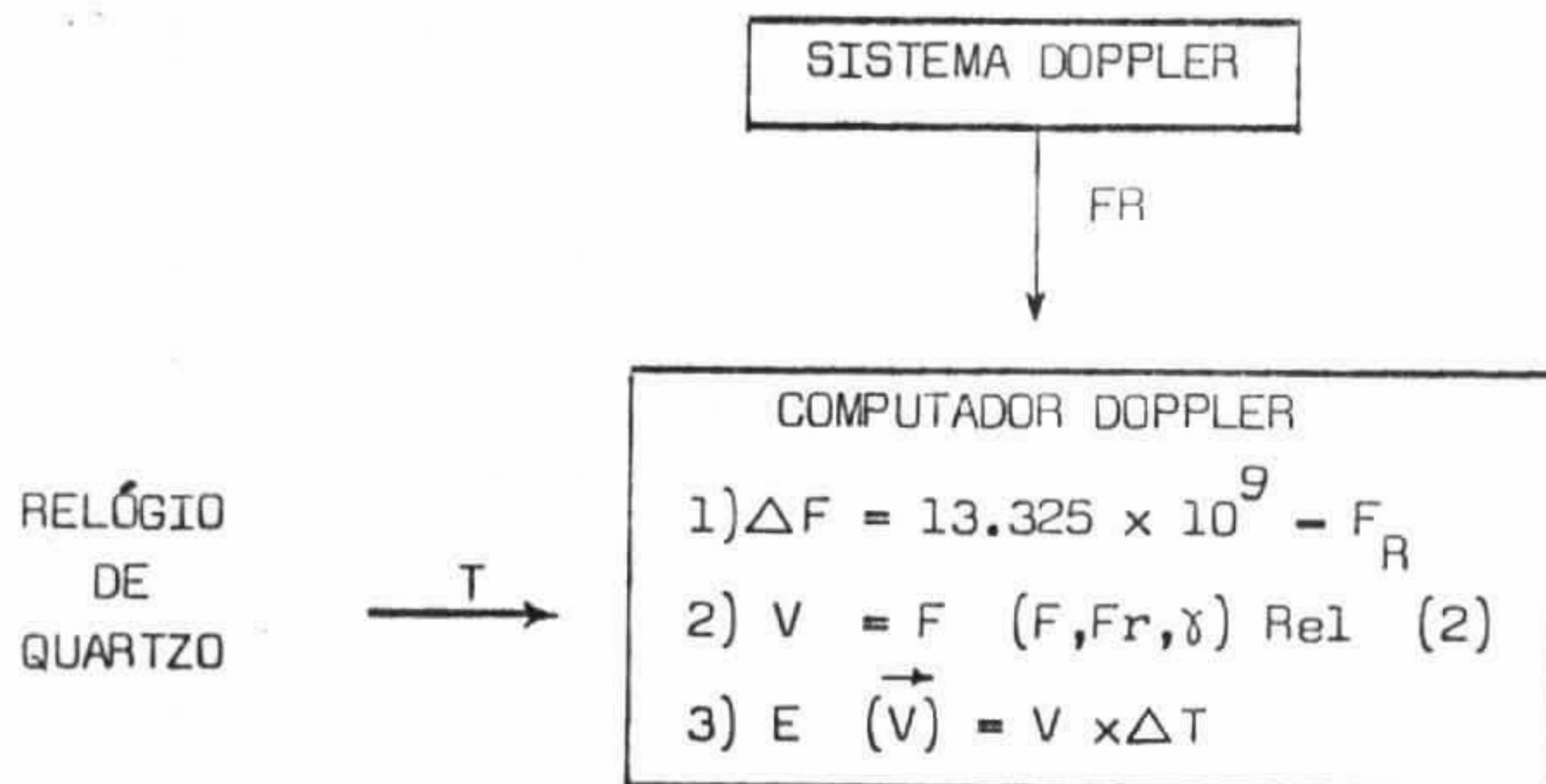


Fig. 3

*Juan*  


O Sistema de Coordenadas Doppler tem por eixo das abcissas a reta paralela à rota programada que passa pelo ponto inicial do perfil, e por eixo das ordenadas uma reta normal à mesma ( fig. (4) ).

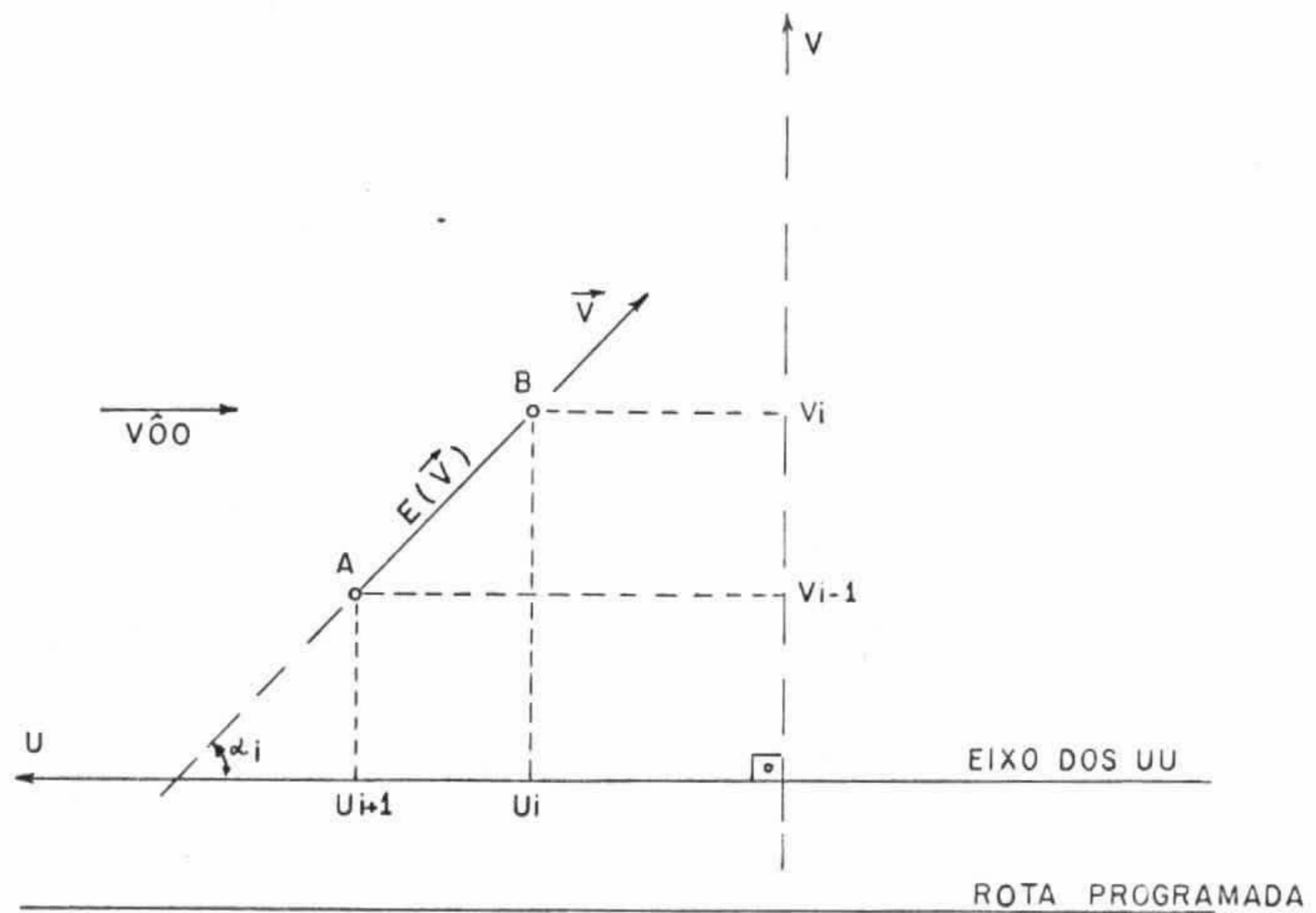


Fig. 4

As coordenadas  $U_i$  e  $V_i$  ( ALONG - TRACK E ACROSS - TRACK) serão portanto:

$$\begin{aligned} U_i &= U_{i+1} - E(\vec{V}) \cos \alpha_i \\ V_i &= V_{i-1} \pm E(\vec{V}) \operatorname{sen} \alpha_i, \end{aligned} \quad (3)$$

sendo  $\alpha_i$  o ângulo que o vetor velocidade  $\vec{V}$  faz com a rota programada. Note-se que o sentido do eixo das UU (along-track) é oposto ao sentido do vôo.

*Juan*

Veremos a seguir como o Computador Doppler recebe a informação  $\alpha_i$  e como calcula as coordenadas  $U_i$  e  $V_i$ .

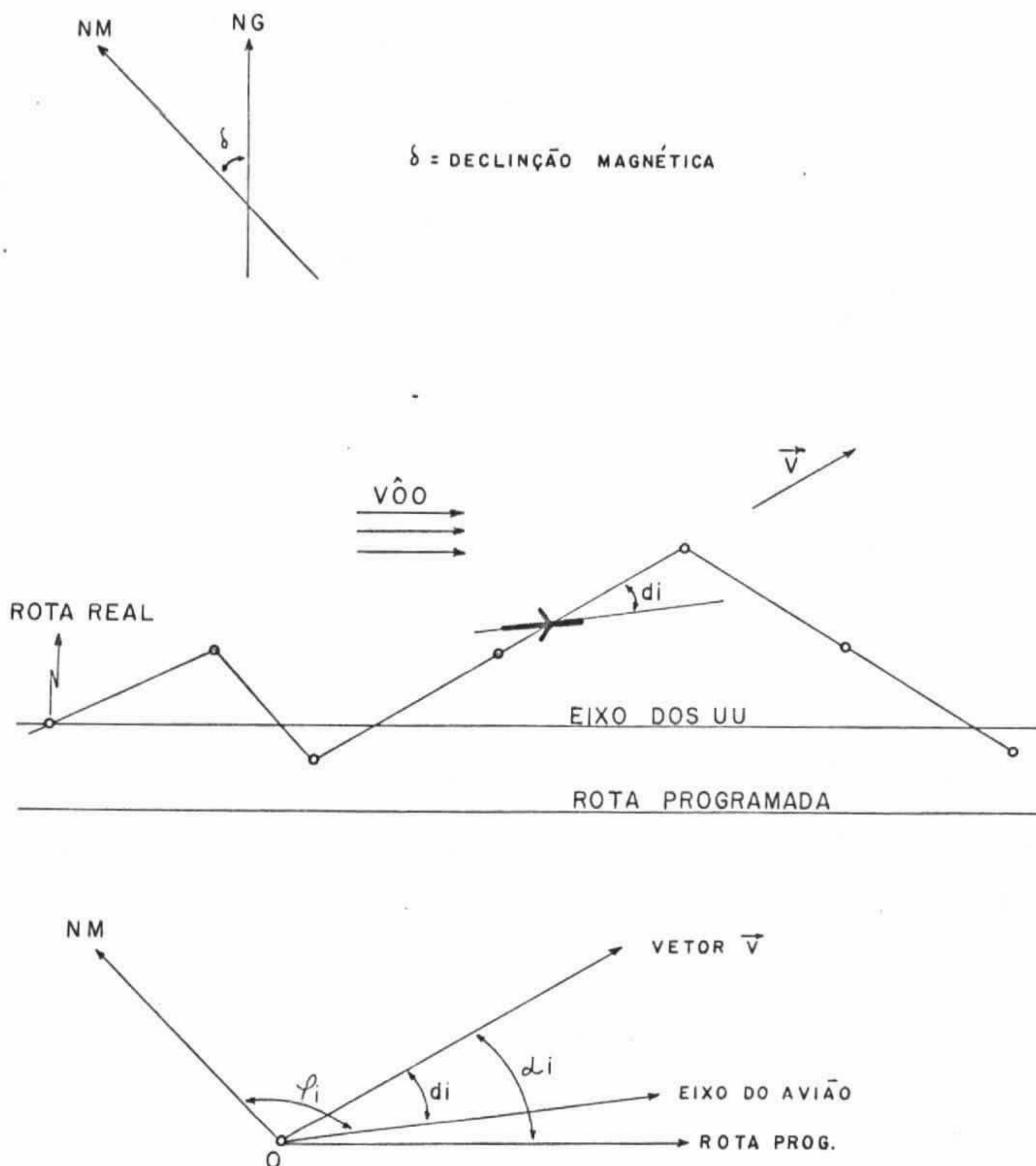


Fig. 5

O ângulo (NM - Direção de vôo) é o curso programado para o perfil (constante).

O ângulo formado pela direção do NM e o eixo do avião ( $\psi_i$ ) é fornecido ao Computador Doppler continuamente por um GIROSCÓPIO associado ao Sistema.

O ângulo entre o vetor  $\vec{V}$  e o eixo do avião (Drift  $d_i$ ) é também fornecido continuamente pela Antena Doppler ao Computador.

O Computador calcula então  $\alpha_i$  pela relação:

$$\alpha_i = \text{Curso} - \gamma_i + d_i \quad (4)$$

Por desenvolvimento em Série de Taylor estabelece os valores de  $\sin \alpha_i$  e  $\cos \alpha_i$  e através das relações (3) determina as Coordenadas Doppler  $U_i$  e  $V_i$ .

A informação  $(U_i, V_i)$  é dada a cada 20 segundos para o Registro Digital.

O programa AIRN da PRAKLA transforma posteriormente  $U_i$  e  $V_i$  em Coordenadas UTM (X e Y).

#### REGISTRO

O registro digital da marca de tempo, along-track e across-track, que compõe o registro síncrono é composto de 12 algarismos:

$$\underbrace{2\ 1\ 4\ 0}_{\text{Zeit}} \quad \underbrace{6\ 0\ 4\ 2}_{\text{along-tr.}} \quad \underbrace{0\ 0\ 0\ 3}_{\text{across-tr.}}$$

- Uma unidade de marca de tempo (Zeit) corresponde a 20 segundos, logo  $2140 = 11^h\ 53'\ 20''$ .

- As unidades de along-track e across-track são representadas em dezenas de metros.

$$6042 = 60,42 \text{ km}$$

$$0003 = 00,03 \text{ km ou } 30 \text{ metros}$$

*Assinatura*  




- O valor do along-track decresce com o sentido do vôo.
- O valor do across-track (desvio) pode ser positivo ou negativo (quando à direita ou à esquerda do sentido de vôo), o primeiro caso está descrito acima; quando negativo aparecerá registrado seu complemento ( $- 30 \text{ m} = 9997$ ).

*Handwritten signature*



CPRM

# ANEXOS

ANEXO 1RELATÓRIO DE VISITA À FEIRA INDUSTRIAL DE HANNOVERGeneralidades

Maior mostra industrial da Europa, a Feira congrega anualmente indústrias de todo o mundo, com predominância de firmas européias ou filiais de firmas estrangeiras, que expõem seus produtos num local tradicional em Hannover - Messegelände.

Nos pavilhões da Feira são expostos os produtos e discutidos projetos industriais, ao mesmo tempo que em salas de reuniões são proporcionados conhecimentos técnicos da maior atualidade.

Em 1972, a Feira ocupou 984 000 m<sup>2</sup> dos quais 762 000 m<sup>2</sup> situados nos 22 pavilhões espalhados pela "Messegelände". Vôos e trens especiais facilitaram a afluência de industriais e comerciantes.

As principais áreas industriais representadas neste ano estão relacionadas adiante:

- Aerotécnica/Técnica de secagem
- Aparelhos automáticos a moeda
- Construção eletrônica
- Distribuição de energia elétrica
- Eletrônica recreativa
- Ferramentas
- Ferro, aço, metais não ferrosos
- Frio industrial
- Geração e transformação da energia elétrica
- Informática
- Instalação elétrica



ANEXO 1 (continuação)

- Luminotécnica
- Máquinas de construção
- Máquinas motrizes de combustão interna
- Máquinas para produção de materiais de construção
- Materiais de construção/Elementos préfabricados
- Mecânica de precisão e ótica
- Plásticos
- Química e plásticos
- Técnica de solda e corte
- Técnica de tratamento de superfícies
- Técnicas de medição, verificação, regulagem e automatização
- Telecomunicação
- Termotécnica
- Transmissão e engrenagens
- Tratamento d'água

Três temas foram objeto de conferências especiais (expostas em língua alemã):

- Congresso Técnico CeBIT 1972  
Tema geral - "Informática-um desafio constante"  
Período - 24 a 27.04.72  
Horário - 09:00 - 13:00 horas
- Congresso Técnico para Refrigeração  
Tema geral - "Técnicas de refrigeração em centros esportivos para escolas e competições"  
Período - 25.04.72  
Horário - 09:000 - 13:00 horas

*Handwritten signature*



ANEXO 1 (continuação)

- Congresso Técnico sobre Tratamento de Superfícies  
Tema geral - "Processos modernos para revestimento de superfícies com substâncias orgânicas"  
Período - 25 a 26.04.72  
Horário - 14:00 - 17:00 e 09:30 - 13:00 respectivamente

Centro para Técnicas de Escritório e Informática - CeBIT

Ocupando o pavilhão de entrada da Feira, os estandes do Centro estavam distribuídos segundo os agrupamentos seguintes:

- Máquinas de reprodução
- Máquinas para tratamento de correspondência
- Equipamentos para desenho
- Materiais de escritório em geral
- Artigos para papelaria
- Processamento de dados
- Meios de organização
- Móveis de escritório e cofres-fortes
- Máquinas para operações monetárias
- Máquinas de escritório, equipamentos periféricos e acessórios

718 firmas apresentaram seus produtos; 83% compreendia companhias alemãs ou subsidiárias alemãs de empresas estrangeiras, enquanto poucas extra-europeias se fizeram presentes. O quadro a seguir mostra a participação das firmas no CeBIT, de acordo com o continente e país.



ANEXO 1 (continuação)

<u>CONTINENTE</u>	<u>PAÍS</u>	<u>Nº DE FIRMAS</u>	<u>% TOTAL</u>
EUROPA	Alemanha Ocidental	595	82.87 %
	Alemanha Oriental	1	
	Áustria	6	
	Bélgica	2	
	Bulgária	1	
	Dinamarca	6	
	França	23	
	Holanda	17	
	Hungria	1	
	Inglaterra	28	
	Itália	7	
	Iugoslávia	1	
	Noruega	2	
	Suécia	7	
	Suíça	<u>14</u>	
	116	16.16 %	
AMÉRICA	Canadá	2	
	USA	<u>1</u>	
	3	0.42 %	
ÁSIA	Japão	4	0.55 %

Tratando-se de uma feira predominantemente europeia e voltada para propósitos de mostra mais genéricos, não encontramos muitas informações ligadas a tratamento de dados geofísicos. (Exposições mais específicas se verificam anualmente nos Congressos Internacionais das Sociedades de Geofísica.)

*Juan*  
*et.*  
 11

ANEXO 1 (continuação)

Grande parte dos folhetos colhidos no setor de processamento de dados se limitou assim, às firmas tradicionais, como a IBM, Hewlet-Packard e Calcomp.

No setor de plotadores de mesa, a única informação disponível é a de que a CALCOMP oferece o seu sistema "off-line" 900/728, completo, por um preço de aproximadamente U\$ 80 000,00 FOB Europa. Contudo, sendo a sede em Anaheim, Califórnia, os contatos diretos deverão ser mais elucidativos.

No setor de digitalizadores, a não ser o oferecido pela Hewlet-Packard, como acessório de seu computador de mesa sistema 9800, modelo 20, nada conseguimos apurar. A respeito deste último, podemos informar que suas dimensões não se comparam com o modelo existente na PRAKLA, fabricação da D-MAC, possuindo 1/4 do tamanho deste.

Conclusões

- A Feira Industrial de Hannover representa predominantemente o avanço tecnológico dos países da Europa, considerando que nem todas as firmas mundiais possuem subsidiárias européias ou se fazem presente nesta mostra.
- Informações específicas sobre prospecção geofísica podem ser obtidas preferencialmente nos Congressos Internacionais das associações de classe ou através de contatos diretos com as sedes das companhias especializadas.

*Lucas*  
*[Handwritten signature]*

ANEXO 2

REVISTAS TÉCNICAS DE GEOFÍSICA EXISTENTES NA BIBLIOTECA DA ALFRED BENTZ HAUS

ACTA GEOPHYSICA POLONICA

Frequência de publicação desconhecida

Instytut Geofizyki UW

Warszawa 22

Zwirki i Wigury 93

Polonia

ANNALES DE GEOPHYSIQUE

Publicação trimestral

Centre National de La Recherche Scientifique

15, quai Anatole-France

Paris 7.<sup>e</sup>

França

250,00 Francos/ano

ANNALI DI GEOFISICA

Publicação trimestral

Rivista dell' Instituto Nazionale di Geofisica

Instituto Nazionale di Geofisica

Città Universitaria

00185 Rome

Italy

BEITRAGE ZUR GEOPHYSIK

Frequência de publicação desconhecida

Akademische Verlagsgesellschaft Geest

701 - Leipzig, Sternwartenstrasse, 8

República Democrática Alemã

*Handwritten signature*

ANEXO 2 (continuação)

BOLLETTINO DI GEOFISICA (teorica ed applicata)

Publicação trimestral

Osservatorio Geofisico Sperimentale

34123 Trieste

Italy

BULLETIN OF THE SEISMOGRAPHIC STATIONS

Frequência de publicação desconhecida

The Director

Seismographic Station

University of California

475 Earth Sciences Building

Berkeley, California 94720

U.S.A.

BULLETIN OF THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA

Publicação bi-mensal

2907 Claremont Avenue

Berkeley, California 94705

U.S.A.

CHRONIQUE DE l'U.G.G.I.

Frequência de publicação desconhecida

Union Géodesique et Géophysique Internationale

39 ter rue Gay-Lussac,

Paris 5

França

*Handwritten signature*

ANEXO 2 (continuação)

COMMENTS ON EARTH SCIENCES : GEOPHYSICS

Publicação bi-mensal

Gordon and Breach Science Publishers Ltd.

42 William IV Street

London W. C. 2

England

U\$ 35,00 ou 14,60 Lb/volume (porte pago)

EARTH AND PLANETARY SCIENCE LETTERS

Frequência de publicação desconhecida

North-Holland Publishing Company

P. O. Box 3489

Amsterdam

Holanda

E. O. S. - TRANSACTIONS AMERICAN GEOPHYSICAL UNION

Publicação mensal

2901 Byrdhill Road

Richmond, Virginia 23228

U.S.A.

U\$ 5,00/volume

GEOEXPLORATION

Publicação trimestral

Elsevier Publishing Company

P. O. Box 211

Amsterdam

Holanda

U\$ 15,00/ano

*João*  
*F.*  
*Al.*

ANEXO 2 (continuação)

GEOFISICA INTERNACIONAL

Publicação trimestral  
Instituto de Geofísica, U. N. A. M.  
Torre de Ciencias, 3er. Piso  
México 20, D. F.  
México

GEOFIZYKA I GEOLOGIA NAFTOWA

Frequência de publicação desconhecida  
Kraków, Ul Lukaszewicza 3  
Polonia

GEOPHYSICAL OBSERVATORY REPORT

Frequência de publicação desconhecida  
P. O. Box 378  
Canberra City - A. C. T. 2601  
Austrália

GEOPHYSICAL PROSPECTING (E. A. E. G.)

Publicação trimestral  
30, Carel Van Bylandtlaan  
Haia  
Holanda

GEOPHYSICS

Publicação bi-mensal  
Society of Exploration Geophysicists  
P. O. Box 3098  
Tulsa - Oklahoma 74101  
U. S. A.





ANEXO 2 (continuação)

GEOPHYSIK UND GEOLOGIE

Frequência de publicação desconhecida  
BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft  
701 Leipzig, Talstr. 35  
República Democrática Alemã

ICARUS - INTERNATIONAL JOURNAL OF SOLAR SYSTEM STUDIES

Publicação bi-mensal  
111 Fifth Avenue  
New York, N. Y. 10003  
U.S.A.  
US\$ 32,00/volume

IZVESTIYA - Academie of Sciences U. S. S. R.

Publicação mensal  
American Geophysical Union  
Suite 435, 2100 Pennsylvania Avenue, N. W.  
Washington, D. C. 20037  
U. S. A.

JOURNAL OF GEOMAGNETISM AND GEOELECTRICITY

Frequência de publicação desconhecida  
Society of Terrestrial Magnetism and Electricity  
Geophysical Institute, University of Tokyo  
Tokyo  
Japan  
US\$ 15,00/volume

*Juan*  
*[Signature]*



ANEXO 2 (continuação)

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH

Frequência de publicação desconhecida

American Geophysical Union

Sixth Floor, 1707 L Street, N. W.

Washington, D. C. 20036

U.S.A.

PHYSIKALISCHE BLÄTTER

Publicação mensal

Physik Verlag Mosbach - Baden

Baden

República Federal da Alemanha

105 - DM/ano

PURE AND APPLIED GEOPHYSICS

Frequência de publicação desconhecida

Prof. Mario Bossolasco

Instituto Geofísico, Università, Via Balbi 30

P. O. Box 3145

Genova

Italy

REVIEWS OF GEOPHYSICS AND SPACE PHYSICS

Publicação trimestral

American Geophysical Union

6th Floor, 1707 L Street, N. W.

Washington, D. C. 20036

U.S.A.

US\$ 15,00/ano

*Tran*  
*[Handwritten signature]*



ANEXO 2 (continuação)

REVISTA DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES DE MADRID

Frequência de publicação desconhecida

Calle de Valverde, 22

Madrid

Espanha

STUDIA GEOPHYSICA ET GEODAETICA

Geophysical Institute of the CZECHOSLOVAK Academy of Sciences, PRAHA

Plenum Publishing Co.

227 West 17th Street

New York, N. Y. 10011

U.S.A.

THE GEOPHYSICAL JOURNAL OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY

Publicação trimestral

Society Blackwell Scientific Publications Ltd.

Osney Mead, Oxford OX2 0EL

England

12,50 Lb/volume

THE QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY

Publicação trimestral

Royal Astronomical Society

Burlington House

London, W. 1

England

US\$ 12,00 ou 4,00 Lb/ano



ANEXO 2 (continuação)

ZEITSCHRIFT FÜR GEOPHYSIK

Publicação bi-mensal

2 Hamburg 13, Binderstr. 22

República Federal da Alemanha

105- DM/ano

*Handwritten signature*

EXHIBITORS

Stand  
n°

21	ABEM
28	BARRINGER Research Ltd
27	B.R.G.M.
9	C.G.G.
23	DECCA Survey Ltd
5	DE REGT
14	ELECTRO-TECHNICAL LABS Division / Mandrel Industries Inc.
25	FAIREY Surveys Ltd
2	GEOCOM Inc.
4	GEOMECANIQUE
6	GEOMETRICS
30	GEO-SPACE Corporation
1.	GLOBE UNIVERSAL SCIENCES Inc.
11	G.S.I.
20	LINDQVIST International
18	MOLIMPEX
26	NEWTON ASSOCIATES
22	PETTY Geophysical Ingeneering Company
13	PRAKLA - SEISMOS GMBH
19	PYRAL S.A.
15	RAY GEOPHYSICAL DIVISION. / MANDREL INDUSTRIES Inc.
24	SAPA - HUNTING
3	SCINTREX Ltd
29	SEISCOM - DELTA GROUP
8	SERCEL
7	SIA - SEMA
16	SODERA
12	TECHMATION
17	THOMSON Fils et Cables
10	WESTERN GEOPHYSICAL

Salon OPERA : Stands 1 to 18  
Salon AUBER : Stands 19 to 25  
Salon DELIBES-DEBUSSY : Stands 26 to 30

*Handwritten signature*



XXXIV CONGRESSO INTERNACIONAL DA E.A.E.G. - PROGRAMA DO CONGRESSO  
**EUROPEAN ASSOCIATION OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS**

30, CAREL VAN BYLANDTSLAAN—THE HAGUE, THE NETHERLANDS

**THIRTY FOURTH MEETING**  
**30th, 31st MAY, 1st and 2nd JUNE, 1972**  
**PARIS, FRANCE**

to be held in  
**LE GRAND HOTEL, PLACE DE L'OPERA, PARIS**  
 (Entrance: 1 Rue Auber)

**PROGRAMME COMMITTEE**

The Programme Committee consists of Messrs.:

N. A. ANSTEY  
 C. AYNARD  
 P. GIRAUD  
 H. J. HOOGEVEEN  
 C. NOROTTE

**PROGRAMME**  
**TUESDAY, 30th MAY, 1972**  
**BUSINESS MEETING (SALON BERLIOZ)**

- 09.15 1. Opening by the President  
 2. Minutes of the 33rd Meeting (Hanover)  
 3. Annual Report of the Secretary-Treasurer and Editor  
 4. Declaration of Results of Ballot for Vice-President, Editor and Secretary-Treasurer  
 5. Election of other members of the Council  
 6. Arrangements for the 34th Meeting (Paris) and tentative arrangements for the 35th Meeting.  
 7. Any other business  
 8. Presentation of Awards  
 09.45 Welcome Address by Professor LOUIS LEPRINCE-RINGUET, Member of the Académie des Sciences and Académie Française.  
 Presidential Address  
 10.15 COFFEE BREAK

**TECHNICAL MEETING**

- | <i>Paper nr.</i> |       | SALON BERLIOZ   |
|------------------|-------|---|
| 1                | 11.00 | P. Bois: Fast deconvolution.  |
| 2                | 11.30 | A. Haas, J. R. Viallix, J. Duval and J. M. Fourmann: Determination of coherent three-dimensional velocity distributions.          |
|                  |       | LUNCH   |
| 3                | 14.30 | J. Cassand and P. Magneville: Flexichoc.  |
| 4                | 15.00 | A. Fontanel, Ch. Hemon and B. Thillaye du Boullay: C.D.P. Stacking and holoseismic reconstruction—their action against multiples. |
|                  | 15.30 | BREAK   |
| 5                | 16.00 | G. Chavent and Ch. Hemon: Iterative identification of a model for reflection coefficients.  |
| 6                | 16.30 | D. Michon, P. Tariel and J.B. Beauchamp: Wide line profiling a way of approaching "3-D" seismology.                               |
| 7                | 17.00 | J. M. Bourdaire: Interpretation using wide line profiling.  |
|                  |       | SALON BIZET GOUNOD  |
| 1                | 11.00 | V. K. Gaur and O. P. Verma: Enhancement of electromagnetic anomalies by a conducting overburden (Part II).                        |
| 2                | 11.30 | H. O. Seigel: A progress report on the magnetic induced polarization (M.I.P.) method.   |
|                  |       | LUNCH   |
| 3                | 14.30 | D. Patella: A new parameter for the interpretation of induced polarization field prospecting (time-domain).                       |
| 4                | 15.00 | R. K. Verma: Topographic effects on electromagnetic depth sounding systems.   |
|                  | 15.30 | BREAK   |
| 5                | 16.00 | J. Bertin and J. Loeb: Hand and computer processing of induced polarization transients.   |
| 6                | 16.30 | H. Braekken: Electromagnetic probing of plate-conductors near-surface formations. A model study.                                  |
| 7                | 17.00 | M. N. Nabighian and G. McLaughlin: The electromagnetic pulse (EMP) method of exploration.   |

*Handwritten signature/initials*

WEDNESDAY,

- Paper nr.* SALON BERLIOZ
- 1 08.45 S. D. Brasel: Design of seismic techniques (part A).
  - 2 09.15 S. D. Brasel: Design of seismic techniques (part B).
  - 3 09.45 O. Leenhardt: Lithoseismics, pun or new topic.
  - 4 10.15 C. W. Kerns: Centroid and tapered arrays; design and application.
  - 5 10.45 J. W. C. Sherwood and P. H. Poe: Continuous velocity estimation and seismic wavelet processing.
  - 6 11.15 P. Newman and J. T. Mahoney: Patterns—with a pinch of salt.
  - 7 14.30 H. Weichart: Acoustic waves along oilfilled streamer cables.
  - 8 15.00 B. K. Davies: Exploration using seismic detonating cord in the southern coastal plain of Israel.
  - 15.30 BREAK
  - 9 16.00 E. B. Neitzel: Marine crew improvements in S/N ratio through laboratory simulation.
  - 10 16.30 R. R. Bahia and W. F. Silva: Shaped charge—a powerful explosive surface seismic energy source.

LUI

THURSDAY,

- Paper nr.*
- 1 08.45 D. Marsh: The mini-computer and its use in the Phoenix system.
  - 2 09.15 M. G. Barbier and J. R. Viallix: SOSIE—Implementation and results.
  - 3 09.45 M. G. Barbier: Application of the SOSIE process to landseismology—SEISCODE.
  - 4 10.15 L. J. Meister, T. Valentine and W. Schneider: Application of interactive terminal systems to the interpretation of computer picked reflection information.
  - 5 10.45 T. Valentine: Large scale computers in exploration.
  - 6 11.15 B. F. Biggs: Modern processing—Is it all worthwhile?
  - 7 14.30 L. R. Chapman: Multi-variable seismic displays.
  - 8 15.00 G. Arens, J. Morlet and C. Richard: "SYSIS"
  - 15.30 BREAK
  - 9 16.00 R. Marschall: Improved detection of faults by using correlation techniques.
  - 10 16.30 J. L. Pennacchioni and P. Staron: Filtering organised or random noise in the field.
  - 11 17.00 E. J. Mateker Jr. and Stephen M. Simpson Jr.: Debubbling "maxipulse" seismograms.

LUI

FRIDAY, 2nd

- Paper nr.*
- 1 08.45 B. P. Dash and L. A. Flains: Some developments of autocorrelation matrix techniques in seismic data processing.
  - 2 09.15 G. Márfoldy: Some special measuring methods and a four-channel well-logging apparatus for the prospecting of solid minerals and water.
  - 3 09.45 M. Leandri and C. R. Collin: Shallow seismic reflection.
  - 4 10.15 B. Joncheray: Well velocity survey.
  - 5 10.45 R. Bortfeld: Seismic imaging and seismic modelling.
  - 6 11.15 D. Paturet, R. Guedj, J. C. Legrand and P. Marchal: Models for seismic interpretation.
  - 7 14.30 J. B. Beauchamp, M. Dorel and S. J. Larcher: A propagation model for seismic disturbances in stratified absorbing medium with non-normal incidences and multiple ray paths.
  - 8 15.00 T. Dragašević: Normal moveout expression, multiple waves and velocity analysis.
  - 15.30 BREAK
  - 9 16.00 N. E. Weber, E. Higgins and J. H. Carmichael: Computer enhanced data acquisition methods.
  - 10 16.30 A. Øfsthus: Velocity determination of shear- and longitudinal waves in seismic refraction surveys for engineering purposes.

LUI

*Stian*  


31st MAY, 1972

Paper nr.

## SALON BIZET GOUNOD

- 1 08.45 M. Waeselynck: Magnetotellurics-principle and outline of the recording technique; a case history; results obtained in Europe.
- 2 09.15 D. Boyer, L. Cagniard and Pham Van Ngoc: Principle of a new magneto-telluric—the N.M.T. interpretation theory in the case of horizontally layered terrains.
- 3 09.45 D. Ristow: Pattern recognition with manganese nodule detection.
- 4 10.15 R. S. Middleton: Airborne resistivity with E-PHASE<sup>R</sup> for industrial minerals.
- 5 10.45 H. Braekken: Building the Exploration Geophysics Institute.
- 6 11.15 R. Neumann: High Precision in gravity measurements—recent developments.
- 7 14.30 R. Botezatu: Approximation of gravity anomalies by the least squares method. Some possibilities and limitations.
- 8 15.00 V. P. St. John and H. L. Davies: Gravity and petrological studies of the Papuan ultramafic belt—a major overthrust of the ocean floor.
- 15.30 BREAK
- 9 16.00 R. Botezatu and C. Calota: Crosscorrelation as an aid in simultaneous gravity and magnetic analysis.
- 10 16.30 V. Ilceto: Structural model of the western hinterland of Venice (along Euganean hills).

CH

1st JUNE, 1972

Paper nr.

- 1 08.45 D. Marsden: The automatic fitting of a resistivity sounding by a geometrical progression of depths.
- 2 09.15 G. Finzi-Contini and G. Losito: Frequency and angular dispersions of soil electric parameters investigated by a rotating, contact-excited electric field.
- 3 09.45 L. Alfano: A modified geo-electrical proceeding by means of dipole arrays; an example of application to deep explorations.
- 4 10.15 P. Cosentino and V. Ficarra: An electrode arrangement for buried masses prospecting.
- 5 10.45 G. Finzi-Contini, M. Marchisio and G. Losito: Frequency spectra of wet rocks electric responses studied through distributions of geophysical parameters.
- 6 11.15 A. Norinelli, G. Benvenuti and G. Finzi-Contini: A geo-electrical model for possible sea sediments situations.
- 7 14.30 A. Duprat, F. Golé and J. P. Rocroi: Examples of automatic processings applied to the interpretation of electrical soundings.
- 8 15.00 C. R. Collin, A. Salvi, D. Lemercier, P. Lemercier and F. Robach: High sensibility differential magnetometer.
- 15.30 BREAK
- 9 16.00 S. E. Hjelt: Experiences with automatic magnetic interpretation using the thick plate model.
- 10 16.30 N. Debeglia, A. Gerard and P. Griveau: Three-dimensional interpretation of magnetic maps by frequency domain techniques.
- 11 17.00 A. A. Ogilvy and V. A. Bogolslovsky: Electrometric observations of antifiltrational cementation curtains.

CH

1st JUNE, 1972

Paper nr.

- 1 08.45 P. Morgan: Disposable thermometer strings for subsurface temperature measurements.
- 2 09.15 B. P. Dash and M. A. Olorunniwo: Design characteristics and applications of polarization filters for band-varying signals.
- 3 09.45 R. E. White: The estimation of signal spectra and related quantities by means of the multiple coherence function.
- 4 10.15 B. Bourrouilh: Exemples de procédés d'analyse et de traitements optiques de l'information sismique.
- 5 10.45 D. Enescu, L. Cornea and Anca Georgescu: The modelling of the explosion process as a source of compressional and shear waves.
- 6 11.15 G. M. Habberjam: The use of observational space in seismic refraction techniques.
- 7 14.30 T. Kayiran: Propagation des ondes coniques dans un milieu à n couches et à pendage variable.
- 8 15.00 M. Leandri and C. R. Collin: Practical study of vibrations from blasting with or without presplitting.
- 15.30 BREAK
- 9 16.00 M. La Porte, J. Lakshmanan, M. Lavergne and C. Willm: Seismic measurements by transmission; application to civil engineering.
- 10 16.30 H. J. Zschau: Application of resistivity measurements to the solution of tectonical problems in the Saar area, Germany.

CH

*Luau*

## ANNOUNCEMENTS

A registration office at the hotel will be open from 14.00 till 18.00 hrs on Monday, 29th May, and throughout the hours the meeting is in progress, rendering all possible assistance to those attending the meeting. Summaries of papers, tickets for the excursions and the banquet may be obtained from this office. Two lecture halls will be used for parallel sessions on different subjects. They will be furnished with projectors for slides of 5 × 5 cm, 7 × 7 cm, and 8 × 8 cm. The slides should be marked in a standard manner so that the operator cannot insert them wrongly.

An exhibition on geophysical equipment will be held in Le Grand Hotel during the meeting. The exhibition will be open from 9.00 to 18.30 hrs, May 30th to June 1st, and from 9.00 to 14.00 hrs. on June 2nd.

## SOCIAL EVENTS

*Tuesday, 30th May*

09.15 Opening session for participants and ladies in the Salon Berlioz of Le Grand Hotel.

*Wednesday, 31st May*

20.00 Cocktail Party, offered by a group of French companies and organisations.

*Friday, 2nd June*

20.00 Banquet in Le Grand Hotel.  
Price including wine, service and tax F. 65,— per person.

## EXCURSIONS

*Tuesday, 30th May*

14.00 Bus ride around modern Paris (F. 20)  
or historical Paris (F. 20)  
21.30 Illuminations Tour (F. 20)

*Wednesday, 31st May*

09.30 Visit to the Louvre Museum.  
14.00 Fashion show. Details and price available at the registration desk.

*Thursday, 1st June*

09.30 Bus ride to Versailles and Fontainebleau.  
Full day excursion (F. 50; lunch not included)  
Return 19.00 hrs.  
21.30 Evening Cruise along Seine (F. 11; duration 1½ hrs)

*Friday, 2nd June*

09.30 Bus ride to Chartres Cathedral.  
Full day excursion (F. 50; lunch not included)  
Return 18.30 hrs.

*Saturday, 3d June and Sunday, 4th June*

Two-day excursion to the "Loire Castles".  
Price F. 250 per person, inclusive hotel and meals.

Other excursions might be arranged.

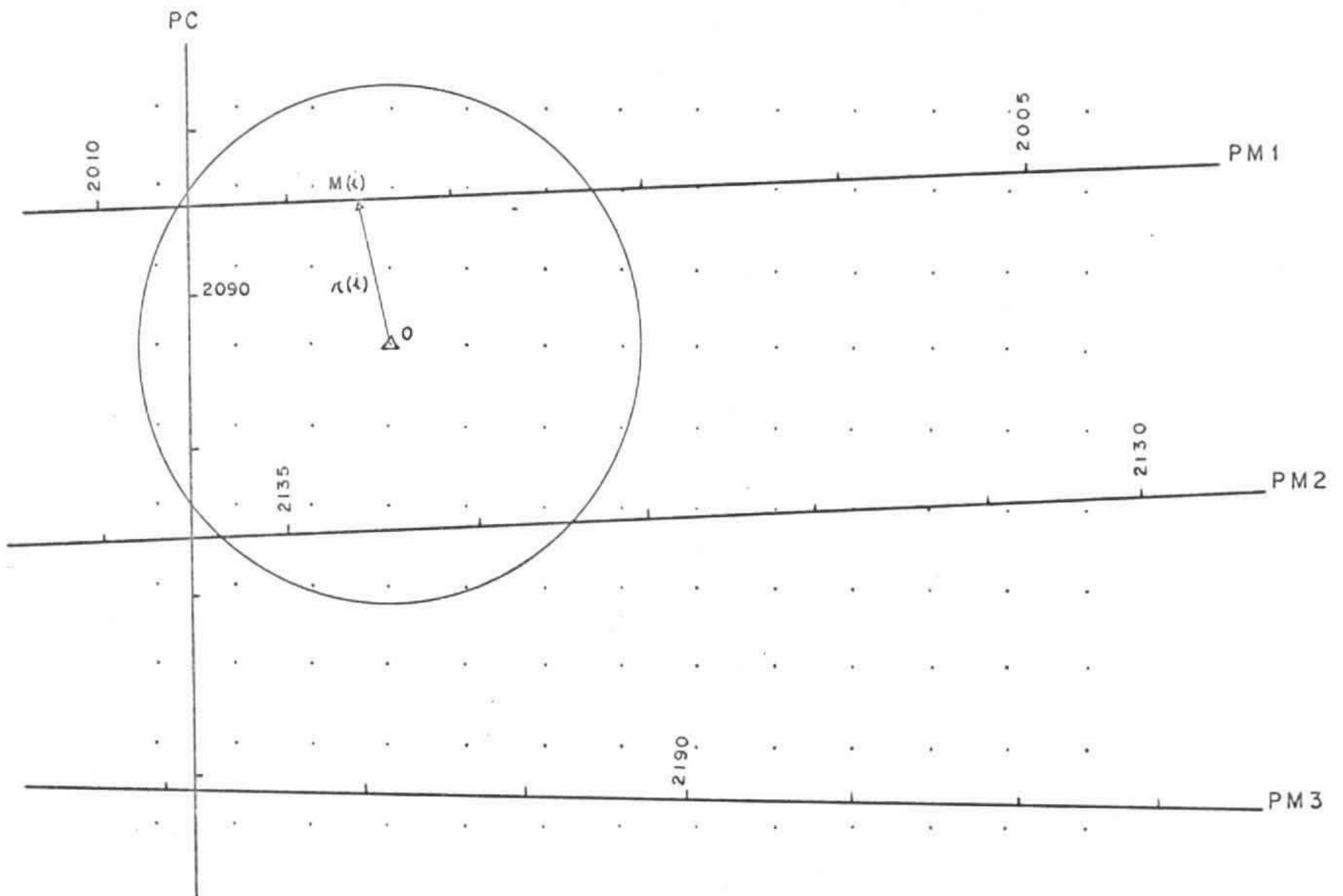
Further information on all excursions can be obtained at the registration desk.

*Alan*  




ANEXO 5

Programa NETZ - Círculo de Influência

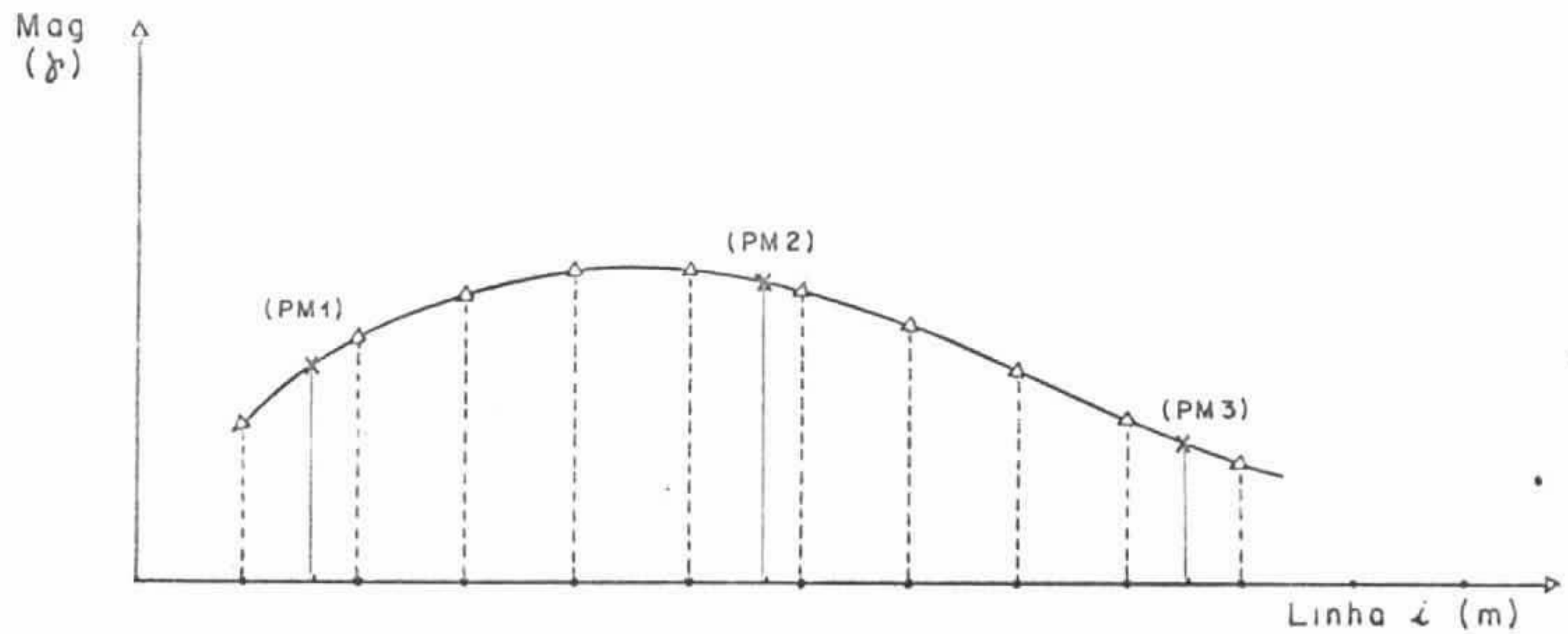
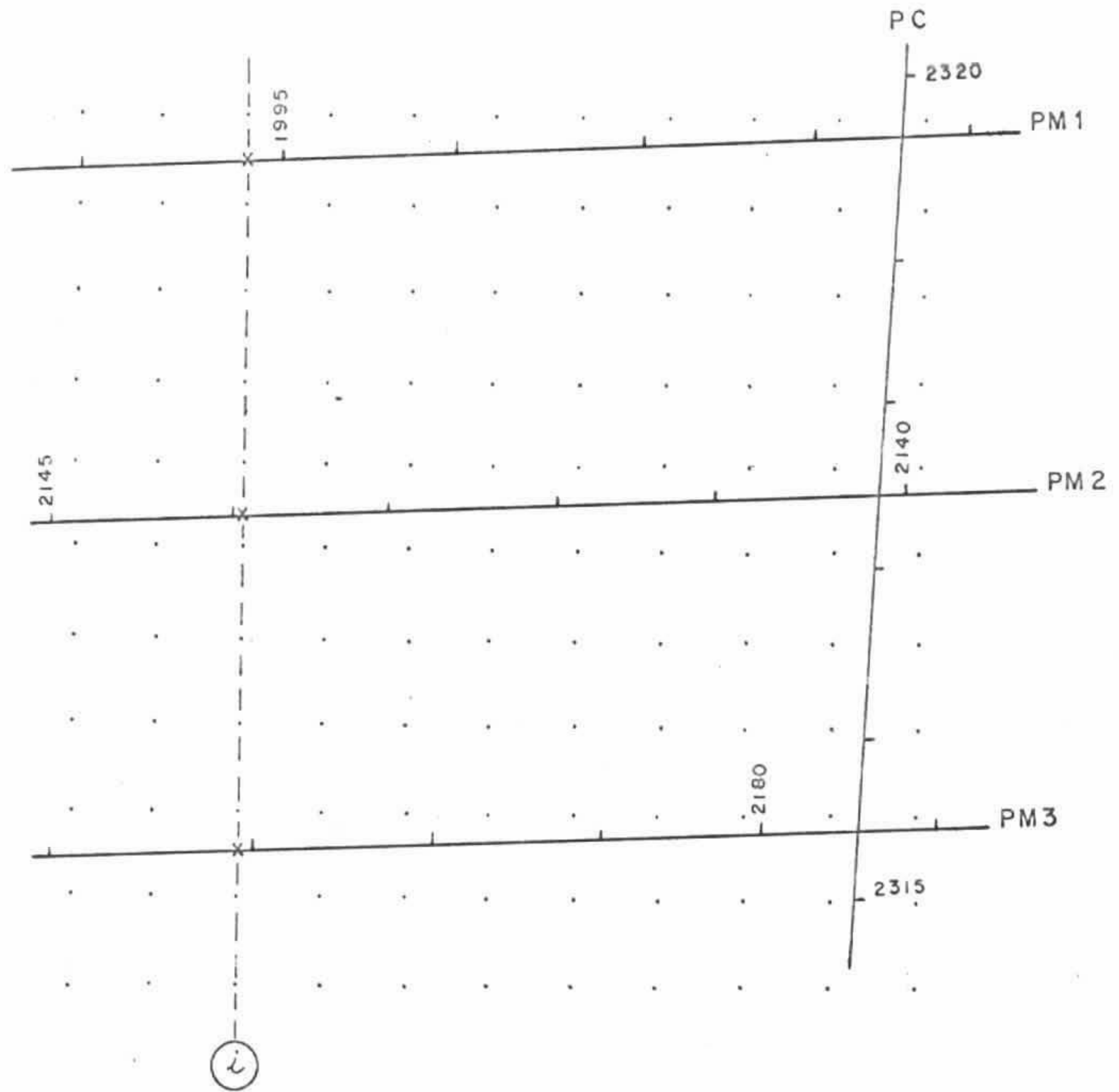


$$\bar{M}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n M(i) r(i)}{\sum_{i=1}^n r(i)}$$

*Handwritten signature*

ANEXO 6

Programa NETZ - Interpolação Parabólica



*Handwritten signature*

Auftragsname: \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_

Profil: \_\_\_\_\_

angegeben am/von: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 19\_\_\_\_/\_\_\_\_

abgelocht am/von: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 19\_\_\_\_/\_\_\_\_

o perfil a ser corrigido de uma área nova listagem, caso ainda haja erros.  
nome do programa

data da correção

nº do perfil

nº de ordem do perfil  
novo nº do perfil

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
2a	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
2b	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
3	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
4	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
5	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
6	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
7	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
8	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
9	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			
0	A	A	A	I	R	V	1	4	.	0	3			

GRAPEL - 7706 - PELOTAS - 4/69

*Handwritten signature*

ANEXO 8

BIBLIOGRAFIA

- B.f.B , 1 971 - Tätigkeitsbericht für die Haushaltsjahre 1 969 und 1 970,  
Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.
  
- Bosschart. R.A., 1 968 - "Ground EM Prospecting", Mining in Canada, December,  
(separata).
  
- Grant, F.S. and West, G.F., 1 965 - Interpretation Theory in Applied Geophysics, McGraw-Hill Book Co., N. York.
  
- Morley, L.W. (Editor), 1 967 - Mining and Groundwater Geophysics, 1 967, Geological Survey of Canada, Ottawa.
  
- Omnes, G. .... - "Comparison of Different Induced Polarization Techniques",  
Compagnie Generale de Geophysique, Paris.
  
- Parasnis, D.S., 1 966 - Mining Geophysics, Elsevier Publishing Co., Amsterdam.
  
- PRAKLA-Seismos - "Manual de Instruções para Utilização de Programas" (Inter  
no), Hannover.
  
- \_\_\_\_\_ - Rundschau n° 39, Hannover.
  
- \_\_\_\_\_ - Prakla-Seismos Report, 1 972, Hannover.
  
- SEG, 1 967 - Mining Geophysics, Vol.II, Society of Exploration Geophysicists,  
Tulsa, Okla.
  
- Seigel, H.O., 1 970 - "Induced Polarization Method", Mining in Canada, October  
(separata).

