

RELATÓRIOS
VIAGEM
70

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DNPM/CPRM

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL - ALEMANHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

REALIZADO NA REPÚBLICA

FEDERAL DA ALEMANHA

CARLOS ALBERTO HEINECK

Geólogo - CPRM

Rel.
VIAGEM
DAP
70



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DNPM / CPRM

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL - ALEMANHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA
REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA

Abril de 1973



CARLOS ALBERTO HEINECK
Geólogo - CPRM

APRESENTAÇÃO

O Convênio Geofísica Brasil-Alemanha (CGBA), celebrado a 1º de junho de 1970, entre a República Federativa do Brasil e a República Federal da Alemanha, prevê, no artigo 2, parágrafo 3, o envio de técnicos brasileiros às organizações alemãs, com a finalidade de receberem treinamento em trabalhos de processamento e interpretação geoquímica.

Em cumprimento a esta programação, o autor do presente relatório foi designado para estagiar no Bundesanstalt für Bodenforschung (BfB), em Hannover, Alemanha, durante um período de aproximadamente seis meses.

De acordo com as disposições regulamentares, é apresentado o Relatório de Estágio, efetuado de 15.9.72 a 15.3.73.

Na parte introdutória, constante do item Informações Gerenciais, encontram-se expostos os objetivos visados, cronograma do estágio e contatos mantidos para a sua execução. Além disto, e após uma descrição resumida dos trabalhos realizados, são apresentados uma análise crítica do estágio, conclusões, recomendações e agradecimentos.

Os conhecimentos adquiridos em organização, avaliação e interpretação de dados geoquímicos encontram-se descritos no Relatório Técnico de Estágio.

Belo Horizonte, 16 de abril de 1973

Carlos Alberto Heineck

CARLOS ALBERTO HEINECK

ÍNDICE

	pag.
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos do Estágio.....	1
1.2. Cronograma.....	1
1.3. Contatos Mantidos.....	1
2. TRABALHOS REALIZADOS.....	2
2.1. Generalidades.....	2
2.2. Missão Geológica Alemã na Nigéria.....	2
2.3. Convênio SUDENE/MGA (Bahia).....	5
2.4. Prospecção Geoquímica de San Luís (Argentina)....	6
2.5. Convênio Geofísica Brasil/Alemanha.....	6
3. ANÁLISE CRÍTICA DO ESTÁGIO.....	10
4. CONCLUSÕES.....	11
5. RECOMENDAÇÕES.....	12
6. AGRADECIMENTOS.....	13
7. RELATÓRIO TÉCNICO DO ESTÁGIO.....	14
7.1. Dados: Coleta e Portadores.....	14
7.2. Avaliação Estatística dos Dados.....	21
7.3. Representação Gráfica dos Resultados.....	34
7.4. Bibliografia.....	39

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objetivos do Estágio

No Ofício nº 230/PR/72 de 22 de agosto de 1972, endereçado ao Digníssimo Ministro do Estado das Minas e Energia, Professor Antonio Dias Leite Júnior, 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 eletrônico, efetuado em Hannover (República Federal da Alemanha), dos dados resultantes da etapa de campo correspondente à fase inicial de prospecção geoquímica, junto ao Serviço Geológico Alemão (B.f.B).
- Proporcionar treinamento especializado nas modernas técnicas de prospecção geoquímica.

1.2. Cronograma

- 15.09.72 - Saída do Rio de Janeiro
- 16.09.72 - Chegada em Hannover (RFA)
- 18.09.72 - Apresentação no Bundesanstalt für Bodenforschung (B.f.B), com início do estágio
- 09.03.73 - Término do estágio no B.f.B, em Hannover
- 15.03.73 - Apresentação no escritório da CPRM no Rio de Janeiro.

1.3. Contatos Mantidos

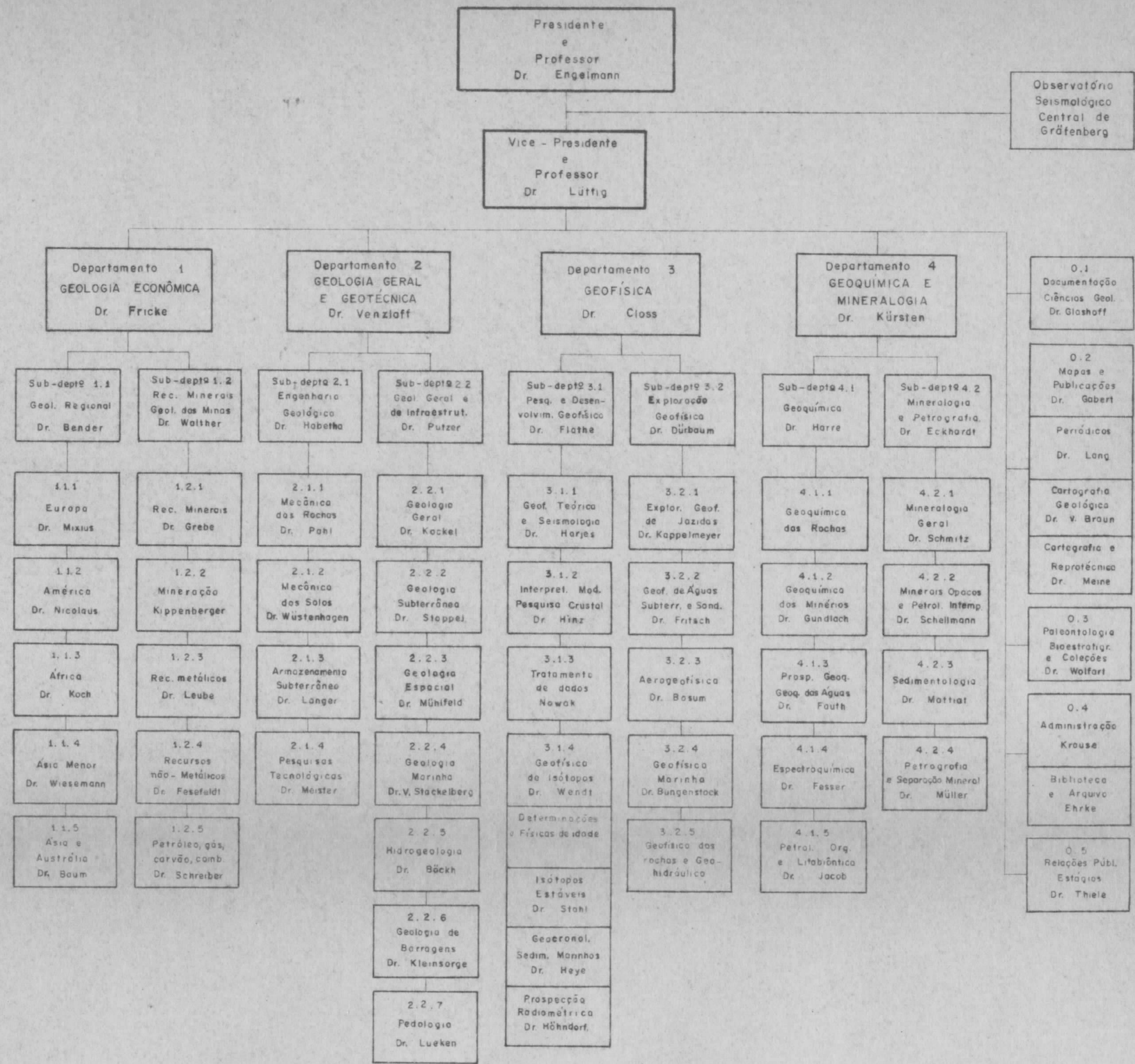
Durante o estágio realizado no Bundesanstalt für Bodenforschung, o relacionamento restringiu-se, praticamente, ao pessoal que efetua a avaliação e interpretação dos dados de prospecções geoquímicas, além dos técnicos do centro de

cálculo.

Os trabalhos, que se desdobraram desde a organização das informações até a interpretação final dos resultados, contaram com a orientação do Dr. Günter van den Boom, chefe de um dos setores de geoquímica do B.f.B, e do Dr. Arndt Müller, em especial do primeiro, participando ainda o Dr. Lothar Hahn e o Dr. Peter Gehnes das fases de avaliação e de pesquisas especiais, bem como os técnicos de mineração Dieter Neumann e Lothar Gast, que efetuaram interpretações estatísticas manuais e confeccionaram os mapas de amostragem e de distribuição geoquímica. O Dr. E. Mundry prestou a indispensável assessoria na utilização dos diversos programas de processamento eletrônico de dados geoquímicos, inclusive elaborados, na sua maior parte, por este matemático.

Dentre estes técnicos, o Dr. G. van den Boom e Dieter Neumann já estiveram no Brasil em épocas anteriores ao estágio, realizando, respectivamente, trabalhos de prospecção geoquímica e de levantamentos magnetométricos.

O quadro apresentado a seguir mostra o organograma do Bundesanstalt für Bodenforschung, órgão do Ministério da Economia da Alemanha.



Calh

2. TRABALHOS REALIZADOS

2.1. Generalidades

Tendo em vista que os dados referentes às informações de campo e análises químicas da prospecção geoquímica de diversas áreas nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, nem sempre forneciam um volume de trabalho suficiente no que concerne a um treinamento mais intenso, tornou-se necessária também uma participação em outros projetos. Assim é que foram efetuados trabalhos de avaliação de dados da Missão Geológica Alemã na Nigéria, do Convênio SUDENE - Missão Geológica Alemã (prospecção de cobre na Bahia), da prospecção geoquímica de San Luís (Argentina) e do próprio Convênio Geofísica Brasil/Alemanha.

Neste sentido, cabe salientar que os dados referentes à prospecção de cobre na Bahia, constituíam simplesmente um retrabalhamento através de processamento eletrônico e o uso de novos métodos, uma vez que o projeto já havia sido encerrado e uma avaliação manual possibilitara a obtenção inicial de resultados. Quanto ao tratamento de dados da prospecção geoquímica de San Luís, o mesmo fazia parte do treinamento de dois técnicos argentinos, que se encontravam no B.f.B durante a mesma época do estágio. Os trabalhos realizados em cada um dos projetos encontram-se discriminados a seguir.

2.2. Missão Geológica Alemã na Nigéria

(a) Preenchimento de fichas de dados numéricos de exploração geoquímica, contendo as análises químicas dos elementos Pb, Cu, Zn, Co e Ni, as coordenadas dos pontos de amostragem e os números das amostras dos trabalhos efetuados nas seguintes áreas: granito Barbara (GTB), quartzo-diorito Da

nielle (DTD), Eberjegui Pluton (EBP), aplitos de Barghot-Afassas, veios de Proche-Ténéré (PTG), Proche-Ténéré-Molasse (PTM), diorito Ina (DTI) e metagabro Germaine (MGG).

(b) Perfuração de cartões na máquina IBM 29, com o auxílio de um cartão-guia (Steuerkarte), referentes aos dados das análises químicas, coordenadas geográficas e número dos pontos de amostragem da prospecção geoquímica de Eberjegui-Pluton (EBP) e Proche-Ténéré-Molasse (PTM).

(c) Interpretação estatística de dados geoquímicos, com cálculo da frequência, frequência acumulada e frequência acumulada relativa, construção da curva de frequência cumulativa e definição dos parâmetros geoquímicos dos elementos Pb, Cu, Zn, Co e Ni da prospecção de Proche-Ténéré-Gänge (PTG), Proche-Ténéré-Molasse (PTM), Eberjegui-Pluton e granito Barbara.

(d) Confecção manual de mapas de isanomalias dos elementos Pb, Cu, Zn, Co e Ni da prospecção geoquímica do quartzo-diorito Danielle (DTD) e do granito Barbara, com interpretação dos mapas.

(e) Cálculo e perfuração de cartões de parâmetros para a confecção por processamento eletrônico de mapas de símbolos de Pb, Cu, Zn, Co e Ni da prospecção de Barghot-Afassas.

(f) Obtenção de fitas perfuradas, através de programa para o computador IBM 1620, para os mapas de símbolos de Pb e Cu de veios de Proche-Ténéré-Gänge (PTG), de Pb, Cu, e Zn de Proche-Ténéré-Molasse (PTM) e de Pb, Cu, Zn, Co e Ni do granito Barbara (GTB) e do metagabro Germaine (MGG).

(g) Traçado de mapas de símbolos no "plotter" Graphomat, com o uso de fitas perfuradas, para representar a

distribuição dos elementos Pb, Cu, Zn, Co e Ni do quartzo-diorito Danielle (DTD) e de veios de quartzo de Tchebalarlare - (TCG), de Pb e Cu do granito Tchebalarlare e de Proche-Ténére -Gänge (PTG), e de Pb, Cu e Zn de Proche-Ténére-Molasse (PTM); a distribuição de Cu de Tchebalarlare-Gänge (TCG) e a de todos os elementos analisados do quartzo-diorito Danielle (DTD), foi traçada também sobre mapas geológicos-estruturais, para efeito de facilitar a interpretação, bem como a de Pb do metagabro Germaine (MGG) e Cu da região de Barghot-Afassas.

(h) Perfuração de cartões de parâmetros para o programa "STATKO" de processamento da estatística do granito Barbara (GTB), diorito Ina (DTI), metagabro Germaine (MGG) e outros.

(i) Traçado de mapas, no "plotter" Graphomat, de isóteores de Cu e Co, e de vetores da correlação Co/Zn, referentes ao quartzo-diorito Danielle (DTD), através de fitas perfuradas.

2.3. Convênio SUDENE - MGA (Bahia)

(a) Digitalização de coordenadas de pontos de amostragem, nas áreas denominadas Tabuleiro do Papagaio, Sítio do Chico e Patamuté, com a obtenção de fitas perfuradas.

(b) Traçado de mapas de amostragem das referidas áreas, através de fitas perfuradas confeccionadas para o "plotter" Graphomat.

(c) Relacionamento das análises químicas dos elementos Cu, Ni e Co, separação dos dados de acordo com unidades litológicas e perfuração de cartões com o auxílio de um cartão-guia (máquina IBM 29), para o processamento eletrônico da estatística.

2.4. Prospecção Geoquímica de San Luís (Argentina)

(a) Preparação de mapas de amostragem dos mosaicos 8D e 8G, referentes à prospecção geoquímica dos elementos Pb, Cu e Zn, e cálculo das coordenadas dos pontos de amostragem do mosaico 8D.

(b) Perfuração de cartões na máquina IBM 29 com os dados de coordenadas geográficas, análises químicas de Pb, Cu e Zn, e unidades litológicas dos mosaicos 8D e 8G.

(c) Cálculo e perfuração de cartões de parâmetros para o programa de mapas de amostragem dos mosaicos 8D e 8G.

(d) Confecção de fitas perfuradas, com o uso do computador IBM 1620, para os mapas de amostragem dos mosaicos 8D e 8G, posteriormente traçados através do "plotter" Graphomat.

(e) Cálculo e perfuração de cartões na máquina IBM 29 com os parâmetros para a estatística (programa ... STATKO), calculada no computador UNIVAC 1108 da Universidade Técnica de Hannover.

(f) Confecção de fitas perfuradas no computador IBM 1620, para os mapas de símbolos de Pb, Cu e Zn (meta-mórficas, granitos e migmatitos) dos mosaicos 8D e 8G, com o uso do programa SYMBOLKARTE.

(g) Traçado de mapas de símbolos no "plotter" Graphomat, com a distribuição de Pb, Cu e Zn dos mosaicos 8D e 8G, com parâmetros estatísticos distintos conforme as unidades geológicas (rochas metamórficas, granitos e migmatitos).

2.5. Convênio Geofísica Brasil/Alemanha

(a) Preenchimento de fichas de dados numéricos

tados.

Cal

N. 133.001.634

Cal

N. 133.001.634

de exploração geoquímica, com as análises de Pb, Cu, Zn, Ni, Co e Li da amostragem de solo de Pitangui-Norte.

(b) Perfuração de cartões na máquina IBM 29 com os dados das análises químicas dos elementos Pb, Cu, Zn, Ni, Co e Li, coordenadas geográficas e números das amostras contidos em listas de laboratório (Pitangui-Norte, Morada Nova de Minas, Ipanema e Pocrane), e fichas OCR (prospecção de Argenita I e III).

(c) Trabalhos de correção de dados de fichas OCR contendo análises e coordenadas dos pontos de amostragem das áreas denominadas Serra da Canastra e Pratinha, e correção dos dados dos cartões perfurados de Argenita I e III, Morada Nova de Minas, Ipanema e Pocrane.

(d) Interpretação estatística de dados geoquímicos, com cálculo da frequência, frequência acumulada e frequência acumulada relativa, construção da curva de frequência cumulativa e definição dos parâmetros geoquímicos dos elementos Zn, Cu, Ni, Co, Pb e Li de Pitangui-Norte (com separação das unidades estratigráficas Minas e Bambuí) e Argenita I e III, de Pb, Cu, Zn e Ni de Felixlândia e Buenópolis, de Pb e Zn (log-intervalos de 0.1 e 0.05) de Lagoa Branca, e de Cu e Pb de Alvarenga e Conselheiro Pena.

(e) Confecção manual de mapas de isanomalias dos elementos Zn, Cu, Co, Pb e Li da prospecção geoquímica de Pitangui-Norte (Grupo Bambuí), e Cu e Ni da unidade Minas (mesma área).

(f) Elaboração do mapa integrado das anomalias e halos de "threshold" dos elementos Zn, Cu, Co, Pb e Li do Grupo Bambuí, referentes à prospecção geoquímica na área de Pitangui-Norte (amostragem de solo), e interpretação dos resultados.

(g) Cálculo e confecção dos cartões de parâmetros para o programa de mapa de amostragem (Bohrpunkten, de E. Mundry) de Morada Nova de Minas.

(h) Traçado de mapas de pontos de amostragem, com o uso de fitas perfuradas para o "plotter" Graphomat, das áreas Pitangui-Norte e Morada Nova de Minas. A partir dos cartões de dados, há uma fase de confecção de fita perfurada, através de programa para o computador IBM 1620.

(i) Preparação manual de mapas de símbolos com a distribuição dos elementos Zn e Pb (Felixlândia), e Zn, Pb e Cu (Buenópolis), com o uso de papel adesivo colorido.

(j) Separação dos dados de Ipanema-Pocrane e da área denominada "Oeste", segundo características litológicas, para a interpretação estatística.

(k) Cálculo e confecção dos cartões de parâmetros para o programa STATKO (estatística) de Morada Nova de Minas e Ipanema-Pocrane, processada no computador UNIVAC 1108 da Universidade Técnica de Hannover. Interpretação dos resultados da avaliação estatística.

(l) Cálculo e confecção dos cartões de parâmetros com base na estatística manual ou computada, para o programa de mapas de símbolos dos elementos Zn, Ni, Co, Pb, Cu e Li de Ipanema-Pocrane.

(m) Confecção de fitas perfuradas, no computador IBM 1620, para os mapas de símbolos com a distribuição de Ni, Co, Zn e Pb de Ipanema-Pocrane, e de Li de Pitangui-Norte, a partir de cartões perfurados.

(n) Traçado de mapas de símbolos com o uso de fitas perfuradas para o "plotter" Graphomat, relativos aos elementos Zn, Cu, Ni, Co, Pb e Li de Pitangui-Norte, e de Zn, Ni,

Co e Pb de Ipanema-Pocrane.

(o) Traçado de mapa de isoteores (isolíneas), de Zn de Pitangui-Norte, com o uso do "plotter" Graphomat, após a obtenção de fita perfurada através do programa ISOLIN de E. Mundry.

(p) Interpretação dos resultados da prospecção geoquímica de solos de Pitangui-Norte, com a confecção, tradução e supervisão do texto do relatório.

(q) Preparação e ordenação dos dados da prospecção geoquímica de Minas Gerais. Transladação dos parâmetros para mapas de amostragem, mapas de símbolos e estatística de Morada Nova de Minas e Ipanema-Pocrane em fichas apropriadas para o arquivamento.

3. ANÁLISE CRÍTICA DO ESTÁGIO

Durante o estágio no Bundesanstalt für Bodenforschung houve uma larga predominância de trabalhos práticos sobre as questões teóricas, e, mesmo entre aqueles, em alguns setores foi atingida uma metodologia de rotina, em detrimento de outros. Assim é que na parte da geoquímica aplicada, foi dada uma ênfase toda especial à parte da organização das informações, avaliação estatística e apresentação gráfica, seguido da interpretação dos resultados, ao passo que análises mais complexas e refinadas, como regressão, vetores e estatística multivariável, foram praticadas em escala muito pequena ou inexistiram por completo. Cabe ressaltar, ainda, que os técnicos alemães encontravam-se quase que constantemente ocupados, o que impedia discussões e exposições mais prolongadas sobre diversos assuntos.

Por outro lado, a inexistência de estudos mais aprofundados acerca dos fatores que controlam a distribuição geoquímica não constitui problema, tendo em vista a farta literatura disponível atualmente, além do fato de que tais estudos fazem parte também dos cursos normais de geoquímica, lecionados nas escolas de nível superior.

Desta maneira, considerando a iniciação razoável conseguida na utilização dos programas de processamento eletrônico de dados geoquímicos, e sobretudo, a prática alcançada nos trabalhos básicos de análise de dados, entre outros resultados positivos, o estágio mostrou ser grandemente proveiitoso.

4. CONCLUSÕES

Os programas do B.f.B para processamento básico de dados geoquímicos, são elaborados, na sua maior parte, para a obtenção de fitas perfuradas e posterior traçado dos mapas com o auxílio de um "plotter". Há que adaptá-los, portanto, para os computadores existentes no Brasil, quando os dados serão impressos, ao invés de desenhados.

A compilação de dados geoquímicos é um serviço grandemente simplificado, e a rotina de trabalho envolve organização, estatística, variância, correlação e mapas de anomalias. A análise estatística é, sem dúvida alguma, a base para a definição de parâmetros geoquímicos, tão importantes quando se visa uma continuidade dos trabalhos, e os dados são vistos apenas como números nesta parte da avaliação, e só então havendo uma interpretação de caráter geoquímico.

É de grande valia que os geólogos e geoquímicos realizem em conjunto as fases de prospecção e, no caso do CGBA, pode-se contar também com o apoio por vezes indispensável da geofísica.

5. RECOMENDAÇÕES

O intercâmbio contínuo com técnicos estrangeiros, para que se possa acompanhar o desenvolvimento da geoquímica nos demais centros de pesquisa (científica e aplicada), é imprescindível para a atualização dos conhecimentos dos técnicos brasileiros.

Assim sendo, o envio de um outro técnico para estagiar na Alemanha, por exemplo, deve orientar-se segundo algumas questões consideradas sumamente importantes. O estágio deverá contar com uma orientação contínua e proporcionar um treinamento especial em análises de regressão, fatores de enriquecimento, vetores de correlação e listagens, além de conhecimentos sobre todos os detalhes do processamento.

Neste caso, há que salientar a necessidade de um técnico que fale alemão com fluência, ou que domine razoavelmente bem o inglês.

Por outro lado, como um dos propósitos do CGBA é a continuação do processamento no Brasil, há a possibilidade de efetuar um treinamento básico em análise de dados, antes do início de um provável novo estágio no Bundesanstalt für Bodenforschung, em Hannover.

6. AGRADECIMENTOS

O autor do presente relatório agradece ao Ministério das Minas e Energia, representado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral, à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e ao Bundesanstalt für Bodenforschung (Hannover), que são as entidades e companhia que possibilitaram a realização deste estágio.

Além disto, estes agradecimentos são estendidos também a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para um melhor aproveitamento do estágio.

7. RELATÓRIO TÉCNICO DE ESTÁGIO

7.1. Dados: Coleta e Portadores

7.1.1. Fichas de Campo

As fichas de campo, elaboradas pelos técnicos do B.f.B, constituem portadores grandemente simplificados para prospecções geoquímicas de solos, rochas e sedimentos de corrente. Os diversos métodos de prospecção são distinguidos com fichas de cores distintas, e o preenchimento destas, ainda na fase dos trabalhos de campo, obedece a uma tabela de códigos especialmente confeccionada para este fim.

No caso de uma geoquímica prática, tal como a executada pelo B.f.B, visando a estatística (processada manualmente ou eletronicamente) e facilitar a interpretação dos resultados, é essencial que as 80 colunas de cada ficha contendam os dados referentes ao número da amostra, coordenadas geográficas do ponto de amostragem, pH (no caso de prospecção a luvionar), granulometria, material amostrado e geologia.

Quanto aos métodos de amostragem, há que salientar a representatividade dos sedimentos de corrente, devendo cada uma das amostras ser colhida, preferencialmente, sobre uma superfície de 50 metros quadrados, além da observância do fato de que são necessárias umas 200 amostras, aproximadamente, para salientar prováveis tendências dentro da estatística; segundo informações colhidas junto aos técnicos alemães, os geoquímicos russos e outros já consideram suficiente um número de 50 amostras para o processamento da estatística e a consequente definição de parâmetros.

Os projetos executados em áreas definidas, devem ser concluídos dentro da mesma época do ano, sendo impor

tante, ainda, a coleta do material argiloso para as prospecções de sedimentos de corrente, bem como anotações sobre a presença de ferro, manganês e material orgânico.

As fichas de campo servem também para uma documentação posterior, ou seja, na organização da listagem.

7.1.2. Fichas de Dados Numéricos de Exploração Geoquímica

As fichas de análises, também compreendendo 80 colunas, devem ser preenchidas, preferivelmente, logo após o retorno do campo, com as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem e o número das amostras coletadas. Os elementos escolhidos devem ocupar posições fixas, sendo as fichas enviadas, então, ao laboratório de análises químicas. A vantagem do uso das mesmas colunas para determinados elementos reside no fato de que não são introduzidas grandes variações, quase sempre indesejadas para um processamento eletrônico.

Cada coordenada, seja E-W ou N-S, pode ocupar 7 colunas de uma ficha, enquanto no caso dos elementos analisados, este número de colunas já inclui o sinal "-" ou "L", indicativo de valores abaixo de um limite pré-fixado para as determinações e variável de acordo com o elemento considerado. Torna-se claro, portanto, que podem ser documentados teores de até 999.999 partes por milhão (p.p.m.), unidade mais utilizada.

As fichas contêm, no máximo, os resultados das análises de 8 elementos, sendo que para trabalhos compreendendo determinações de uma quantidade maior de elementos, é conveniente o uso de uma enumeração da sequência das fichas: 01, 02, e assim por diante. Esta sequência das fichas de análises ocupa normalmente, as colunas 79 e 80, e é evidente que no caso das fichas 02, etc..., mantêm-se os números das amostras e os valores das coordenadas geográficas.

Considerando-se, em alguns casos, a necessidade de uma separação litológica para a avaliação estatística, as duas últimas colunas das fichas de análises são melhor utilizadas com o preenchimento de um código adequado para as diversas unidades litológicas presentes.

Segundo o número das amostras constante nas fichas de análise, tem-se uma mistura, em fita magnética, com os dados de campo, obtendo-se linhas de 160 posições e que constituem parte da documentação final de cada projeto.

7.1.3. Cartões Perfurados

Os cartões perfurados constituem os portadores mais adequados para o processamento eletrônico de dados, uma vez que são utilizáveis, com um bom controle, para todos os programas.

De um modo geral, resultam muito bons resultados com o uso de cartões perfurados para os trabalhos geológicos e geoquímicos que envolvam um processamento eletrônico dos dados.

Para uma utilização repetida e, especialmente, uma aceleração do processamento, os dados contidos nos cartões podem ser transportados para fitas ou discos magnéticos.

Durante o estágio no Bundesanstalt für Bodenforschung, a confecção de cartões foi executada em máquinas perfuradoras IBM 29, sendo este trabalho grandemente facilitado com o auxílio de cartões-guia. Estes cartões são colocados na parte superior da máquina perfuradora e apresentam um código (programa) com o seguinte significado:

- 0 (zero) : duplicação de caracteres alfanuméricos;
- (espaço) : preenchimento de números;
- (menos) : salto

- + (mais) : continuação do salto;
 1 (um) : preenchimento alfabético.

A perfuração de cartões com os dados das análises químicas referentes à prospecção de Minas Gerais, geralmente encontrados sob a forma de listas preenchidas à mão, algumas vezes em fichas OCR, foi efetuada da seguinte maneira:

Coluna	1 - 7	:	Teor de Zn (em p.p.m.)
"	8 - 14	:	" " Ni (" ")
"	15 - 21	:	" " Co (" ")
"	22 - 28	:	" " Pb (" ")
"	29 - 35	:	" " Cu (" ")
"	36 - 42	:	" " Li (" ")
"	43 - 56	:	Colunas vazias
"	57	:	Código para unidade estratigráfica
"	58 - 63	:	Coordenadas E-W
"	64 - 70	:	" N-S
"	71 - 77	:	Número da amostra
"	78	:	Sequência da amostragem (mesmo ponto)
"	79 - 80	:	Sequência dos cartões

Através desta documentação dos dados, os cartões perfurados foram utilizados nos diversos métodos de avaliação.

Modificações da ordem dos elementos ocorreram nos cartões de dados de algumas áreas, como "Pitangui", por exemplo, e podem ser introduzidas sem maiores problemas para um processamento correto. Além disso, como já foi discutido anteriormente, as colunas 79 e 80 podem também ser utilizadas para o preenchimento de um código estratigráfico, desde que não hajam mais de 8 elementos analisados.

Apesar de os cartões terem sido usados quase que exclusivamente como portadores dos dados das análises químicas

micas, o seu emprego é também indicado, considerando as circunstâncias da técnica brasileira, como portadores iniciais dos dados de campo.

7.1.4. Fichas para Leitura Ótica

São conhecidas pela sigla OCR, que significa Optical Character Reading. Apesar do baixo custo para a leitura destas fichas, preenchidas por máquinas com caracteres especiais, quando normalmente os dados são passados para fitas magnéticas, há que salientar, em contraposição, o elevado preço das máquinas leitoras. Além disso, há uma série de inconvenientes, como dificuldades para o preenchimento (total e datilografado), a impossibilidade de duplicar ou saltar espaços (ao contrário dos cartões perfurados na máquina IBM 29), implicando em morosidade dos trabalhos, e o fato de que manchas de qualquer espécie anulam uma grande parte das linhas de dados, que não são lidas, portanto, e necessitam ser reescritas para uma nova gravação. Deve ser observada, ainda, por ser de especial importância, a necessidade do preenchimento da primeira coluna, no caso das fichas OCR das análises químicas, para não causar deslocamentos na leitura. Quando se considera o caso de novas análises químicas, as fichas OCR não podem ser utilizadas novamente.

Por outro lado, as fitas magnéticas obtidas podem ser utilizadas, posteriormente, para a estatística e demais programas, sem modificação destes.

7.1.5. Fitas e Discos Magnéticos

As fitas e discos magnéticos, especialmente as primeiras, são utilizadas como portadores de dados para aumentar a velocidade do processo de leitura, quando se trabalha

com sistemas de computadores rápidos e que muitas vezes empregam operações do tipo "off-line". São requeridas, neste processo, máquinas auxiliares para transcrever as informações contidas nos cartões perfurados para as fitas magnéticas, e, como a velocidade de leitura destas é cerca de 10 a 50 vezes maior do que as mais rápidas máquinas leitoras de cartões, resulta uma apreciável economia de tempo na operação de processamento.

Assim, os dados químicos (laboratório) e de campo, documentados em cartões perfurados ou fichas para leitura ótica, podem ser gravados em fitas magnéticas e, pela mistura destas, obtém-se uma nova fita, que constitui a fita de trabalho.

Os discos magnéticos, normalmente, constituem um equipamento usado para armazenar os programas de processamento eletrônico, raramente as próprias informações a serem processadas. No caso de existirem posições definidas dos elementos químicos e outros dados, a computação dos mesmos é grandemente facilitada quando os programas já se encontram gravados em um disco magnético, por exemplo, bastando a escolha do programa desejado.

7.1.6. Fitas Perfuradas

As fitas perfuradas de papel podem ser usadas como um passo intermediário do processamento e, tal como os cartões da saída ("output"), constituem uma entrada ("input") para processamentos posteriores dos resultados, ou podem ser impressas em papel por uma máquina auxiliar, como um "plotter".

Durante o estágio, as fitas perfuradas foram constante e quase que somente utilizadas para o desenho de diversos tipos de mapas geoquímicos, com o auxílio de um "plotter" Graphomat, existente na instalação de processamento do

B.f.B; as fitas representam, assim, uma das condições essenciais do funcionamento deste aparelho. Algumas vezes foi efetuada a digitalização de coordenadas de pontos de amostragem, em uma mesa de digitalização, resultando também na obtenção de fitas perfuradas, a partir das quais são confeccionados cartões perfurados ("output") com os números e coordenadas dos referidos pontos, através de programas calculados no computador.

7.1.7. Documentação dos Dados de Campo sob Forma Descodificada

Para apresentar uma saída ("output") de dados sob forma impressa, são usadas máquinas leitoras de cartões (ou de qualquer outro portador de dados), onde cada coluna, que deve estar no código de caracteres padronizados, é imprimida em coluna correspondente nas listas, com o uso de programa adequado. É evidente que quando se deseja apressar o processo de saída, são usadas operações do tipo "off-line".

Tendo em vista a maior facilidade de interpretação, é conveniente que as informações sejam representadas sob a forma de listas impressas, e isto pode ser conseguido através de um relacionamento dos dados da amostragem geoquímica (solo, rocha ou sedimento de corrente), já sob a forma descodificada. Uma outra maneira é arranjar e misturar os dados, obtendo-se combinações das informações de campo e das análises químicas em discodificações e listas parciais, mas que permitem uma boa visualização do material existente.

Os técnicos do B.f.B realizaram algumas listagens no centro de cálculo da Physikalisch - Technische Bundesanstalt, de Braunschweig, utilizando um programa na linguagem COBOL e na configuração com a qual será calculado no B.f.B, quando da aquisição de um computador SIEMENS 404. Outras listagens foram efetuadas no centro de cálculo da IBM, utilizan

do linguagem COBOL e computador IBM 360/40.

No caso das informações de campo, ordenadas e depois parcialmente descodificadas e relacionadas, constam os dados referentes aos seguintes itens: número da amostra, posição geográfica, altitude, profundidade da amostragem, área trabalhada (ou sistema de drenagem), tipo de amostra, amostragem, presença de material orgânico, ferro ou manganês, litologia da amostra, litologia local, unidade estratigráfica e mês da amostragem.

Cabe notar que as listas não só ajudam na interpretação dos dados, como também servem para uma completação da documentação final dos projetos.

7.2. Avaliação Estatística dos Dados

7.2.1. Representação de Histogramas e Frequências Cumulativas

A distribuição da frequência é um arranjo de dados numéricos de acordo com o tamanho ou magnitude. Para cada grupo de valores (intervalo de classe), é indicado o número de observações dessa magnitude.

Antes de analisar dados numéricos, é necessário arranjá-los sistematicamente, o que pode ser feito de diversas maneiras, e o arranjo é chamado tecnicamente de distribuição ou série.

Tal como foi observado por L.H. Ahrens(1957), o padrão de distribuição lognormal parece ser o mais aplicável à maior parte dos trabalhos geoquímicos, e não a distribuição normal. A interpretação dos resultados e a própria distribuição geoquímica, por parte dos técnicos alemães, baseia-se mormente no trabalho de C. Lepeltier (1969), com algumas variações no que tange à definição das populações.

A construção da distribuição de frequência é a seguinte:

(a) Seleção de uma determinada série de dados ("população"), tão grande e homogênea quanto possível. O arranjo pode ser efetuado considerando a existência de diferentes unidades litológicas, ou pelo menos estratigráficas, no caso de prospecção geoquímica de rochas e solos, além de pH, granulometria e unidades de drenagem, no caso de prospecção aluvionar. O número de dados definido como ótimo para a avaliação estatística de uma série oscila em torno de 200, se bem que diversos autores considerem suficientes 50 amostras. Torna-se, então, necessário determinar os limites de confiança, para testar a representatividade do material, mas é sabido que para um número razoavelmente grande de amostras, a análise é significativa.

(b) Agrupamento dos valores das análises químicas em um número adequado de classes, normalmente situado entre 9 e 19, e que depende do intervalo logarítmico (0.05, 0.1 ou 0.2). O intervalo logarítmico é definido da seguinte maneira:

$$\text{int. log.} = \frac{\log R}{n}$$

sendo: int. log. = intervalo logarítmico

log R = campo de distribuição dos valores, expresso como a razão do valor mais elevado para o mais baixo da população

n = número de pontos necessários para construir uma linha correta.

O intervalo logarítmico mais frequentemente u



sado é 0.1, devido à boa definição que dá para a curva. Contudo, quando há uma dispersão muito pequena em torno da média, torna-se necessário usar o intervalo 0.05, e quando, pelo contrário, a dispersão é muito grande, é aconselhável o uso do intervalo 0.2.

Uma maneira bastante simplificada de definir o intervalo logarítmico, sem o emprego de qualquer fórmula, é tomar um intervalo e contar o número de limites existentes entre o maior e o menor valor da população, até encontrar aquele que se enquadre no número considerado ótimo.

(c) Cálculo da frequência de ocorrência em cada classe, a partir das listas de análises químicas. A apresentação gráfica dos resultados é feita pelo traçado de duas linhas perpendiculares e divididas de acordo com escalas de valores. A linha horizontal é conhecida como o eixo dos X e a linha vertical como o eixo dos Y. O agrupamento dos intervalos de classe, que pode ser denominado de variável independente, é colocado no eixo horizontal, e a frequência ou variável dependente é lançada no eixo vertical, no meio do intervalo de classe correspondente. Pela conexão dos diversos pontos obtém-se um polígono de frequência, e quando se usa a largura da classe e o valor da frequência para construir retângulos, resulta um histograma ou polígono de frequência retangular. A suavização do histograma, por sua vez, fornece a curva de frequência, que pode mostrar dois tipos de distribuição: simétrica e assimétrica (positiva ou negativa).

(d) Construção da curva de frequência cumulativa, que é a integral da curva de frequência, pelo lançamento das frequências acumuladas (calculadas em percentagem para cada classe) como ordenadas em papel com escalas de probabili

dade aritmética (vertical) e logarítmica (horizontal). A frequência deve ser acumulada dos valores mais elevados para os mais baixos, e as ordenadas são lançadas como limites (inferiores) de classe, e não no centro das classes.

7.2.2. Determinação Gráfica dos Diversos Parâmetros

A curva de frequência cumulativa, construída da maneira acima exposta, é representada por uma ou mais linhas retas. A divisão das classes de teores metálicos orienta-se segundo os cálculos estatísticos e, para os técnicos alemães, são importantes os seguintes casos:

(a) No caso de duas populações (população de "background" e anômala), toma-se como parâmetro de divisão o teor metálico que constitui o início da população anômala. Há, então, somente uma quebra positiva na curva de frequência cumulativa.

(b) No caso de ocorrer uma distribuição em 3 populações, quando, ao lado dos valores anômalos e de "background", surge ainda uma assim denominada "threshold population", os parâmetros são definidos por duas quebras na curva e os teores limites das classes são lidos, tal como no caso anterior, na escala logarítmica dos intervalos (em abscissas).

Uma relação que merece consideração é a existente entre as curvas que apresentam uma ou duas quebras positivas e os histogramas de assimetria positiva.

(c) Contudo, os casos (a) e (b), tratados com ênfase pelos técnicos alemães, excluem outros muito mais frequentes e, por isso mesmo, mais importantes na análise estatística de dados geoquímicos. Assim é que a distribuição simétrica (homogênea) de um conjunto de informações onde resulte uma população simples, ou seja, a curva de frequência cumulativa'

qualquer maneira, distribuições complexas, com quebras positivas e negativas na curva, são casos pouco frequentes quando se efetua uma separação criteriosa dos dados para a avaliação estatística, ou quando não foram introduzidos erros sistemáticos nas análises químicas dos elementos.

7.2.3. Parâmetros Estatísticos

7.2.3.1. Média Aritmética

Devido à facilidade de computação, a média aritmética é a melhor conhecida e mais comumente usada, constituindo uma medida de tendência central. A média aritmética de um pequeno grupo de valores individuais pode ser obtida pela divisão do somatório dos valores pelo número de itens usados, expressa na fórmula

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

onde : \bar{X} = média aritmética de dados não agrupados

X = somatório dos dados expressos como valores individuais

N = número de itens

Além deste método, existem diversos outros para determinar a média aritmética de dados agrupados e não agrupados. Apesar da sua computação ser relativamente simples, a média aritmética pode ser grandemente distorcida por valores extremos, e não representar, assim, um valor típico.

No caso de valores agrupados, a média aritmética é calculada pela seguinte fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum (f \times P.M.)}{N}$$

onde: \bar{X} = média aritmética (dados agrupados)

f = frequência dos intervalos de classe

P.M. = valor ou ponto médio dos intervalos de classe

N = número total de casos, $\sum (f)$.

7.2.3.2. Média Geométrica

A média geométrica é a enésima raiz do produto de N itens ou valores, e pode ser calculada pelo uso da seguinte fórmula:

$$G_m = \sqrt[n]{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdots X_n}$$

Para facilitar a computação da média geométrica, a fórmula deve ser reduzida, preferivelmente, à forma logarítmica, ou seja:

$$\log G_m = \frac{\log X_1 + \log X_2 + \log X_3 + \cdots + \log X_n}{N}$$

onde: G_m = média geométrica

$\log X_n$ = logaritmo de um valor

N = número de valores

A média geométrica de dados agrupados pode ser calculada usando a técnica delineada para a computação da média aritmética, exceto que são utilizados logaritmos dos pontos médios dos intervalos de classe.

A média geométrica corresponde ao teor de fundo ("background") de uma população.

7.2.3.3. Mediana

A mediana é o valor do item médio quando os ítens são arranjados de acordo com o tamanho.

Na curva de frequência cumulativa, o nível da ordenada de 50% (mediana) fornece o valor do "background", lido no eixo das abscissas, e corresponde à média geométrica.

Além da determinação gráfica, bem mais simplificada, a mediana pode ser calculada através da fórmula:

$$\text{mediana} = L_{mc} + \frac{N/2 - f_a}{f_{mc}} C$$

onde: L_{mc} = limite inferior da classe da mediana

N = frequência cumulativa ($\sum f$)

f_a = frequência do intervalo de classe abaixo da classe da mediana

f_{mc} = frequência da classe da mediana

C = tamanho do intervalo de classe

7.2.3.4. Moda

A moda é o valor mais frequente ou mais comum que ocorre em um conjunto de dados, considerando-se a avaliação de um grande número de observações. O valor da moda corresponde ao do ponto máximo (ordenada) da distribuição da frequência "ideal" ou suavizada.

Embora não seja possível efetuar uma determinação matemática exata da moda, o seu valor pode ser aproximado pelo uso da fórmula:

$$\text{moda} = L_{mo} + \frac{f_a}{f_a + f_b} C$$

onde : l_{mo} = limite inferior do grupo modal

f_a = frequência do intervalo de classe acima do grupo modal

f_b = frequência do intervalo de classe abaixo do grupo modal

C = tamanho do intervalo de classe

No caso de uma distribuição moderadamente as simétrica, há um método empírico que estabelece que a distância entre a média e a mediana é um terço da distância entre a média e a moda. Assim:

$$\text{moda} = \text{média} - 3 (\text{média} - \text{mediana})$$

7.2.3.5. Desvio Padrão e Variância

O desvio padrão é uma medida numérica do grau de dispersão (estatística), variabilidade ou homogeneidade dos dados aos quais é aplicado. No caso de dados agrupados, o desvio padrão é obtido pela fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x^2)}{N}} \quad \text{ou} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum f (\text{P.M.} - \bar{X})^2}{N}}$$

onde: σ = desvio padrão

f = frequência de cada intervalo de classe

x = desvios da média aritmética

P.M. = valor ou ponto médio dos intervalos de classe

\bar{X} = média aritmética

N = número total de itens, $\sum (f)$

Algumas vezes considera-se ser mais conveniente eliminar o efeito do radical da raiz quadrada nestas fórmu

Calh

las, e assim o quadrado do desvio padrão (σ^2), conhecido como variância, é usado como medida de dispersão.

7.2.3.6. Assimetria e Curtosis

A assimetria é um termo utilizado para o grau de distorção da simetria exibido por uma distribuição de frequência. Quando uma distribuição é perfeitamente simétrica e unimodal, os valores da média aritmética, mediana e moda coincidem, mas quando existe uma assimetria, os valores são diferentes.

Já a curtosis é o grau de agudeza de uma distribuição de frequência.

A medida da assimetria pode ser efetuada através do coeficiente de assimetria, deduzido pela fórmula:

$$KA = \frac{\text{média} - \text{moda}}{\sigma} \quad \text{ou} \quad KA = \frac{3(\text{média} - \text{mediana})}{\sigma}$$

onde: KA = coeficiente de assimetria

σ = desvio padrão

O coeficiente de assimetria pode ser positivo (assimetria positiva), nulo (distribuição simétrica) ou negativo (assimetria negativa).

7.2.3.7. Quartis, Decis e Percentis

Tal como a mediana divide uma distribuição em duas partes, os quartis a dividem em quatro, os decis a dividem em dez e os percentis a dividem em cem partes. Assim, quartis, decis e percentis são todos médias de posição e tornam possível uma análise mais minuciosa da distribuição do que a mediana.



7.2.4. Análise de Variância

Os métodos geoquímicos tornaram-se uma parte da rotina de exploração mineral. Contudo, como os corpos de minério potencial mais óbvios são encontrados, a prospecção torna-se mais difícil e as áreas de interesse econômico somente são refletidas por sutis feições da geoquímica. Quando estas feições são o objeto do trabalho, é da maior importância que os erros de amostragem e/ou analíticos sejam muito menores do que a variabilidade geral dos dados. Quando não o são, é duvidoso que possa ser efetuada uma interpretação mais segura da aquelas feições.

Além disso, como os trabalhos de prospecção fornecem, normalmente, uma amostra única em cada caso, isto é, de um número limitado de observações extrapola-se a situação geral, torna-se, então, estritamente necessário confirmar se estas amostras selecionadas realmente representam o quadro geral.

O método de determinação do erro baseia-se na amostragem múltipla de rotina, e a subsequente análise de aproximadamente 10% (no mínimo 30) dos pontos de amostragem de um trabalho. As amostras múltiplas são coletadas a poucos metros dos pontos de amostragem rotineira, e são submetidas a análises de rotina. A variância analítica e de amostragem combinada é denominada variância interna (σ_{SA}^2) e pode ser determinada como se segue

$$\sigma_{SA}^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{(X_{1i} - X_{2i})^2}{2}$$

onde: σ_{SA}^2 = variância interna das amostras múltiplas
 X_{1i} = logaritmo do valor para a amostra de rotina
 X_{2i} = logaritmo do valor para a amostra múltipla
 N = número de amostras múltiplas

A variabilidade geral dos dados, ou seja, a grandeza da variância entre os pontos de amostragem, é computada pelo seguinte método:

$$\sigma_D^2 = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (X_{1i} - \bar{X}_1)^2$$

donde $\sigma_D^2 = \frac{1}{N-1} \left\{ \sum_{i=1}^N X_{1i}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N X_{1i})^2}{N} \right\}$

sendo: σ_D^2 = variância dos dados (intervariância)

\bar{X}_1 = média dos logaritmos das N amostras múltiplas.

O quociente de variância obtido ($\sigma_D^2 / \sigma_{SA}^2$), informa se os valores das análises podem ser considerados representativos, bem como sobre a suficiência de amostras em cada ponto.

7.2.5. Correlações

Se duas séries associadas são lançadas graficamente, com uma variável sobre o eixo dos X e a outra sobre o eixo dos Y , resulta um diagrama de dispersão. No caso de ocorrer uma interrelação entre as variáveis associadas, o resultado será visto no gráfico também como uma linha bem definida de movimento. Enfim, quanto maior o grau de associação, menor a dispersão dos pontos em relação à linha obtida.

No caso de uma mineralização polimetálica, com

dois ou mais elementos distribuídos lognormalmente, existe quase sempre uma correlação positiva entre eles. O conceito geológico de uma interrelação entre dois tipos de mineralização, pode ser substituído por um fator preciso, o coeficiente de correlação ρ , que dá uma medida rigorosa do seu grau de dependência.

O coeficiente de correlação cai sempre entre -1 e +1. Um coeficiente igual a zero indica uma completa independência entre os dois elementos, e quando for igual a +1, indica uma relação funcional direta ou inversa entre os mesmos.

A determinação gráfica do coeficiente de correlação pode ser feita através da construção de uma nuvem de correlação em papel duplo-logarítmico. Cada amostra terá coordenadas correspondentes ao teor dos dois elementos que se deseja correlacionar e, dividindo o gráfico de acordo com o "background" destes elementos, obtém-se quadrantes onde se dispõem os pontos, que são contados como segue:

- N_1 = número de pontos no primeiro e terceiro quadrantes
- N_2 = número de pontos no segundo e quarto quadrantes.

O coeficiente de correlação é fornecido, então, pela fórmula:

$$\rho = \text{sen} \left[\frac{\pi}{2} \cdot \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \right]$$

7.2.6. Análises de Regressão

Quando se deseja realizar uma análise de regressão em um conjunto de dados, torna-se necessário, inicial

mente, a determinação da variável independente deste conjunto e, em continuidade a isto, de quanto cada uma das demais variáveis é dependente.

Obtém-se, assim, uma definição de novos valores pela regressão e, submetendo-os a uma nova análise estatística, podem resultar parâmetros geoquímicos ("background", "threshold", etc...) bastante distintos.

Deve ser considerada, normalmente, para uma análise de regressão, a presença de manganês, ferro, material orgânico e a abundância relativa de argila, que correspondem, quase sempre, às variáveis independentes.

Concluindo, valores a princípio elevados podem ser rebaixados sensivelmente, e vice-versa (em termos relativos), mudando todo um quadro de distribuição geoquímica.

7.3. Representação Gráfica dos Resultados

7.3.1. Mapas de Amostragem

Os mapas de amostragem constituem o primeiro passo dentro do processamento eletrônico para a apresentação de dados, de vez que permitem o controle das coordenadas dos pontos de amostragem e da própria densidade de amostragem geoquímica. É evidente que os mapas de amostragem também podem ser obtidos através de desenho manual, mas não existe, neste caso, o controle dos referidos pontos, normalmente calculados e transferidos para portadores apropriados, e nem a sua obtenção, às vezes, é rápida o suficiente.

O programa de mapas de amostragem, denominado "Probeentnahmepunktekarte" ou "Bohrpunkten", foi desenvolvido por E. Mundry em FORTRAN II para ser calculado no computador IBM 1620 e traçado, posteriormente, no "plotter" Graphomat, um

Cah

bos pertencentes ao centro de cálculo do B.f.B.

Baseia-se este programa no fato de que, sendo X_0 e Y_0 as coordenadas marginais, ou seja, correspondentes ao ponto de origem do mapa, as coordenadas dos pontos de amostragem (X e Y) são obtidas pela diferença existente com relação às coordenadas marginais e multiplicadas por um fator de escala (FAK) adequado.

Alguns programas para mapas de amostragem permitem escrever o número da amostra próximo ao ponto, e em diversas posições, dependendo da densidade de pontos em determinados lugares.

Quando não se dispõe de um "plotter", os mapas de amostragem podem ser obtidos pela impressão parcial e posterior montagem.

7.3.2. Mapas de Símbolos

A apresentação de mapas de símbolos utiliza parâmetros derivados da interpretação estatística dos dados geoquímicos, sejam "populações" correspondentes às quebras da curva de frequência cumulativa, sejam "classes" das divisões efetuadas na distribuição da população simples de um elemento, tomando por base os valores de $b + s$ e $b + 2s$.

O programa para a confecção de mapas de símbolos (Symbolkarte), elaborado por E. Mundry em FORTRAN II, apresenta as características básicas do processamento eletrônico de mapas de amostragem, constituindo também a obtenção de uma fita perfurada o passo intermediário para o traçado do mapa com o uso de um "plotter". Além de um sistema de amarração das coordenadas dos pontos de amostragem a um ponto de origem (marginal), é calculado, ainda, para cada ponto, o tamanho do símbolo de determinado elemento.

O resultado serão mapas de valores de diferentes grandezas e dispostos caoticamente ou com um certo arranjo, de modo que já se pode realizar uma interpretação inicial da distribuição geoquímica.

No sentido de facilitar esta interpretação, são traçadas linhas de separação entre as grandezas, resultando, finalmente, nos denominados mapas de superfícies de símbolos (Symbolflächekarte).

7.3.3. Mapas de Isanomalias

Quando não se dispõe dos meios indispensáveis ao processamento eletrônico de dados, os valores das análises químicas de um determinado elemento são simplesmente lançados nos pontos correspondentes dos mapas de amostragem. Utilizando, então, os parâmetros da estatística, são traçadas linhas proporcionais aos valores, resultando mapas de distribuição geoquímica semelhantes aos de superfícies de símbolos.

7.3.4. Mapas de Anomalias

São confeccionados sem o auxílio de computadores eletrônicos e nos quais são representadas as isanômalas de todos os elementos analisados, ou somente daqueles considerados interessantes; as linhas de anomalias são obtidas dos mapas de superfícies de símbolos ou de isanomalias, acima descritos. Caso seja julgado necessário, também podem ser lançados os halos de "threshold".

Desta maneira, obtém-se uma visão bastante ampla da distribuição geoquímica dos diversos elementos, sendo a coincidência de valores anômalos um dos princípios que orientam a continuidade dos trabalhos, geralmente de caráter detalhado.

Cah

7.3.5. Mapas de Isoteores

A elaboração automática de superfícies de isoteores pode ser conseguida de diversas maneiras:

(a) Média móvel ("Rolling Mean"), sem influência das distâncias entre os pontos de amostragem, que também pode ser efetuada sem o auxílio de computador.

(b) Média móvel, quando um círculo é deslocado sobre a superfície e calculada a média geométrica de todos os valores do círculo com uma influência relativa de acordo com a interdistância dos pontos de amostragem. A média geométrica, neste caso, é influenciada pelo valor do "centro de gravidade" (média aritmética) das correspondentes coordenadas X e Y.

(c) Para dados distribuídos erráticamente, podem ser traçadas curvas de isoteores com o uso de um "plotter" ou através de superfícies de tendência. Pela interpolação dos pontos iniciais com a ajuda de compensações de influências relativas locais, verificam-se valores intermediários dispostos em malha regular. Como fator de influência é utilizada a quarta potência dos intervalos recíprocos com os pontos da malha.

O cálculo das superfícies de tendência baseia-se em que para N dados Z_i distribuídos bidimensionalmente com coordenadas $(X_i; Y_i)$, são definidas superfícies de 1, 2, 3... K grau e apresentadas pela impressora. Em paralelo são fornecidas grandezas estatísticas para experimentar o significado das superfícies de tendência.

7.3.6. Fatores de Enriquecimento

Fornecem mapas de contorno de dados suavizados, para áreas contendo unidades (populações) de diferentes teores de fundo e que, devido a isso, necessitam de processo

Cah

especial para compensar esta diferença básica, em cada ponto.

O fator de enriquecimento AF (Anreicherungsfaktor) correspondente a cada elemento, permite o traçado de linhas de isoteores através de toda uma área, corrigindo as distorções que se originariam das diferenças consideráveis nos valores de "background" das diversas populações.

7.3.7. Vetores

Quando se deseja ressaltar a distribuição geoquímica de um ou mais elementos, especialmente os seus valores mais elevados, são escolhidos os elementos considerados importantes e que apresentem uma boa correlação entre si, obtendo-se para cada ponto novos valores que correspondem a um vetor V.

7.3.8. Representação Geoquímica de Perfis

Quando se deseja representar perfis geoquímicos com suavização dos valores, há duas possibilidades a considerar:

(a) No caso de existirem grandes diferenças entre os valores máximos e mínimos das análises de um certo elemento, é conveniente a representação dos teores (nas ordenadas) em escala logarítmica; o papel utilizado, portanto, é do tipo semi-logarítmico.

(b) Quando não existem grandes diferenças, os teores são representados em escala normal ou aritmética, idêntica à usada para plotar as distâncias dos pontos de amostragem.

Tanto no primeiro, quanto no segundo caso, na coluna das ordenadas podem ser projetados os parâmetros estatísticos, de modo a salientar as populações e as oscilações em

Calh

torno do "background", por exemplo.

7.4. Bibliografia

AHRENS, L.H. (1957) - The lognormal distribution of the elements - a fundamental law of geochemistry. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 11, n. 4.

ARKIN, H. e COLTON, R.R. (1970) - Statistical methods. Barnes & Noble, Inc., New York.

GARRETT, R.G. (1969) - The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. Scientific Communications. Economic Geology, v. 64, pp. 568 - 569.

GOLDE, H. (1969) - FORTRAN II and IV for engineers and scientists. The MacMillan Company, Toronto.

LEPELTIER, C. (1969) - A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Economic Geology, v. 64, pp. 538 - 550.

MORONEY, M.J. (1969) - Facts from figures. Penguin Books, Inc., Baltimore.

SACHS, L. (1969) - Statistische Auswertungsmethoden. Springer Verlag, Berlin.

WOLTERS, M.F. (1970) - Eine problemorientierte Programmiersprache. Siemens Aktiengesellschaft, Berlin.

HAWKES, H.E. & WEBB, J.S. (1962) - Geochemistry in Mineral Exploration. Harper & Row, Publishers, New York.

CAH/mcd1.

CAH



resume-se, aproximadamente, a uma linha reta, também deve fornecer parâmetros indispensáveis à interpretação e apresentação dos resultados. A determinação gráfica é efetuada, neste caso, do seguinte modo: os valores correspondentes às interseções das ordenadas dos 50, 16 e 2,5% com a linha de distribuição, definem, respectivamente, "background", desvio padrão e nível de "threshold", quando lidos sobre o eixos das abscissas. Isto baseia-se em propriedades da distribuição normal, onde, sendo (b) o valor da mediana e (s) o desvio padrão, tem-se que:

68,26% da população encontra-se entre $b-s$ e $b+s$

95,44% da população encontra-se entre $b-2s$ e $b+2s$

99,74% da população encontra-se entre $b-3s$ e $b+3s$

O limite superior ($b + 2s$) é convencionalmente tomado como "threshold level" (t), acima do qual os valores são considerados anômalos.

(d) No caso de distribuições heterogêneas, além dos casos considerados (a e b), algumas vezes obtém-se histogramas com assimetrias negativas, resultando na construção de curvas de frequências cumulativas que exibem quebras negativas na porção superior. Estas quebras devem-se a um excesso de classes de valores baixos, mas não apresentam grandes influências e são desinteressantes para maiores considerações.

(e) Quanto às distribuições complexas que alguns elementos possam apresentar, e claramente identificadas através da construção de curvas de frequências cumulativas ou mesmo nos histogramas bimodais, as informações obtidas limitam-se ao fato de que o método proposto por C. Lepeltier (1969) não é correto, embora este mesmo autor tenha ressaltado que o processo adotado não constitui uma recomendação definitiva. De