MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

RELATÓRIO FINAL

TEXTO - GEOQUÍMICA - ANEXO III

VOLUME III

I96

CPRM

SUREMI
SEDOTE

ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 1061

N.º de Volumes: 4 V.: 3-S

Phl 008372

Carlos Alberto Heineck

Hélio Antonio de Souza

Virgílio de Paula Guimarães

Wilson Luiz Féboli

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISA

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

1980

PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

Amostragem Geoquímica
a cargo dos geólogos:

João Bosco Viana Drumond
Ernesto Von Sperling
Frederico Ozanan Raposo
Mário Yoshiriro Nishimura
Haroldo Santos Viana
Nicola Signorelli
Carlos Anunciação da Silva
Renato Gomes Santos
Euler Miranda Bruno
José Orlando B. Brandão Pereira
Nelson Ramos de Menezes Filho
Jodauro Nery da Silva
Mário Sapucaia Junior

Vol 3

CPRM

APRESENTAÇÃO

O presente relatório contém os resultados alcançados durante o levantamento geoquímico regional referente ao Projeto Porteirinha-Monte Azul, executado no Norte de Minas Gerais em Convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral.

Os resultados das investigações químicas para vários elementos, juntamente com os principais parâmetros estatísticos das populações amostradas, análises de variância e as listagens das anomalias definidas para sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados, encontram-se neste volume III. Os histogramas foram confeccionados nos respectivos mapas geoquímicos referentes a sedimentos de corrente e concentrados de bateia.

Os anexos deste volume constam de 01 mapa de amostragem geoquímica e 09 mapas de símbolos geoquímicos, na escala 1:200.000 confeccionados para as associações de elementos considerados indispensáveis à interpretação geoquímica em sedimentos de corrente e concentrados de bateia.

NE 7530.0210.0343

CPRM

S U M Á R I O

1 - INTRODUÇÃO 01

2 - TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM 02

2.1 - Sedimentos de corrente 02

2.2 - Concentrados de minerais pesados 03

2.3 - Rochas 03

2.4 - Solos 03

3 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS 05

3.1 - Secagem e peneiramento 05

3.2 - Métodos analíticos 05

3.2.1 - Espectrofotometria de absorção atômica. 05

3.2.2 - Colorimetria 06

3.2.3 - Eletrodo de íon específico 06

3.3 - Laboratório e pessoal responsável 07

4 - AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DOS DADOS 08

4.1 - Generalidades 08

4.2 - Critérios de interpretação 09

4.3 - Análise de variância 11

4.4 - Sumários das estatísticas 12

4.5 - Histogramas e gráficos de probabilidade 13

5 - INTERPRETAÇÃO DOS DADOS 15

5.1 - Cobre 15

5.2 - Chumbo 19

5.3 - Zinco 24

5.4 - Níquel 28

5.5 - Cromo 30

5.6 - Cobalto 31

5.7 - Ouro 32

5.8 - Ferro e Manganês 34

5.9 - Outros elementos 35

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 37
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 39

ANEXOS

MAPA DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA - Escala 1:200.000

MAPAS GEOQUÍMICOS - Escala 1:200.000

1 - Mapa de cobre em sedimentos de corrente
2 - Mapa de chumbo em sedimentos de corrente
3 - Mapa de zinco em sedimentos de corrente
4 - Mapa de níquel em sedimentos de corrente
5 - Mapa de cromo em sedimentos de corrente
6 - Mapa de ferro em sedimentos de corrente
7 - Mapa de manganês em sedimentos de corrente
8 - Mapa de cobre, chumbo e zinco em concentrados de minerais pesados
9 - Mapa de níquel, cromo, cobalto e ouro em concentrados de minerais pesados

LISTA DE ILUSTRAÇÕES - (no texto)

TABELA 1 - Análise de variância - sedimentos de corrente
TABELA 2 - Sumário das estatísticas - sedimentos de corrente
TABELA 3 - Sumário das estatísticas - concentrados de minerais pesados
TABELA 4 - Valores anômalos em sedimentos de corrente
TABELA 5 - Valores anômalos em concentrados de minerais pesados

CPRM

RESUMO

O objetivo principal deste levantamento geoquímico na área do Projeto Porteirinha-Monte Azul visou basicamente definir a distribuição geoquímica de vários elementos e a busca de informações que levassem à seleção de áreas com um razoável potencial mineral. Além da seleção de áreas geoquimicamente anômalas ou mineralizadas, desenvolveu-se também o estudo do comportamento dos elementos cobre, chumbo, zinco, níquel, cromo, cobalto e ouro. Análises do pH, ferro e manganês forneceram os subsídios indispensáveis à interpretação de dados decorrentes dos padrões de dispersão secundária. A área do projeto foi dividida em 200 células de drenagem, auxiliando na visualização das tendências geoquímicas, cada uma com cerca de 37 km^2. Foram coletadas 1.390 amostras de sedimentos de corrente, 194 concentrados de minerais pesados, 14 de rochas e 13 de solos. O complexo Basal e o Supergrupo Espinhaço, dentre as litologias estudadas, alcançaram resultados mais importantes, por isso carecem de levantamentos mais detalhados, não ocorrendo o mesmo com os Grupos Bambuí e Macaúbas, destituídos de qualquer interesse a julgar pelos resultados obtidos.

CPRM

ABSTRACT

The main purpose of the Geochemical Survey, carried out in the area of the Porteirinha Monte-Azul Project, was basically to define the geochemical distribution of different elements and to search for information leading to the selection of areas that might be considered as having a reasonable mineral potentiality. In addition to the selection of areas geochemically anomalous and mineralized, it has been developed a study on Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, and Au distribution. Analysis for pH, Fe and Mn have provided the necessary subsidies to the interpretation of the data resulting from secondary dispersion patterns. To facilitate the geochemical trends visualization, the Project area has been divided into 200 units of 37 km^2 each. 1390 stream sediment samples have been collected, as well as 194 heavy mineral concentrates, 14 rock and 13 soil samples. Among the studied lithologies, the Basal Complex and Espinhaço Super Group are considered as those presenting more significant results, and so requiring further detailed surveys. The Bambui Group and Macaubas Group, according to the obtained results, have been considered of no economic interest.

CPRM

1 - INTRODUÇÃO

O presente programa de prospecção geoquímica aplicado à área do Projeto Porteirinha-Monte Azul objetivou basicamente definir os principais aspectos da distribuição geoquímica de diversos elementos e, em especial, a busca de informações adicionais que levassem à seleção de zonas (sub áreas) com um razoável potencial mineral. Tal perspectiva procurou ser estabelecida mediante o desenvolvimento de uma investigação a nível regional e calcada mormente na coleta de sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados.

A justificativa do estudo geoquímico em questão reside no apoio que os métodos indiretos normalmente fornecem à cartografia geológica (mesmo na escala 1:50.000), no sentido de proporcionar uma primeira avaliação do panorama apresentado por diversos metais. Outros fatores de peso que endossam o procedimento adotado são o ganho de tempo e a maior facilidade quase sempre decorrentes de amostragens realizadas concomitantemente aos mapeamentos de regiões pouco acessíveis.

As principais feições descritivas da geologia da área trabalhada estão contidas na parte referente aos resultados do mapeamento, o que inclui também os detalhes estratigráficos.

2 - TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

A programação inicial da amostragem geoquímica foi feita de acordo com um esquema segundo o qual a área do projeto foi dividida em 200 células de drenagem (microbacias), cada uma das quais com cerca de 37 km^2, visando ao posterior processamento eletrônico dos dados, e, acima de tudo, a sua própria apresentação. Em cada célula foram executados então, em média, 7 pontos de amostragem, mas a representação dos resultados sob esta forma foi impossibilitada pela exigência de uma avaliação manual, em detrimento da eletrônica.

Para alcançar uma maior homogeneização dos procedimentos de coleta dos diversos tipos de materiais geológicos, a etapa de campo foi precedida de um rápido treinamento do pessoal técnico.

2.1 - Sedimentos de corrente

Foram coletadas 1.390 amostras de sedimentos de corrente, levando à densidade de 1 amostra para 5,5 km^2, e de um modo geral procurou-se limitar a representatividade (área de captação) destes materiais a um máximo de 5 km^2. No caso das amostras coincidentes com os concentrados de minerais pesados, houve o intuito de dar-lhes uma função de controle da bacia de drenagem, além de permitir também ilações sobre o tipo de dispersão metálica predominante, entre outros aspectos.

Assim, foi dada uma maior ênfase para a prospecção através deste tipo de material, que cobriu satisfatoriamente toda a área do projeto. Os problemas de densidade e qualidade do material tornaram-se mais agudos no noroeste da área, na zona suavizada correspondente em grande parte a li

tologias do Grupo Bambuí, aplainadas durante a atuação do ciclo erosional Velhas. A densidade de amostragem foi particularmente aumentada no que foi colocado como sendo os principais alvos, quais sejam, os metabasitos do Complexo Basal e o horizonte inferior do Supergrupo Espinhaço.

Para testar a estabilidade dos mapas geoquímicos foi idealizado um esquema hierárquico de análise de variância ("one-way design"), onde em 9 sítios foram coletadas 02 amostras de sedimentos de corrente, analisadas duas vezes cada uma.

A amostragem de sedimentos foi sempre do tipo composta, de modo que cada espécime redunda de diversas porções tomadas longitudinal ou transversalmente à drenagem.

2.2 - Concentrados de minerais pesados

O processo de concentração da fração pesada contida nos sedimentos, foi realizado em bateias de fundo cônico a partir de amostras compostas contendo um volume inicial em torno de 10 litros.

O modelo de amostragem previa igualmente a coleta de acordo com células de drenagem, dando uma certa comparimentação à representatividade dos materiais. Foram coletados 194 concentrados, resultando numa densidade de 1 amostra para 35 km^2.

2.3 - Rochas

Restringem-se a apenas 14 pontos, onde procurou-se diminuir a variabilidade através da amostragem composta e transversal à estratificação ou outras estruturas.

2.4 - Solos

CPRM

As 13 amostras de solos são correspondentes ao horizonte B, a profundidades que oscilam entre 0,20 e 0,60 m. Tal como aconteceu com a prospecção de rochas, o total ficou muito aquém do planejamento inicial, quando foram estimadas cerca de 50 a 100 amostras de cada material. Uma programação dirigida para a porção basal do Supergrupo Espinhaço também não pode ser cumprida. Coletou-se preferencialmente elúvios, mas em alguns poucos casos foram amostrados solos coluvionares.

3 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS

3.1 - Secagem e peneiramento

As amostras de sedimentos de corrente e solos foram secas em laboratório, utilizando-se estufas a uma temperatura em torno de 80°C; o tempo necessário para a secagem variou de poucas horas a alguns dias, dependendo do grau de umidade de cada material. Após esta primeira fase de preparação, seguiram-se os trabalhos de desagregação e peneiramento para se obter, através de quarteamento, alíquotas com cerca de 100 gramas de amostra total. Dos sedimentos foi separada a fração granulométrica menor que 40 mesh e dos solos, a menor que 80 mesh, sendo ambas pulverizadas a 150 mesh, para os ataques químicos.

Como as amostras de rochas dispensam o peneiramento, foi adotado diretamente o processo de pulverização a 150 mesh.

No caso dos concentrados de bateia foi utilizado o bromofórmio para a separação da fração pesada (peso específico maior que 2,89), que foi então moída a 150 mesh. Posteriormente, alíquotas de minerais pesados sofreram os ataques químicos necessários aos diversos tipos de análises.

3.2 - Métodos analíticos

3.2.1 - Espectrofotometria de absorção atômica

Por este método, foram realizadas determinações nos espectrofotômetros PERKIN-ELMER 303 e VARIAN AAS-6, usando chamas de ar acetileno e de acetileno-óxido nitroso. No caso dos elementos Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Sn, Ca, Ba e Mg, as dosagens deram-se após o ataque de 0,5 g de amostra

com HNO_3 diluído 1:1, com digestão em banho-maria a 90°C, por 4 horas. Para as determinações de Cr, houve fusão de 0,5 g da amostra com hidróxido de potássio, em mufla, a 500°C, por meia hora, e para os elementos Ti e V ainda ocorreu uma adição de Al 1%.

A análise de ouro foi feita a partir de 10 g de amostra, calcinada a 70°C e digerida em solução de bromo a 0,5% em ácido bromídrico concentrado a quente, sendo o ouro extraído com metil-isobutil-cetona (MIBK). Após várias lavagens da camada orgânica com ácido bromídrico diluído e equilibrado com MIBK, o ouro foi dosado na solução utilizando-se espectrofotômetro calibrado com padrões de Au em MIBK.

3.2.2 - Colorimetria

Por este método foram dosados os elementos molibdênio, tungstênio, arsênio e antimônio.

No caso do tungstênio, as amostras foram fundidas com um fluxo de carbonato de sódio, cloreto de sódio e nitrato de potássio. A extração é feita com éter-diisopropílico e a cor desenvolvida com tiocianato de potássio.

Quanto ao molibdênio, houve fusão com o mesmo fluxo utilizado para o tungstênio, seguindo-se um tratamento com cloridrato de hidroxilamina e zinco-ditiol para desenvolvimento da cor.

Com relação ao arsênio, foi efetuada fusão com bisulfato, redução com zinco em meio ácido e desenvolvimento de cor com cloreto de mercúrio.

3.2.3 - Eletrodo de íon específico

Para a determinação do pH, as amostras de solo e se

dimento de corrente foram umidecidas com água até formar uma lama, para a introdução dos eletrodos e leitura dos resultados. O pH dos sedimentos foi realizado em substituição ao da água.

3.3 - Laboratório e pessoal responsável

A preparação e análise das amostras foram inteiramente executadas no laboratório da CPRM em Belo Horizonte, sendo que as análises por absorção atômica, colorimetria e eletrodo específico estiveram a cargo dos técnicos químicos José Vanir Garcia de Araújo, Neusa Lima Chaves, Leila Aparecida Santiago e Vilda Maria Ribeiro, além do licenciado José Maria de Godoy.

4 - AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DOS DADOS

4.1 - Generalidades

Os elementos selecionados para as análises químicas - sem dúvida alguma, em número bastante elevado - tiveram a função precípua de investigar fatos geológicos anteriormente evidenciados na região de Porteirinha-Monte Azul e vizinhanças. Assim, o conjunto de metais reúne informações sobre comportamentos e situações bastante diversificadas como, por exemplo, é o caso dos elementos Pb, Ti, V, W e Cr.

Os métodos analíticos empregados aliam fatores como rapidez e grau de detecção a um custo compatível com as necessidades da prospecção regional. No caso das determinações do pH da água, foi realizada uma substituição pelo pH da amostra total de sedimento coletado nas drenagens, seguindo uma sistemática que tem demonstrado bons resultados em levantamentos geoquímicos semelhantes.

Com base nos dados químicos, foi efetuada uma nova seleção de elementos, principalmente em função da maior ou menor significância obtida nas variações analíticas, associada à relevância daqueles no que tange ao mapeamento geoquímico da área. Este procedimento conduziu à escolha e aproveitamento dos metais Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, Au, Fe e Mn, cujos dados encontram-se sistematicamente discutidos e apresentados para sedimentos de corrente e/ou concentrados de minerais pesados.

As unidades utilizadas para referir as análises são em partes por milhão (ppm), e no caso do ferro os conteúdos estão expressos em percentagem. De um modo geral, os dados podem ser considerados de boa qualidade, a julgar pelo rela

tivamente alto grau de detecção atingido nas análises. Para a notação dos valores que não puderam ser definidos mais precisamente, lançou-se mão dos qualificadores G (maior do que), L (menor do que) e N (não detectado), que sofreram transformações quando da realização dos tratamentos estatísticos, sendo multiplicados por 1,5, 0,5 e 0,25, respectivamente. O processamento eletrônico foi substituído por uma avaliação manual bastante simplificada, que, contudo, levou à obtenção dos parâmetros indispensáveis à interpretação e à presentação dos resultados.

4.2 - Critérios de Interpretação

A programação dos trabalhos baseou-se na conceituação de quatro populações-alvo, correspondentes aos principais conjuntos litológicos presentes na área, quais sejam, o Complexo Basal (predominância de gnaisses, migmatitos e granitóides, com corpos de rochas básicas e ultrabásicas metamorfoseadas), o Supergrupo Espinhaço (quartzitos, filitos e xistos), o Grupo Macaúbas (quartzitos, metassiltitos e diamictitos) e o Grupo Bambuí (rochas carbonáticas e areno-pelíticas). Os materiais coletados (sedimentos, solos, rochas e concentrados) sobre estas unidades constituem as diferentes populações amostradas, e através da homogeneização, ainda que incipiente, foram criados diversos conjuntos de dados, possibilitando uma computação subsequente.

Todos os pontos de coleta foram plotados no mapa de amostragem geoquímica na escala 1:200.000, contendo um ou mais dos materiais componentes das populações amostradas, além de um esboço da geologia da área, com uma simples diferenciação das unidades estratigráficas.

À semelhança de outras campanhas de prospecção geo

química regional, foi realizada, inicialmente, uma programação da amostragem de acordo com um esquema baseado em 200 células de drenagem, cada uma medindo cerca de 35 km^2. Este método obedece as proposições de M.L.Keith et alii (1967) e de A.W.Rose (1971), destacando-se pela boa visualização que fornece sobre o comportamento dos elementos, em termos de variações regionais. Todavia, a impossibilidade de se lançar mão do processamento eletrônico para estes dados de sedimentos, forçou o abandono do referido esquema, optando-se então pela avaliação gráfica, conforme explicitado por C. Lepeltier (1969). Destarte, os parâmetros estatísticos definidos correspondem às respectivas populações de "background" dos elementos selecionados em sedimentos e concentrados. As determinações gráficas não raro são bastante mais representativas do que os cálculos efetuados aritmeticamente, e no presente caso esta tendência se reproduziu devido às facilidades encontradas para superar a exagerada assimetria positiva que caracteriza a grande maioria das distribuições metálicas. Por constituírem massas de dados extremamente diminutas, os resultados detectados em solos e rochas não sofreram qualquer tipo de tratamento estatístico.

A partir dos parâmetros descritivos das populações amostradas, foram confeccionados diversos mapas geoquímicos também na escala 1:200.000, com especial ênfase para as distribuições anômalas, caso em que as amostras plotadas foram representadas com símbolos maiores e numeradas. Com relação aos mapas de concentrados, a apresentação de duas associações de elementos, Cu-Pb-Zn e Ni-Co-Cr-Au, deve-se mais propriamente aos aspectos práticos que comporta.

Quanto à conceituação das anomalias em sedimentos e concentrados, cabe salientar que elas não existem num senso

estatístico (ainda que definidas com base nessa ferramenta), mas geoquímico, de modo que os valores considerados anômalos teriam um significado objetivo quando relacionados à presença comprovada de ocorrências minerais. Entretanto, adquirem um caráter subjetivo quando expressam apenas uma concentração mais elevada do elemento, com valores correspondentes a mais de dois desvios acima da média geométrica, ou como é o caso presente, acima de limiares definidos graficamente. Os resultados de classificação dos valores anômalos encontram-se dispostos nas tabelas 4 (sedimentos de corrente) e 5 (concentrados de minerais pesados), colocadas após a interpretação dos dados, no capítulo 5.

4.3 - Análise de variância

O problema da representatividade dos dados geoquímicos foi estudado através de uma análise de variância do tipo "one-way design", aplicado aos sedimentos de corrente. Diversos níveis hierárquicos procuram estabelecer a origem da variabilidade presente nas amostras e medir a influência dos diferentes fatores. Há que ressaltar o fato de que o modelo utilizado não assegurou a lognormalidade populacional, com uma notória heterogeneidade decorrente do pequeno número de amostras testadas e, principalmente, das sequências litológicas muito distintas.

Na tabela 1, em anexo, encontram-se sumarizados os principais aspectos da análise, quando ficou demonstrado que os fatores naturais respondem pela maior parte da variabilidade apresentada pelos elementos investigados. Isto assegura uma boa representatividade da distribuição geoquímica das diferentes variáveis químicas, o que, de resto, está claramente espelhado também nos dados regionais, onde são facil

Mod. 002

TABELA 1

ANÁLISE DE VARIÂNCIA - SEDIMENTOS DE CORRENTE

VARIÁVEL	VARIÂNCIA TOTAL	ENTRE DRENAGENS			ENTRE AMOSTRAS			ENTRE ANÁLISES	
		VARIÂNCIA	%	SIGN	VARIÂNCIA	%	SIGN	VARIÂNCIA	%
Cu	0,3285	0,3080	93,8	SIM	0,0161	4,9	SIM	0,0044	1,3
Pb	0,2006	0,1929	96,2	SIM	ZERO	0,0	NÃO	0,0077	3,8
Zn	0,1947	0,1798	92,4	SIM	0,0077	3,9	SIM	0,0072	3,7
Ni	0,5155	0,4950	96,0	SIM	0,0142	2,8	SIM	0,0063	1,2
Cr	0,1387	0,1355	97,7	SIM	0,0017	1,2	SIM	0,0015	1,1
Fe	0,5003	0,4417	88,3	SIM	0,0467	9,3	SIM	0,0119	2,4
Mn	1,0029	0,9764	97,4	SIM	0,0174	1,7	SIM	0,0091	0,9
pH	0,0086	0,0074	86,1	SIM	0,0009	10,5	SIM	0,0003	3,4

CPRM

NE 7530.0210.0343

mente perceptíveis as diferenças existentes entre litologias como gnaisses, metabasitos e quartzitos. Além disso, os resultados mais expressivos, tanto em sedimentos, como em concentrados, foram oportunamente conferidos, diminuindo drasticamente a presença de erros grosseiros, uma vez que estes poderiam conduzir a infrutíferos levantamentos subsequentes.

4.4 - Sumários das estatísticas

As tabelas 2 e 3, em anexo, resumem os principais parâmetros estimados para as amostras de sedimentos de corrente e concentrados de bateia, respectivamente, e cabe aqui esclarecer o significado conferido a cada uma das parcelas constituintes dos sumários.

a) intervalo de variação: especifica os valores mínimo e máximo apresentados por cada elemento analisado;

b) média geométrica (G): teor ou valor médio correspondente ao "background" e adotado como estimador de tendência central diante das suposições de um comportamento log-normal dos elementos. No presente trabalho, as médias geométricas foram calculadas graficamente ao nível de 50% da distribuição, pelo que se identificam com a mediana;

c) desvio geométrico (DG): medida do coeficiente de dispersão em torno da média correspondente, servindo para efeito de cálculo de estimadores, como o limiar, bem como para classificar os valores das diversas variáveis em termos de afastamentos em relação à média.

d) limiar ou "threshold" (VL): valor referente ao produto da média geométrica pelo quadrado do desvio geométrico, sendo que em alguns casos preferiu-se, exclusivamente a resolução gráfica, ao nível de 2,5 % da distribuição;

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

TABELA 2 - SUMÁRIO DAS ESTATÍSTICAS

SEDIMENTOS DE CORRENTE

ELEMENTO	UNIDADE LITOLÓGICA	PARÂMETROS							
		VARIAÇÃO		G	DG	G. DG	VL	CV	GD
		MIN.	MÁX.						
COBRE	C. Basal	N(3)	80	5,7	2,283	13,1	29,7	0,47	65,8
	Espinhaço	N(3)	20	1,8	2,880	5,4	15,4	1,80	28,9
	Macaúbas	N(3)	28	3,0	2,757	8,4	23,1	0,91	50,9
	Bambuí	N(3)	17	1,9	3,236	6,1	19,9	1,83	29,4
CHUMBO	C. Basal	L(3)	75	9,9	1,757	17,5	30,7	0,25	97,2
	Espinhaço	L(3)	55	3,8	2,077	8,1	16,4	0,55	72,5
	Macaúbas	L(3)	40	6,2	2,189	13,6	29,7	0,43	81,1
	Bambuí	L(3)	27	7,9	1,754	13,8	24,2	0,27	99,1
ZINCO	C. Basal	L(3)	10	15,1	2,018	30,4	61,4	0,26	99,7
	Espinhaço	L(3)	40	5,4	2,156	11,6	25,1	0,46	92,2
	Macaúbas	L(3)	75	10,4	2,216	23,1	51,1	0,34	98,1
	Bambuí	L(3)	140	10,3	2,819	29,1	81,9	0,44	98,2
NÍQUEL	C. Basal	N(3)	130	7,3	3,028	21,9	66,5	0,56	74,7
	Espinhaço	N(3)	21	2,0	2,804	6,1	16,5	1,14	31,2
	Macaúbas	N(3)	75	4,6	2,855	13,1	37,4	0,69	50,3
	Bambuí	N(3)	60	2,9	3,550	10,3	36,5	1,19	50,0
CROMO	C. Basal	10	365	63,5	1,683	106,9	179,8	0,08	100,0
	Espinhaço	15	145	39,6	1,480	58,6	86,8	0,11	100,0
	Macaúbas	20	240	56,0	1,381	77,3	106,8	0,10	100,0
	Bambuí	25	120	48,8	1,381	67,3	93,1	0,09	100,0
FERRO	C. Basal	L(0,01)	4,9	0,52	2,374	1,23	2,91	-1,32	99,6
	Espinhaço	L(0,01)	3,0	0,21	3,691	0,81	2,91	-0,85	97,3
	Macaúbas	L(0,01)	2,4	0,37	2,497	0,93	2,33	-1,33	99,4
	Bambuí	L(0,01)	3,2	0,25	2,883	0,72	2,08	-0,76	98,2
MANGANÊS	C. Basal	N(3)	3,000	132,9	2,630	349,5	919,1	0,20	99,5
	Espinhaço	N(3)	6,10	4,7	10,000	47,1	471,4	1,49	62,4
	Macaúbas	N(3)	1,100	139,1	2,570	357,6	919,1	0,19	87,6
	Bambuí	3	1,500	118,4	2,786	329,9	919,1	0,21	100,0

M64. 002

TABELA 3 - SUMÁRIO DAS ESTATÍSTICAS

CONCENTRADOS DE MINERAIS PESADOS

ELEMENTOS	PARÂMETROS							
	VARIAÇÃO (ppm)		G (ppm)	DG	G. DG (ppm)	VL (ppm)	CV	GD (%)
	MÍN.	MÁX.						
COBRE	N(3)	380	4,9	2,519	12,3	31,1	0,58	57;9
CHUMBO	N(3)	1800	32,6	2,262	73,7	166,8	0,23	96,3
ZINCO	L(3)	180	18,2	1,837	33,4	61,4	0,21	97,9
NÍQUEL	N(3)	170	7,5	2,812	21,1	59,3	0,51	79,1
COBALTO	N(3)	75	6,0	2,834	17,1	48,2	0,58	69,1
CROMO	50	2100	262,9	2,120	557,2	1181,1	0,13	100,0

NE 7530.020.0343

CPRM

e) coeficiente de variação (CV): foi computado a partir da média e desvio geométricos, ilustrando, portanto, a relatividade nas oscilações das observações.

f) grau de detecção (GD): refere-se ao número de valores definidos em relação ao total dos valores analisados quimicamente para determinada variável, sendo expresso em percentagem.

4.5 - Histogramas e gráficos de probabilidade

Os histogramas apresentados nos mapas geoquímicos e confeccionados para os sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados, fornecem uma idéia sobre quantas vezes se repetem determinados intervalos de valores, bem como exibem a inter-relação existente entre a distribuição de cada elemento e os parâmetros estatísticos estimados para a classificação dos dados.

Na construção dos histogramas foram utilizados os resultados expressos nas tabelas de frequência derivadas do processamento normal, passando o número de observações em cada intervalo de classe a ser lançado no eixo das ordenadas sob a forma de frequência percentual, e no eixo das abscissas encontram-se as unidades analíticas (ppm ou %).

Os intervalos de classe dos histogramas foram definidos de acordo com os intervalos de variação, de modo que o número daqueles quase sempre se situa entre 5 e 10, considerado ótimo para assim descrever a distribuição estatística, em substituição à regra de Sturges.

O método da resolução gráfica através das curvas de frequência acumulada (papel de log-probabilidade) e seguindo a metodologia proposta por C.Lepeltier (1969), foi aproveita

do para a obtenção de parâmetros limiares e de "background" relativamente precisos e bem ajustados às distribuições dos diversos elementos.

5.- INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

5.1 - Cobre

Os dados da distribuição do cobre em sedimentos de corrente encontram-se grandemente afetados pela exagerada contribuição quartzosa ao material encontradiço na rede de drenagem da área. É sob este enfoque que deve ser feita a maior parte das considerações a esse respeito e é como, por exemplo, devem ser vistos os baixos conteúdos médios detectados nas diferentes unidades estratigráficas.

Uma idéia da diluição presente nos resultados é claramente fornecida pelo confronto dos teores de fundo do cobre nos sedimentos do Grupo Bambuí. Na parte referente ao atual levantamento, o "background" deste elemento situa-se em torno do limite inferior de sensibilidade, tal seja, 3 ppm, ao passo que mais ao sul, fora da área do projeto, onde não ocorre uma influência tão marcante por parte das areias quartzosas, no sentido de tornar os sedimentos estéreis em metais, o valor médio é de cerca de 18 ppm.

Este processo de diluição predomina também no panorama da distribuição do cobre nos sedimentos coletados no âmbito do Grupo Macaúbas e do Supergrupo Espinhaço. Contudo, nessas unidades estratigráficas já era de se esperar tal efeito, devido à sua proeminente constituição quartzítica, e os baixos valores de cobre podem ser tomados como representativos.

Assim, o mapeamento geoquímico resultou particularmente prejudicado no Grupo Bambuí, como foi referido acima, e no domínio dos granito-gnaisses e migmatitos do

Complexo Basal, pois, eram expectáveis conteúdos metálicos bastante mais elevados e coerentes com as propriedades litológicas.

Dentro do que se entende por Associação Gnáissico-Migmatítica, ocorrem algumas zonas de rochas básicas e ultrabásicas, com destaque para as regiões de Riacho dos Machados, Serranópolis e Água Quente, todas elas localizadas na porção sul da área trabalhada. Nessas zonas o cobre assume um comportamento nitidamente distinto, com valores situados em torno de 30 ppm, mas que devem ser entendidos como sendo absolutamente normais, uma vez que derivam da presença marcante daquelas litologias. Por outro lado, alguns conteúdos de 50 até 80 ppm de cobre nos sedimentos são merecedores de investigações mais acuradas, visto que correspondem ainda a uma fase essencialmente regional da prospecção geoquímica.

Para uma melhor apreciação do comportamento do cobre nos sedimentos de corrente, foram realizadas algumas poucas análises adicionais através da extração com EDTA a frio. É óbvio que a interrelação do conteúdo deste metal com os fenômenos hidromórficos atuantes no ambiente secundário depende substancialmente de fatores como a granulometria do material coletado, entre outros, mas algumas regras fundamentais podem ser extraídas. Há que salientar o fato de que esses testes foram efetuados em amostras que não se encontram tão afetadas pelo problema da diluição quartzosa, ou exibem valores anômalos isolados, dando uma maior validade e interesse às observações.

Um dos aspectos mais importantes reside na proporção de cobre extraível a frio (cxCu), variável dentro

de um intervalo de 5 a 25% do cobre total contido no sedimento, e perfazendo em média 15%. Apesar da correlação positiva e bem evidenciada que ocorre entre o cobre total e cada um dos elementos maiores Fe e Mn, esta tendência não se mantém no caso do metal-traço supostamente adsorvido pelos óxidos secundários. Isto implica numa influência decisiva por parte dos argilo-minerais ou, o que é mais provável, deriva da imprecisão analítica quanto ao discernimento entre óxidos cristalinos e amorfos. De qualquer forma, não ficou assegurada uma correlação sistemática entre os fenômenos hidromórficos e os processos de "scavenging", embora na zona de rochas metabasíticas, aqui incluídas no Complexo Basal, os teores de 4-11 ppm de cobre extraível a frio parece que estão condicionados à presença de mais de 500 ppm de Mn e mais de 1,5% de Fe. Como a razão do cobre adsorvido para o cobre total é geralmente discreta, conclui-se que o padrão de dispersão secundária deste metal é clástico singenético, ou seja, que o mesmo se encontra contido principalmente nos fragmentos de rocha integrantes da fração -80 mesh dos sedimentos, em detrimento dos produtos da hidrólise.

Com respeito ao pH, também não foi possível estabelecer uma influência mais direta do mesmo na restrição da mobilidade do cobre no ambiente secundário. Contudo, na faixa correspondente aos metabasitos ocorre uma linearidade (proporcionalidade) na variação da razão cxCu: Cu, indicando acréscimos na quantidade de cobre adsorvido, num processo favorecido por condições ambientais fracamente ácidas a neutras, até alcalinas. Conforme salientado por H.E. Hawkes e J.S. Webb (1962), sob condições

muito ácidas o cobre, praticamente, não é adsorvido pelo material constituinte dos sedimentos de corrente, o que foi constatado em alguns pontos como NS-1 e RG-67, onde o pH varia em torno de 5,0 e a razão CxCu:Cu cai para menos de 10%. Por outro lado, nos pontos CS-96 e RG-16, com pH igual a 6,6 e 7,9, respectivamente, a referida razão situa-se acima de 15%, ilustrando, destarte, o outro extremo do processo. Uma outra observação extraída dos dados indica que, quando o pH está próximo à neutralidade (6,5-7,0), a razão cxCu:Cu varia entre 10 e 20%, e estas são as condições e resultados prevalecentes na faixa de metabasitos intimamente associados com os granito-gnaisses do Complexo Basal. Como o conteúdo de cobre nas rochas de composição básica é substancialmente mais elevado, deduz-se que ocorre uma acentuada lixiviação deste metal no ambiente secundário, mesmo quando se exclui o efeito diluente provocado pelas contribuições originárias dos demais metamorfitos.

A apreciação dos dados de concentrados de bateia mostra que o conteúdo de cobre nos minerais pesados é muito baixo e destituído de um maior interesse, visto que se situa em torno de 5 ppm em toda a área amostrada. Este aspecto demonstra que o conceito de uma dispersão predominantemente clástica do cobre na drenagem, deve ser entendido como restrito à fração leve, qual seja, àquela constituída pelos fragmentos de rocha. As análises de concentrados não fornecem evidências da presença, ainda que discreta, de sulfetos de cobre na área, pois, o caráter instável desses minerais não permite um transporte maior, uma vez que a passagem para formas solúveis dá-se na fase inicial de oxidação (intemperismo).

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Apenas uma amostra de concentrado evidenciou um conteúdo anômalo em cobre correspondente ao ponto FR-42 (380 ppm), na região de Pajeú, no norte da área. A análise de cobre extraível a frio revelou que quase 30% (110 ppm) do metal estão possivelmente contidos em limonitas, mas isto não destitui a anomalia de todo interesse, pois, um processo de captura tão pronunciado pode ser tomado também como sendo indicativo de uma maior disponibilidade do metal na região. O potencial para concentrações de cobre reside principalmente na presença de rochas básicas e ultrabásicas do Complexo Basal, além das meta-efusivas ácidas do Supergrupo Espinhaço (Inferior), sendo a primeira hipótese enfatizada pela detecção de Cr a nível de anomalia (1200 ppm) nos minerais pesados do mesmo ponto.

Este é o panorama da distribuição do cobre, que se distingue ainda por apresentar, a nordeste de Monte Azul, algumas poucas anomalias em sedimentos, aparentemente associadas, com igual comportamento e mesmo uma mineralização do metal chumbo.

5.2 - Chumbo

À semelhança do que foi constatado para o cobre, os resultados para chumbo em sedimentos de corrente encontram-se muito diluídos pela predominância da fração quartzosa nas amostras, podendo-se estimar uma redução média de cerca de 50%, mediante uma comparação dos dados da tabela 2 com os de outras regiões de rochas granito-gnáissicas do Complexo Basal, ou de sequências argilo-carbonáticas do Grupo Bambuí.

A representatividade dos dados de chumbo pode

ser julgada boa, conforme demonstrado pela análise de variância (tabela 1), notando-se que as operações analíticas e de amostragem não se constituem em fontes apreciáveis de erros. Embora, através da reanálise de amostras anômalas em chumbo, tenham sido detectados alguns erros analíticos ocasionais, a precisão resultou satisfatória, bem como a acurácia, a julgar pela boa distinção entre as amostras diluídas ("estéreis") e as de "background".

Os histogramas confeccionados para os valores de chumbo nas diversas unidades, exibem uma nítida tendência para uma assimetria positiva no caso das unidades Espinhaço, Macaúbas e Bambuí, onde ficou patenteada claramente a intensidade da contribuição quartzosa nos sedimentos (vide mapa de distribuição geoquímica, em anexo). No caso da Associação Gnáissico-Migmatítica, a influência não é tão marcante e a distribuição também não é tão assimétrica.

O mapa geoquímico do chumbo em sedimentos de corrente coloca em evidência a região do Complexo Basal situada a NE de Monte Azul, onde se tem, inclusive, uma ocorrência de galena em gnaisses cataclásticos, já próximo ao contato com o Supergrupo Espinhaço. As anomalias de 40 a 50 ppm de Pb ali incidentes são merecedoras, portanto, de investigações mais detalhadas, ainda mais que se fazem acompanhar por inúmeros valores, posicionados numa faixa intermediária da distribuição estatística desse metal em meio às rochas granito-gnáissicas. Por outro lado, não foi possível identificar um fator único do ambiente secundário que propiciasse o enriquecimento de Pb nos sedimentos locais, mas é provável que haja uma maior in

fluência por parte do Mn (até 1000 ppm) em detrimento da exercida pelos óxidos secundários de Fe; o pH neutro favorece seguramente a precipitação e captura do Pb, reduzindo-lhe drasticamente a mobilidade.

No Grupo Bambuí, o máximo de 27 ppm de Pb detectado (ponto EB-76) não contrasta grandemente com a média de 8 ppm, e muito menos com a mediana de 17 ppm correspondente à população de valores que não estão afetados pela diluição. Aliás, esses valores intermediários (12 a 20 ppm) são correlacionáveis com os das zonas de "background" de outras áreas de ocorrência da Formação Paraopeba, e, realmente, não merecem um maior destaque.

Já no âmbito do Grupo Macaúbas, a média geral calculada para a área é um pouco mais baixa (6 ppm), o mesmo acontecendo com a mediana de 13 ppm de Pb, que representa uma população bimodal de valores mais elevados e levemente emergentes. Uma anomalia isolada de 40 ppm de Pb (amostra JB-41) situa-se próximo ao contato com o Complexo Basal, e é mais provável que constitua um reflexo da influência das litologias deste último, e/ou da captura por parte de óxidos secundários de Mn, presente com 1.100 ppm no sedimento em questão.

As considerações sobre alguns dos valores mais elevados de Pb nos sedimentos derivados do Supergrupo Espinhaço e do Complexo Basal, fundamentam-se no estudo dirigido para a dispersão desse metal no ambiente secundário. Assim é que nas diversas amostras escolhidas para os testes, ficou demonstrado que o teor de Pb extraível a frio situa-se, em média, abaixo de 2 ppm e equivale a cerca de 10% do total existente no sedimento, mesmo, portanto, do

que foi observado com relação ao cobre, mas há uma particularidade que reside na maior freqüência das variações entre 20 e 45% de metal extraível com EDTA, ou seja, 5 ppm ou mais de cxPb. Não há um controle sistemático na quantidade de metal, extraível a frio, por parte das outras variáveis como o Fe, o Mn e o pH, mas, talvez, ele exista, ao menos de uma forma bem mais marcante com relação aos óxidos secundários de Fe e Mn, que, contudo, não sofreram uma discriminação analítica; os dados de bateia tendem a corroborar esta última assertiva. Observou-se, ainda, que a característica litológica não influi sobremaneira sobre o padrão de dispersão secundária. No caso do teor de cxPb, tem-se apenas uma aparente relação com os elementos definidores, pois, quando aquele supera 4 ppm, há uma associação com 600 ppm ou mais de Mn presente na amostra, e, quando o valor absoluto é maior ou igual a 3 ppm, o Fe apresenta 2,5% ou mais.

Se, por um lado, ficou patenteada a necessidade de um aprofundamento nas técnicas analíticas, para melhor definir os processos hidromórficos, também se torna imperiosa a reanálise de algumas amostras com valores anômalos de chumbo, no domínio do Complexo Basal e do Supergrupo Espinhaço. As determinações de cxPb deixam entrever a possibilidade de que no caso das amostras MN-172 e NS-92, respectivamente com 75 e 55 ppm de metal total, tenham ocorrido erros analíticos, pois, o Pb não foi detectado através da extração com EDTA. Isto vem de encontro ao fato de que as aludidas anomalias de Pb, particularmente a primeira, encontram-se totalmente isoladas e não são explicáveis pelos óxidos dos elementos

maiores, ou mesmo pela adsorção em argilo-minerais, exigindo a presença (pouco provável) de minerais de Pb, como a galena, dispersos no sedimento. No caso da amostra NS-92, pode ter ocorrido a formação de compostos metalo-orgânicos.

Assim, a distribuição do chumbo na drenagem é uma função de uma dispersão predominantemente clástica (fração leve dos sedimentos), por vezes assumindo características hidromórficas.

Os concentrados de minerais pesados deixam transparecer igualmente este tipo de comportamento do chumbo, pois, o conteúdo médio na fração pesada (33 ppm) supera amplamente aquele computado para os sedimentos. Como as análises de chumbo extraível a frio de algumas amostras de concentrado indicam a presença de 10 a 60% de metal coprecipitado, ressalta-se a importância dos processos hidromórficos. Neste contexto enquadra-se a anomalia de 1800 ppm de chumbo do ponto NR-90, no norte da área, totalmente explicada através dos fenômenos de "scavenging" por parte dos óxidos secundários de Fe e Mn. Contudo, como esta área encerra uma mineralização de galena, além de vários valores mais elevados de chumbo em sedimento, é recomendável seu detalhamento para averiguar mais corretamente o significado geoquímico e alcançar um maior entendimento do potencial da mesma. Os demais valores de chumbo representados no mapa geoquímico, em anexo, especialmente aqueles selecionados como "anômalos", encontram-se espalhados na área de ocorrência das rochas granito-gnáissicas do Complexo Basal, denotando uma afinidade deste metal, que, todavia, não se associa com as ocorrências de

rochas metabasíticas.

5.3 - Zinco

O comportamento do zinco nos sedimentos de corrente também é regido pela presença de quartzo, e é bastante evidente a correlação negativa entre o teor do metal-traço e as variações na quantidade da contribuição quartzosa. Como este elemento normalmente fornece um bom mapeamento geoquímico, é mais conveniente separar as informações ao nível das principais unidades estratigráficas.

No Grupo Bambuí a distribuição é nitidamente bimodal, e a média geométrica global de 10 ppm de zinco pode ser substituída por uma outra equivalente a 35 ppm, representativa desta unidade, sempre que não ocorram problemas como os derivados da diluição arenosa-quartzosa. Cabe destacar apenas uma anomalia de 140 ppm, correspondente à amostra JB-57, coletada bem a noroeste da localidade de Pai Pedro, no limite da área (vide mapa). A ausência de material orgânico, e os teores muito baixos de Fe e Mn, bem como dos outros metais-traço, são fatores condicionantes de uma reanálise desta amostra antes de quaisquer outros trabalhos de continuidade.

Os dados referentes ao Grupo Macaúbas, com um teor de fundo em torno de 10 ppm, já não demonstram uma distribuição bimodal tão marcante, pois, a característica quartzosa é típica do mesmo. Uma alteração no "background" só pode ser proposta para a zona de metassiltitos e paraconglomerados, onde a média é de cerca de 15 ppm, no vale do rio Gorutuba. O único valor de zinco considera

do anômalo (75 ppm) foi detectado na serra Gado Bravo, mas não é possível estabelecer a causa, em termos apriorísticos; a hipótese da presença de rochas metabasíticas parece ser pouco consistente, a julgar pelos teores dos outros metais, e uma adsorção do zinco do material orgânico (10% da amostra RG-145) em contraposição à lixiviação dos elementos maiores não encontra uma sustentação adequada no pH ainda praticamente neutro (6,7). Por outro lado, os fatos sedimentológicos ali sucedidos não são, propriamente, dos que conduzem a acumulações expressivas de zinco, ou seja, a ambiência não se inscreve entre as mais favoráveis.

O Supergrupo Espinhaço distingue-se pelos baixos conteúdos metálicos, onde a média de Zn é igual a 5 ppm. Os valores menores que 10 ppm identificam-se normalmente com as áreas ocupadas pelas formações arenosas quartzíticas, mas nos xistos sericíticos da porção sudeste, os teores, não raro, superam aquela abundância e introduzem uma acentuada assimetria positiva na curva de frequência (vide mapa). Algumas das anomalias de zinco percebidas na serra Geral, através das amostras FR-60 (30 ppm) e HV-45 (27 ppm), provavelmente refletem apenas um maior percentual de matéria orgânica na drenagem, tornando o pH francamente ácido (4,5 a 5,9) e propiciando também a lixiviação dos elementos Fe e Mn. No caso da amostra MN-11, o resultado de 28 ppm de Zn se faz acompanhar ainda de altos conteúdos de Mg, Ti, V, Fe e Mn, além de Ba, exigindo estudos complementares para a sua elucidação. A mesma necessidade pode ser estendida à amostra NS-69, com 40 ppm de Zn, tomada em meio aos xistos sericíti

---cos da região do rio Vacaria.

A dispersão secundária do zinco pode ser melhor analisada no domínio do Complexo Basal, unidade onde o "backgroud" de 15 ppm é um pouco mais elevado do que a média das observações realizadas nas demais unidades, e valores de até 60 ppm ainda são tomados como absolutamente normais. Apesar da complexidade de situações a que o conjunto se encontra exposto, há uma tendência a uma distribuição simétrica, lognormal. Os principais resultados obtidos para o zinco em sedimentos associam-se com as regiões de rochas metabasíticas (Água Quente, Riacho dos Machados e Serranópolis) e com a zona da mineralização plumbífera, a NE de Monte Azul. O comportamento do zinco no ambiente secundário é relativamente afetado pelos fenômenos hidromórficos e de quelação. No caso das litologias básicas metamorfoseadas, o teor de zinco extraível a frio (cxZn) compõe cerca de 10% do zinco presente nos sedimentos, e o restante pode ser creditado a um padrão clástico singenético. Contudo, como a abundância do zinco varia em torno de 50 ppm nos sedimentos dessas mesmas zonas, portanto muito abaixo da que se observa em rochas básicas frescas, é de se supor que ocorre uma acentuada lixiviação do metal através dos processos meteóricos, pois, as transformações metassomáticas são insuficientes para explicar tamanha variação ainda no ambiente primário. Assim, apenas uma pequena parcela do zinco é retida hidromorficamente no sedimento, variando num intervalo de 3 a 10 ppm (média de 5 ppm). A correlação entre cxZn e Mn (total) evidencia um comportamento como variáveis independentemente, mas a associação com o Fe é muito boa, o que tal

vez traduza uma coprecipitação preferencial com os óxidos secundários desse elemento. Um outro aspecto diz respeito à possível formação de compostos metalo-orgânicos nos sedimentos, sob condições ácidas (pH de 4,4 a 5,2) e com teores extremamente empobrecidos em Fe e/ou Mn, o que elimina a participação de óxidos ou mesmo de argilo-minerais; em alguns casos foram observadas amostras com 14 a 50 ppm de Zn (3 a 5 ppm de cxZn), e essas concentrações, bem como as de outros metais-traço, tendem a ser creditadas aos processos de quelação, onde a quantidade de metal extraível a frio não atinge a mesma intensidade dos processos hidromórficos. É claro que os casos em apreço tiveram um adequado controle de campo no que concerne à presença de material orgânico, que atinge até 40% de alguns espécimes.

A distribuição do zinco nos minerais pesados não difere substancialmente da observada na fração leve, em especial no que tange à influência exercida pela coprecipitação com os óxidos secundários de Fe e Mn, percebida através de análises que indicam uma proporção de 20% de cxZn em relação ao Zn total. Isto explica o acréscimo médio obtido no teor de Zn (18 ppm) nos concentrados da área, pois a fração densa não está sujeita aos problemas advindos com a diluição quartzosa, que tanto afetou os dados em sedimentos. As poucas "anomalias" de 65 a 180 ppm de Zn encontram-se disseminadas por toda a área e não encerram um significado particular, pois a fraca intensidade não deixa pressupor a existência de uma dispersão clástica expressiva e, quiçá, de mineralizações zincíferas em qualquer das unidades estudadas. Em adição, tem-se ainda que estes valores mais elevados de zinco incidem sistema

ticamente em amostras contendo uma pequena quantidade de minerais pesados recuperados no bateiamento - quase sempre menos de 8 g - o que pode ser tomado como constituindo uma indicação da influência dos fenômenos hidromórficos na configuração do enriquecimento esporadicamente experimentado pelo metal. Desta forma, nenhum dos resultados alcançados para o zinco em concentrados de bateia carece de pesquisas mais detalhadas.

5.4 - Níquel

O mapa de distribuição geoquímica (em anexo) confeccionado para este elemento em sedimentos de corrente, exemplifica o seu notável grau de associação com as rochas metabásticas das regiões de Riacho dos Machados e Água Quente, no sudoeste da área, e de Serranópolis, no centro. Todas estas regiões estão englobadas no âmbito do Complexo Basal, onde a média de 7 ppm de Ni (vide histograma no mapa)demonstra a influência negativa exercida pelos processos de diluição quartzosa, e talvez este valor se encontre reduzido à metade do que seria normalmente definido no domínio granito-gnáissico. Os sedimentos coletados no âmbito das rochas básicas e ultrabásicas, apresentam entre 20 e 130 ppm de níquel, que está contido mormente nos minerais ferro-magnesianos, num caso típico de dispersão secundária clástica singenética. São justamente os valores de 70 ppm ou mais de níquel que se identificam mais estreitamente com as rochas metabásicas, e, embora considerados anômalos, correspondem na verdade a uma ambiência bem caracterizada e onde podem ser tomados como correspondentes a meras oscilações da população de "background" (local). Esta colocação sobre os aspectos que desaconselham pesquisas mais detalhadas para mineralizações de níquel na á

rea de Riacho dos Machados, baseia-se, obviamente, no fato de que os metabasitos encontram-se amplamente metassomatizados e não oferecem um maior potencial para o metal em apreço. A intensidade e frequência das "anomalias" de níquel são justificadas diante da expressão superficial dos metabasitos em meio aos gnaisses da região de Riacho dos Machados, mas nas proximidades de Serranópolis uma anomalia de 90 ppm de Ni (ponto MN-53) adquire um novo significado, visto que alí foram observados inúmeros afloramentos de rochas ultrabásicas.

Os demais valores que se destacam no norte da área trabalhada, refletem apenas outras ocorrências de rochas básicas intrometidas nos quartzitos Espinhaço e nos gnaisses do Complexo Basal.

Tal como foi apontado anteriormente, quando da discussão da distribuição do cobre, alguns resultados detectados no vale do rio Gorutuba, em drenagens que cortam o Grupo Macaúbas, devem estar condicionados à presença, ainda não confirmada, de rochas metabasíticas correlacionáveis às da região de Riacho dos Machados.

Ainda quanto aos dados de níquel em sedimentos de corrente, os testes complementares efetuados com análises do metal extraível a frio apontam no sentido de uma predominante independência dos teores deste elemento em relação aos elementos maiores ferro e manganês. Assim, uma influência mais marcante de fenômenos hidromórficos, talvez devido à adsorção por argilo-minerais, restringe-se a poucas amostras onde o teor de cxNi supera 10 ppm. Nas zonas anômalas de rochas básicas, o teor médio de níquel extraível a frio é de 7 ppm, ao passo que nos demais sítios de amostragem testados, não atinge o limite inferior de detecção utilizado (3 ppm).

Mod. 002
NE 7530.0210.0343

No caso dos concentrados de minerais pesados (vide mapa em anexo), os resultados para níquel reproduzem com notável aproximação o panorama desenhado através do levantamento geoquímico com sedimentos, salientando novamente o domínio das rochas metabasíticas. Um máximo de 170 ppm de Ni, associado com Co e mesmo Cr, corrobora este aspecto no ponto RG-143, a oeste de Riacho dos Machados. Por último, o baixo teor médio obtido nos concentrados, em torno de 7 ppm em toda a área, demonstra que o níquel não tende a se concentrar substancialmente na fração pesada, prevalecendo a dispersão clástica singenética na drenagem; apesar da baixa densidade de amostragem, os valores detectados no reconhecimento com bateia enquadram-se numa faixa normal, não devendo,portanto, serem tomados como indicativos de mineralizações niquelíferas.

5.5 - Cromo

Os resultados alcançados para o cromo em sedimentos de corrente destacam a área de ocorrência do Complexo Basal e, particularmente, das rochas metabásicas, onde não raro ultrapassam 200 ppm. Deste modo, o mapa geoquímico do cromo, em anexo, reflete as mesmas feições delineadas, por exemplo, pelo níquel, com uma grande frequência de valores elevados na porção sul da área, de Água Quente a Serranópolis. É evidente que o interesse encerrado pelas anomalias de cromo se intensifica na medida que há uma identidade com as faixas de ultrabasitos, o que vale dizer, a área de Serranópolis, onde tais rochas foram percebidas durante o mapeamento geológico. Nos Grupos Espinhaço, a leste, e Macaúbas, a oeste, as anomalias de cromo estão vinculadas, possivelmente, a rochas metabasíticas de idades diversas, sem encerrar um significado es

pecial.

A dispersão experimentada pelo cromo nos sedimentos é predominantemente clástica singenética, conforme patenteado pelo confronto com os concentrados. Neste último material ocorre um grande acréscimo no conteúdo de cromo, denotando que este metal se faz presente também em minerais pesados como a magnetita, além dos silicatos ferro-magnesianos de cristalização precoce. O conteúdo médio de cromo nos sedimentos aumenta de 55 ppm para 260 ppm nos concentrados, mas somente em quatro amostras com mais de 2000 ppm de Cr se fazem desejáveis determinações mineralógicas, em especial na de número MN-32, situada imediatamente ao norte de Serranópolis. A presença de cromita poderia então ser tomada como uma indicação bastante mais positiva de mineralizações, ao contrário das simples análises geoquímicas.

5.6 - Cobalto

As análises para cobalto foram processadas exclusivamente nos concentrados de minerais pesados, onde a distribuição do metal revelou níveis de concentração muito discretos. Com efeito, o teor médio igual a 6 ppm obtido para o cobalto na fração pesada, mostra que é insignificante a sua participação neste processo de dispersão clástica; à semelhança do níquel, é mais aceitável a idéia de que o cobalto está principalmente contido na fração leve dos materiais aluvionares e sedimentos ativos de corrente.

Com relação aos valores mais elevados obtidos para este elemento, em alguns casos, como nos pontos EB-28, na porção noroeste da área, e JB-49, na zona central, não é possível estabelecer um vínculo com outros aspectos geológicos além de fenômenos de captura do metal por óxidos secundários

Mod. 002
NE 7530.0210.0343

de ferro e manganês. Alguns pesquisadores, como T.T. Chao e P.K. Theobald Jr. (1976), têm incluído o cobalto entre os elementos sujeitos a esses fenômenos. Além disso, tal hipótese ganha uma maior consistência quando se leva em consideração a pequena quantidade de minerais pesados recuperados naqueles sítios.

Na parte sul da área, os teores de cobalto atingem um máximo de 75 ppm, no ponto RG-143, que se inscreve numa região de metabasitos, aqui tratados como pertencentes ao Complexo Basal. Pouco mais de 10% do cobalto presente no concentrado em questão é de natureza hidromórfica, numa clara ilustração do que foi acima colocado sobre a coprecipitação com óxidos secundários. Contudo, a associação com uma "anomalia" de níquel de 170 ppm, também apenas parcialmente hidromórfica, conduz à necessidade de um aprofundamento das investigações geoquímicas nesta região, situada a sudoeste de Riacho dos Machados.

O mapeamento geoquímico fornecido pelos dados de cobalto destaca ainda vários outros pontos sob influência de contribuições a partir de rochas metabásicas, inclusive no domínio do Grupo Macaúbas (amostras CS-138), onde há uma associação com os metais Cu, Zn e Ni.

5.7 - Ouro

Os resultados analíticos para ouro em concentrados de bateia sofreram uma avaliação apenas empírica, tendo em vista que só os valores detectados, com 0,05 ppm ou mais, foram representados no mapa geoquímico, em anexo, e considerados "anômalos" quando atingiram ou superaram 1 ppm. Como estas análises são referentes à fração pesada total, é de se esperar um acréscimo considerável caso as determinações não

Mod. 002
NE 7530.0210.0343

incluam a fração magnética, cuja afinidade com o ouro aluvionar é bastante discreta. A separação magnética introduziria, sem dúvida alguma, contrastes bem mais elevados na distribuição do ouro em concentrados de bateia, melhorando o reduzido grau de detecção.

Os valores mais expressivos alcançados para o ouro, seguindo uma tendência de realção especialmente os máximos, incidem numa área de xistos do Supergrupo Espinhaço, a sudeste de Serranópolis (amostras MN-130 e MN-133), com até 14 ppm. Mesmo a utilização do fator de concentração realça esta área, pois um cálculo aproximado permite prever a presença de cerca de 150 ppb de ouro nos sedimentos da drenagem em questão.

Duas outras "anomalias" de ouro, nos pontos FR-8 (1 ppm) e FR-112 (5 ppm), na região de Mato Verde, parecem estar relacionadas às rochas granito-gnáissicas do Complexo Basal, mas o estabelecimento do significado e potencial das mesmas exige igualmente um maior detalhamento em termos de prospecção geoquímica.

Cabe destacar, ainda, um valor de 4,0 ppm de ouro (amostras JV-106) detectado no domínio do Grupo Macaúbas, na bacia do rio Mosquito, ao sul de Tocandira. Tal como exposto acima, também neste caso se fazem imperiosas investigações mais avançadas para elucidar a fonte do metal.

Por último, chama a atenção o fato de que a maior parte dos valores intermediários de ouro está associada aparentemente com os metabasitos do Complexo Basal, na região do Riacho dos Machados. Este comportamento não sugere um envolvimento com os processos de metassomatose granitizante que afetou os metabasitos, sendo mais provável uma relação

com a evolução magmática, conforme V.M. Goldschmidt (1970) preconiza para uma fase de oxidação.

5.8 - Ferro e Manganês

A inclusão de análises rotineiras para os elementos ferro e manganês em sedimentos de corrente deve-se à influência que os mesmos exercem sobre os metais-traço. Este papel desempenhado pelos elementos maiores, aflora particularmente quando se observa os seus mapas de distribuição geoquímica, pois é notável o grau de correlação exibido com a abundância dos elementos menores. Inúmeros aspectos da coprecipitação e adsorção de metais pelos óxidos secundários de ferro e manganês já foram apresentados nos itens anteriores. Também no caso dos elementos ferro e manganês tem-se uma forte diluição introduzida pela contribuição quartzosa proveniente das unidades Espinhaço e Macaúbas, que dominam topograficamente a área prospectada.

As áreas de Água Quente, Riacho dos Machados, Serranópolis e Monte Azul distinguem-se claramente por exibirem uma maior incidência de valores intermediários a "anômalos", o que demonstra que as mesmas também estão mais sujeitas à atuação dos fenômenos hidromórficos, além da presença de rochas metabásicas, que determinam zonas de pH menos ácido e uma maior participação da dispersão secundária clástica sin genética.

Os dados mais expressivos do manganês atraem uma maior parcela de interesse devido à existência de concentrações de óxidos e hidróxidos, não raro a nível de depósito, ao longo da serra do Espinhaço, e sobre litologias as mais diversas. No presente levantamento geoquímico, é praticamente impossível discernir entre anomalias falsas e aquelas li

gadas a mineralizações, se é que elas existem na área. Contudo, a exemplo de outras localidades, parece aconselhável uma investigação mais acurada das bacias de captação onde o teor de manganês atinge 1.500 ppm ou mais, especialmente aquelas que não incluem rochas metabásicas.

5.9 - Outros elementos

Uma discussão sucinta sobre os principais resultados obtidos para os demais elementos analisados em sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados, é uma função do escopo da prospecção geoquímica, ainda que os mesmos não tenham sofrido uma avaliação estatística, nem foram selecionados para a apresentação sob a forma de mapas geoquímicos.

As análises de estanho, tungstênio e molibdênio em minerais pesados não encerram indicações sobre a presença de jazimentos destes ou de outros metais na área. O estanho apresenta normalmente menos do que 30 ppm nos concentrados, e um máximo de 75 ppm (amostra HV-17) ocorre numa zona de granito-gnaisses, ao norte de Porteirinha; a fraca intensidade da "anomalia" desestimula campanhas mais detalhadas. Os teores de molibdênio quase sempre são inferiores a 2 ppm, sendo que alguns resultados de até 25 ppm necessitam principalmente de novas determinações analíticas. Quanto ao tungstênio, que em média exibe menos de 5 até 20 ppm, foram observados dois máximos de 60 ppm (amostras EB-44 e JV-91), mas em drenagens que cortam exclusivamente os Grupos Macaúbas e Bambuí, o que os destitui de um maior interesse.

Outros elementos como o cálcio e o magnésio, são mais abundantes nos sedimentos derivados, ao menos parcialmente, de rochas metabásicas. A prata não foi detectada em

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

diversas amostras submetidas a análise, mantendo-se sempre inferior a 1 ppm.

No caso dos elementos bário, vanádio e titânio, a distribuição dos valores obedece também aos fatores geológicos já anteriormente aventados para metais como cobre, zinco, níquel etc. O bário varia normalmente entre 5 e 140 ppm, seguindo-se uma faixa de teores intermediários de até 200 ppm; devem ser destacadas algumas amostras com cerca de 270 ppm (CS-153, FR-9, HV-3 e HV-104), e mais especialmente, os pontos JV-75 (390 ppm) e EB-28 (440 ppm). O vanádio apresenta quase sempre 30 a 180 ppm, aumentando para 220 e 260 ppm nos pontos NS-92 e MN-260, respectivamente. Já o titânio marca com notável precisão os domínios quartzíticos, distinguindo-os claramente das zonas de rochas básicas e/ou ultrabásicas, com as quais tem uma notória afinidade; valores de até 8.000 ppm não são incomuns nos sedimentos, mas merecem investigações mais acuradas as localidades correspondentes às amostras NS-113 (10.000 ppm) e MN-11 (23.500 ppm).

CPRM

TABELA 4

VALORES ANÔMALOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

NÚMEROS DAS AMOSTRAS	UNIDADE LITOLÓGICA	E L E M E N T O S							pE
		Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Fe	Mn	
CS - 26	C. Basal	9	18	24	23	(200)	2,4	490	6,7
CS - 27	"	18	23	40	40	(220)	2,1	350	6,9
CS - 44	"	23	22	40	(80)	40	1,8	410	6,0
CS - 50	"	21	15	40	(85)	40	1,4	350	5,8
CS - 81	"	23	17	35	(75)	(220)	1,8	390	6,0
CS - 83	"	(50)	17	(65)	(80)	(295)	2,5	270	5,8
CS - 96	"	(80)	17	(100)	L 3	(365)	(3,9)	830	6,6
CS - 107	"	6	5	9	45	(365)	0,9	200	6,3
CS - 111	Macaúbas	13	8	30	22	(108)	1,8	320	5,6
CS - 118	"	(28)	13	50	35	(118)	(2,4)	580	7,1
CS - 128	C. Basal	13	15	14	18	(250)	0,5	100	6,0
CS - 134	Macaúbas	18	10	50	23	102	(2,4)	400	6,2
CS - 137	"	23	15	50	(55)	(240)	2,2	450	6,4
CS - 138	"	(25)	13	45	(40)	(124)	2,3	670	6,1
CS - 142	"	6	10	22	(75)	70	0,9	(1100)	6,0
CS - 143	"	13	13	35	17	40	1,1	(1100)	6,3
CS - 149	C. Basal	20	11	30	50	(200)	1,8	300	6,9
CS - 150	"	(35)	19	60	(70)	150	(3,5)	630	7,5
CS - 151	"	25	14	40	(100)	165	1,8	330	6,9
CS - 153	"	9	18	35	(70)	135	1,2	340	7,1
CS - 160	"	10	10	19	45	(200)	1,0	150	6,0
CS - 162	"	21	15	35	(75)	170	1,9	510	5,5
EB - 27	Bambuí	14	21	45	19	90	(2,2)	250	5,9
EB - 28	"	17	17	50	(60)	75	1,8	(1500)	6,3
EB - 51	"	17	21	55	28	80	(2,5)	870	7,4
EB - 74	"	10	15	35	16	50	1,5	(1200)	7,8
EB - 76	"	16	(27)	40	35	(95)	(3,2)	450	6,7
FR - 5	C. Basal	L 3	5	5	3	80	1,1	(1500)	7,5
FR - 11	Espinhaço	4	6	9	L 3	(120)	0,5	10	6,6

CPRM

TABELA 4 (cont.)

NÚMEROS — DAS AMOSTRAS	UNIDADE LITOLÓGICA	E L E M E N T O S							pH
		Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Fe	Mn	
FR - 31	Espinhaço	L 3	3	13	7	(100)	0,4	100	6,8
FR - 32	"	(20)	4	17	(21)	(140)	1,0	170	6,8
FR - 46	C. Basal	L 3	11	26	7	85	0,6	(950)	6,7
FR - 60	Espinhaço	(16)	9	(30)	8	60	1,9	360	4,5
FR - 88	C. Basal	4	18	17	7	40	1,0	(1000)	7,5
FR - 111	"	11	17	40	30	125	1,2	(1500)	7,1
HV - 45	Espinhaço	4	(17)	(27)	L 3	54	0,1	7	5,9
HV - 88	"	(20)	8	13	6	75	1,1	340	6,4
HV - 104	C. Basal	3	10	55	60	55	2,0	(1000)	6,5
HV - 105	"	L 3	10	(70)	9	50	0,04	290	7,6
JB - 14	Bambuí	13	18	30	23	(120)	1,0	95	5,1
JB - 32	C. Basal	8	16	14	20	(190)	0,6	490	6,1
JB - 41	Macaúbas	9	(40)	12	8	85	0,8	(1100)	5,1
JB - 57	Bambuí	L 3	7	(140)	N 3	45	L0,01	22	6,0
JV - 17	C. Basal	3	10	17	9	60	1,2	(3000)	7,4
JV - 70	Bambuí	11	23	25	17	90	2,4	610	6,6
JV - 92	Macaúbas	19	21	35	18	(110)	1,3	100	5,0
JV - 97	C. Basal	10	25	40	15	45	1,2	(1200)	7,1
MN - 11	Espinhaço	13	6	(28)	8	75	(3,0)	440	6,9
MN - 28	"	N 3	6	4	N 3	(98)	0,08	L 3	6,3
MN - 44	C. Basal	20	20	50	50	140	1,5	(1100)	6,8
MN - 48	"	(30)	26	(70)	55	130	1,9	420	6,5
MN - 49	"	(30)	30	(75)	60	160	2,0	370	6,5
MN - 53	"	(55)	(35)	(95)	(90)	(240)	(3,3)	560	5,6
MN - 71	"	21	17	45	60	(205)	1,6	400	6,9
MN - 80	"	23	24	(65)	50	120	2,1	460	7,9
MN - 141	"	8	(50)	23	7	85	0,7	35	5,2
MN - 172	"	L 3	(75)	3	L 3	30	0,08	10	5,9
MN - 174	"	3	13	(95)	10	65	0,5	160	7,3
MN - 67	"	8	18	(65)	16	70	1,0	530	6,6

TABELA 4 (cont.)

NÚMEROS DAS AMOSTRAS	UNIDADE LITOLÓGICA	E L E M E N T O S							pH
		Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Fe	Mn	
NR - 5	C. Basal	19	45	26	27	85	0,3	360	6,9
NR - 50	"	13	(35)	60	40	105	(3,3)	400	5,9
NR - 52	"	23	(35)	55	40	85	2,5	300	5,0
NR - 64	"	27	26	40	(70)	(200)	(3,9)	850	7,3
NR - 72	"	5	18	35	14	40	1,8	(1300)	7,3
NR - 84	"	24	30	45	40	140	2,9	(1000)	5,6
NR - 85	"	22	30	(65)	45	85	(3,3)	490	6,5
NR - 93	"	11	(40)	30	17	125	1,2	420	7,3
NR - 102	"	26	22	45	35	70	(3,0)	580	6,6
NR - 108	"	(50)	(50)	(85)	50	100	(3,4)	(1000)	6,7
NR - 123	"	(35)	(40)	50	22	80	2,4	590	7,4
NR - 124	"	25	(50)	60	22	60	1,6	400	5,8
NR - 128	Espinhaço	(20)	15	25	13	45	1,3	(610)	7,7
NR - 129	"	(16)	15	18	4	55	0,5	390	7,2
NR - 133	C. Basal	27	19	18	12	55	1,3	(2600)	7,3
NR - 159	"	13	(26)	15	11	50	1,3	260	7,2
NS - 1	"	(40)	28	50	24	40	0,09	22	4,5
NS - 6	"	21	20	40	16	90	(3,0)	400	7,5
NS - 69	Espinhaço	9	11	(40)	8	35	1,4	130	7,2
NS - 81	"	7	(19)	13	L 3	35	0,2	6	6,1
NS - 89	C. Basal	21	24	(90)	15	155	(4,9)	270	6,6
NS - 92	Espinhaço	9	(55)	14	15	35	1,5	12	4,4
NS - 120	C. Basal	20	22	50	35	75	2,7	(2200)	6,9
NS - 126	Espinhaço	N 3	L 3	3	L 3	(145)	0,01	N 3	4,6
RG - 7	C. Basal	4	13	27	25	(185)	0,8	265	6,7
RG - 12	"	22	15	36	60	(195)	1,4	580	6,7
RG - 16	"	25	16	48	(100)	(235)	1,6	600	7,9
RG - 18	"	16	24	35	65	(215)	1,3	635	7,7
RG - 28	"	19	11	35	40	160	2,9	(1580)	8,2

CPRM

TABELA 4 (cont.)

NÚMEROS DAS AMOSTRAS	UNIDADE LITOLÓGICA	ELEMENTOS							pH
		Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Fe	Mn	
RG - 37	C. Basal	(41)	16	55	(120)	(270)	(3,8)	(940)	7,0
RG - 54	"	22	14	35	60	100	2,0	(1000)	6,8
RG - 55	Macaúbas	21	20	45	28	60	2,1	(1100)	6,4
RG - 67	C. Basal	23	17	(70)	(130)	(200)	2,4	400	5,2
RG - 74	"	(35)	17	40	(120)	(235)	2,7	510	6,5
RG - 76	"	(45)	19	50	(100)	(260)	2,9	(1200)	6,3
RG - 77	"	(40)	15	55	(110)	(210)	2,8	690	6,6
RG - 78	"	(40)	17	55	(110)	(235)	(3,2)	900	6,7
RG - 79	"	(30)	17	40	(75)	(235)	2,4	760	6,6
RG - 80	"	(40)	17	50	(95)	(215)	2,9	(1300)	6,2
RG - 84	"	22	21	35	16	60	(3,3)	130	5,1
RG - 89	"	(30)	15	55	(100)	(200)	2,3	610	7,3
RG - 109	"	6	7	29	8	50	1,2	(1900)	7,3
RG - 128	"	(30)	11	50	58	165	1,8	590	6,3
RG - 133	"	18	17	35	54	(190)	1,5	(1100)	6,8
RG - 134	"	25	15	40	(67)	(230)	1,8	750	6,3
RG - 138	Macaúbas	8	5	16	8	65	0,8	(1000)	6,1
RG - 140	C. Basal	25	15	55	(100)	(230)	2,2	630	6,4
RG - 141	"	25	16	40	(75)	(235)	2,0	470	6,2
RG - 142	"	(30)	16	(75)	(110)	(265)	2,3	670	6,5
RG - 143	"	28	(40)	50	(110)	(320)	2,5	(1200)	6,8
RG - 144	"	(35)	17	60	(95)	(290)	2,5	720	6,4
RG - 145	Macaúbas	8	13	(75)	19	85	1,0	180	6,7

Obs.: ( ) = teor anômalo do elemento

CPRM

TABELA 5

VALORES ANÔMALOS EM CONCENTRADOS DE MINERAIS PESADOS

NÚMEROS DAS AMOSTRAS	UNIDADE LITOLÓGICA	E L E M E N T O S (ppm)							FRAÇÃO PESADA (g)
		Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Co	Au	
CS - 21	C. Basal	11	130	18	23	(2100)	13	N 0,05	92,6
CS - 25	"	13	160	40	30	980	(50)	N 0,05	21,3
CS - 27	"	19	140	40	(65)	860	40	N 0,05	23,7
CS - 38	Macaúbas	24	55	(65)	50	200	30	I	14,8
CS - 82	C. Basal	7	55	17	12	(2100)	4	N 0,05	31,8
CS -105	"	6	65	11	8	(2100)	9	I	15,6
CS -138	Macaúbas	(35)	70	(100)	(170)	240	(70)	I	4,1
EB - 28	Bambuí	10	35	24	(65)	60	(60)	I	8,8
EB - 58	"	9	25	(65)	22	285	18	I	6,4
FR - 8	C. Basal	13	9	40	9	220	18	(1,0)	94,7
FR - 42	"	(380)	23	35	12	(1200)	28	N 0,05	25,2
FR -112	"	L 3	30	15	9	560	L 3	(5,0)	42,2
HV - 17	"	9	(310)	45	4	315	4	I	7,5
JB - 49	Macaúbas	16	40	(180)	23	560	(55)	I	4,9
JV - 59	C. Basal	L 3	(180)	30	3	130	L 3	N 0,05	11,3
JV - 97	"	15	(180)	25	11	250	10	I	13,6
JV -106	Macaúbas	3	55	14	5	720	7	(4,0)	39,8
MN - 32	C. Basal	L 3	29	11	5	(2050)	3	N 0,05	177,4
MN -130	Espinhaço	9	L 3	50	15	340	3	(2,0)	12,6
MN -133	"	3	5	30	12	150	L 3	(14,0)	75,8
NR - 90	C. Basal	L 3	(1800)	16	3	120	4	N 0,05	20,4
NS -102	Espinhaço	4	5	(100)	6	115	8	I	7,7
RG - 8	C. Basal	29	90	60	(100)	560	35	I	14,5
RG - 84	"	7	(200)	22	5	60	25	N 0,05	16,9
RG -143	"	29	70	60	(170)	850	(75)	0,40	47,6

Obs.: ( ) = teor anômalo do elemento

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- Para mudanças tão acentuadas nas condições ambientais, em decorrência da complexidade geológica existente na área, faz-se mister um estudo mais apropriado do comportamento seguramente variável apresentado pelos elementos analisados.

- O trabalho essencialmente regional não alcançou o significado de um grande número de anomalias geoquímicas detectadas principalmente para os metais ouro, cobre, zinco, níquel, cromo, titânio e bário, o que conduz à exigência de investigações mais detalhadas e criteriosas. Neste plano inclui-se forçosamente a execução de uma litogeoquímica para melhorar a caracterização das diversas unidades e feições envolvidas.

- O procedimento laboratorial (analítico), bem como o de amostragem, deve ser tomado como sendo de boa qualidade, visto que não introduziu uma variabilidade intolerável na distribuição dos principais elementos, assegurando desta forma a representatividade dos dados no que se refere à precisão. Entretanto, cabe aqui efetuar uma ressalva quanto à acurácia, pois testes recentes demonstraram que o laboratório da CPRM em Belo Horizonte vem obtendo resultados que se situam cerca de 15% abaixo dos referidos pelo LAMIN (RJ) para os elementos Cu, Pb, e Zn. É evidente que isto não implica numa não aceitação dos dados, mas é possível que no presente caso também haja uma diminuição no conteúdo dos metais-traço mencionados, com reflexos na intensidade absoluta das anomalias.

- Algumas áreas são merecedoras de levantamentos mais de

talhados, com destaque para as metabásicas de Água Quente e Riacho dos Machados; os corpos de metaultrabásicas da região de Serranópolis e outros que guardam posição semelhante dentro do Complexo Basal; o nível de efusivas ácidas do Supergrupo Espinhaço, embora não se tenha destacado em termos de resultados geoquímicos, devido às diluições provocadas pelos quartzitos sobrejacentes, mantém uma grande expectativa quanto ao potencial mineral.

- As mineralizações de sulfetos (pirita e de cobre) presentes em rochas metabásicas encaixadas nos granitognaisses do Complexo Basal, continuam carentes de estudos que determinem o seu potencial. Nesta situação enquadra-se também o indício de galena encontrado a nordeste de Monte Azul, uma vez que ainda não foi devidamente avaliado.

- A presença de ouro nos xistos e/ou quartzitos do Supergrupo Espinhaço, a sudeste de Serranópolis, assume uma importância ainda maior quando se considera que este metal já foi garimpado um pouco mais ao norte, ainda na serra do Espinhaço.

- Os Grupos Bambuí e Macaúbas revelaram-se destituídos de qualquer interesse, a julgar pelos discretos resultados geoquímicos alcançados sobre os mesmos.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAO, T.T. & THEOBALD, Jr. P.K - The significance of secondary iron and manganese oxides in geochemical exploration. Economic Geology, Lancaster, 71 (8): 1560-1569, dec.1976.

GOLDSCHMIDT, V.M - Geochemistry. Oxford, At the Claredon Press, 1970.

HAWKES, H.E. & WEBB, J.S - Geochemistry in mineral exploration. New York, Harper & Row, 1962.

KEITH, M.L. et alii - Trace metals in stream sediment of Southeastern Pennsylvania; part 1: geochemical prospecting guide. Earth and Mineral Sciences Experimental Station, Bull Penn. State Univ., 82, 14 p., 1967.

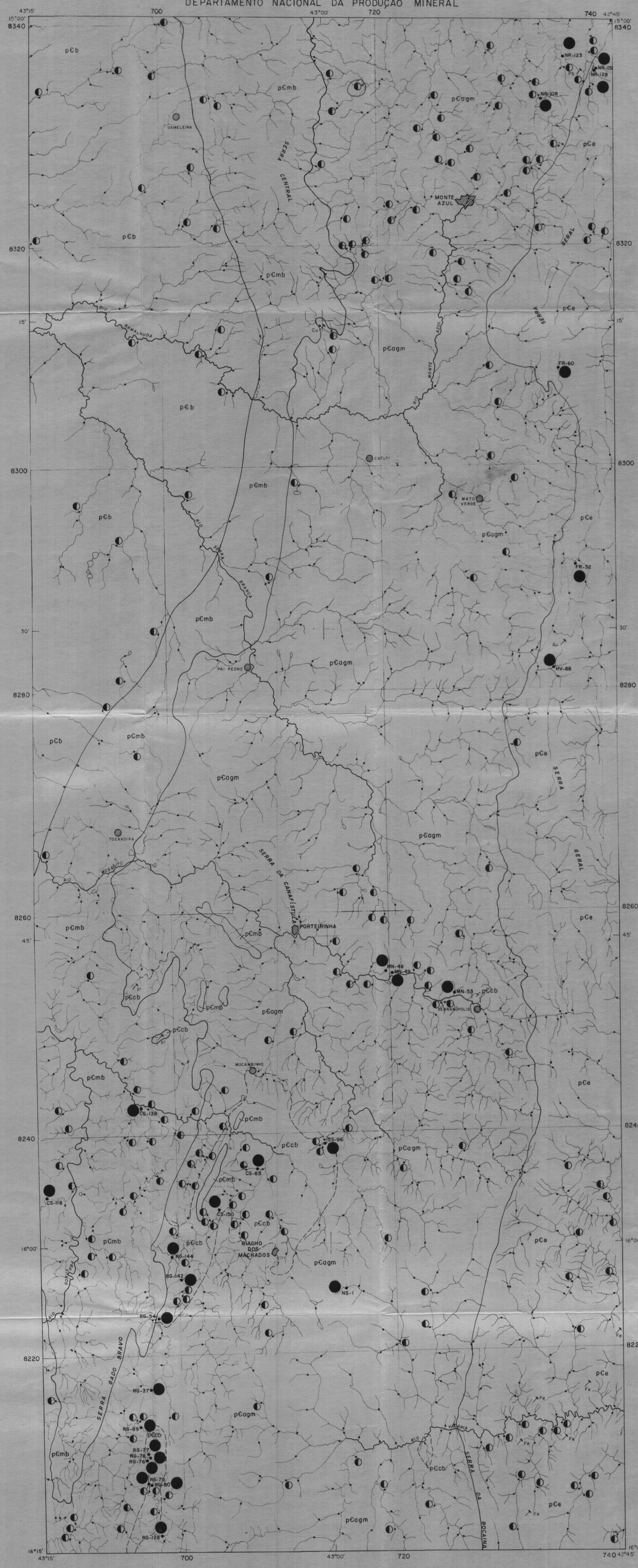
LEPELTIER, C. - A simplified statistical treatmet of geochemical data by graphical representation. Economic Geology, Michigan, 64:- 538-580, 1969.

ROSE, A.W - Trace metals in stream sediment of Southeastern Pennsylvania; part 2: studies of anomalies from part. 1 . Earth and Mineral Sciences Experiment Station, Bull., Penn. State Univ., 86, 1-14, 1971.

TUREKIAN, K.K. & WEDEPOHL, K.H - Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geological Society of America Bulletin, Boulder, 72: 155-192, 1961.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD. 23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Cu EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

p€b

GRUPO BAMBUÍ - Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

p€mb

GRUPO MACAÚBAS - Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

p€e

SUPER GRUPO ESPINHAÇO - Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

p€agm

COMPLEXO BASAL - Associação gnáissico-migmatítica com corpos de rochas meta-básicas-anfibolitos xistificados-a ultrabásicas(p€cb)

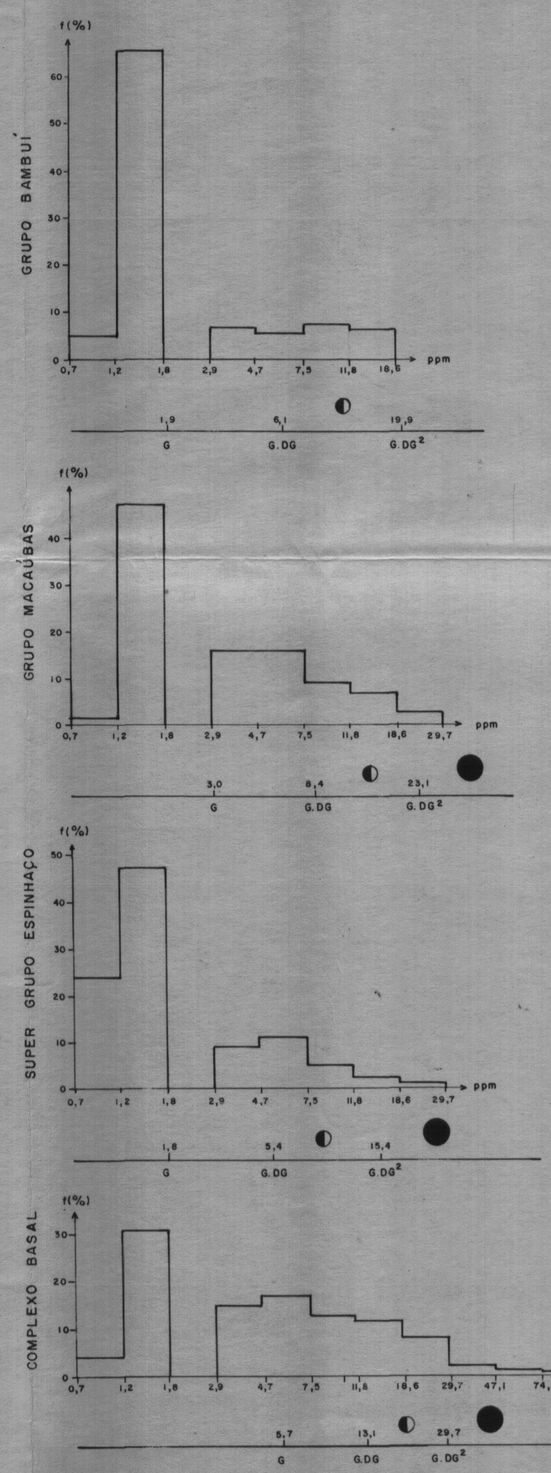
Contato estratigráfico ------ Contato aproximado

Ocorrência mineral

Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS



G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de sedimento de corrente com valor de Cu inferior ao limiar

NS-1

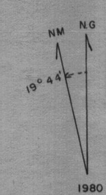
Amostra de sedimento de corrente com valor anômalo em Cu (ponto numerado - ver tabela 4)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

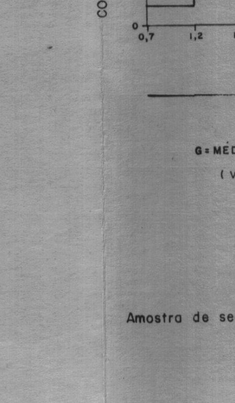
Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Féboli.

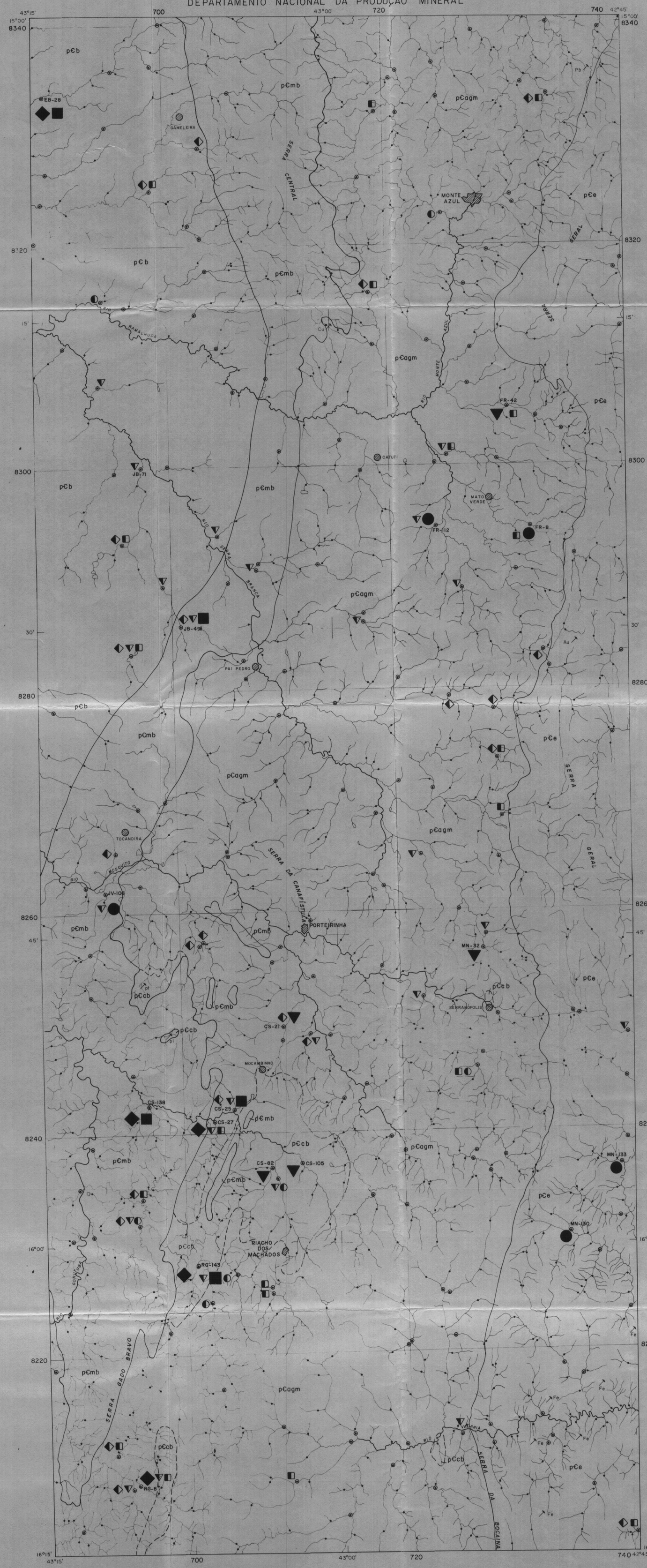
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Cu EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

1:200.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

pCb

GRUPO BAMBUÍ - Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

pCmb

GRUPO MACAÚBAS - Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

pCe

SUPER GRUPO ESPINHAÇO - Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

pCagm

COMPLEXO BASAL - Associação gnaíssico-migmatítica com corpos de rochas metabásicas-anfibolitos xistificados a ultrabásicas (pCcb).

Contato estratigráfico

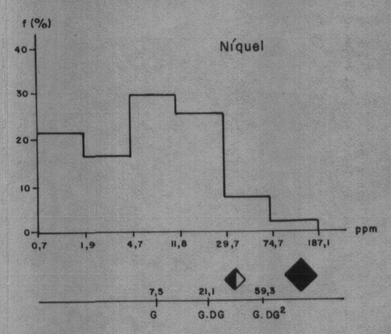
Contato aproximado

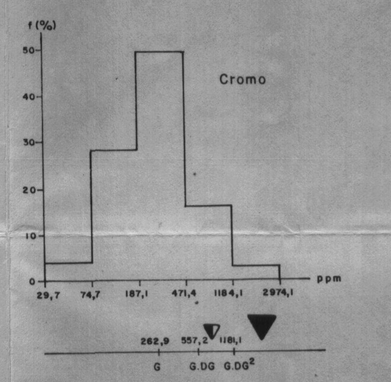
Ocorrência mineral

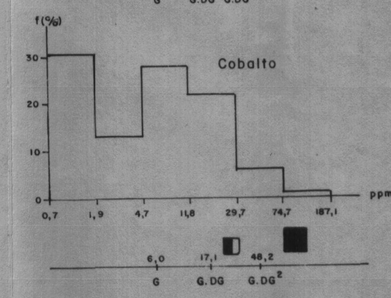
Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

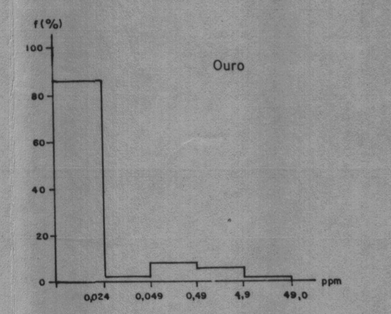
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SIMBOLOS GEOQUÍMICOS









G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de concentrado de minerais pesados com valores inferiores a $G.DG^2$

MN-32

Amostra com valores anômalos em Ni e/ou Cr e/ou Co e/ou Au (ponto numerado - ver tabela 5)

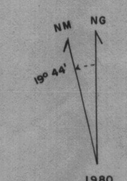
Amostra de sedimento de corrente

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA



Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD.23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 do SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

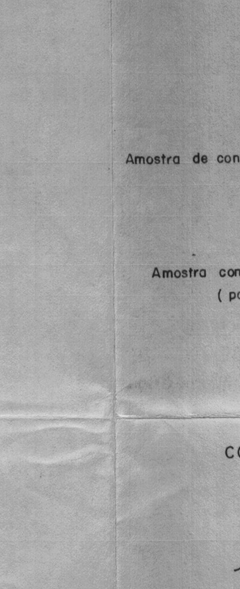
MAPA DE Ni, Cr, Co, Au EM CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heinack, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Feboli.

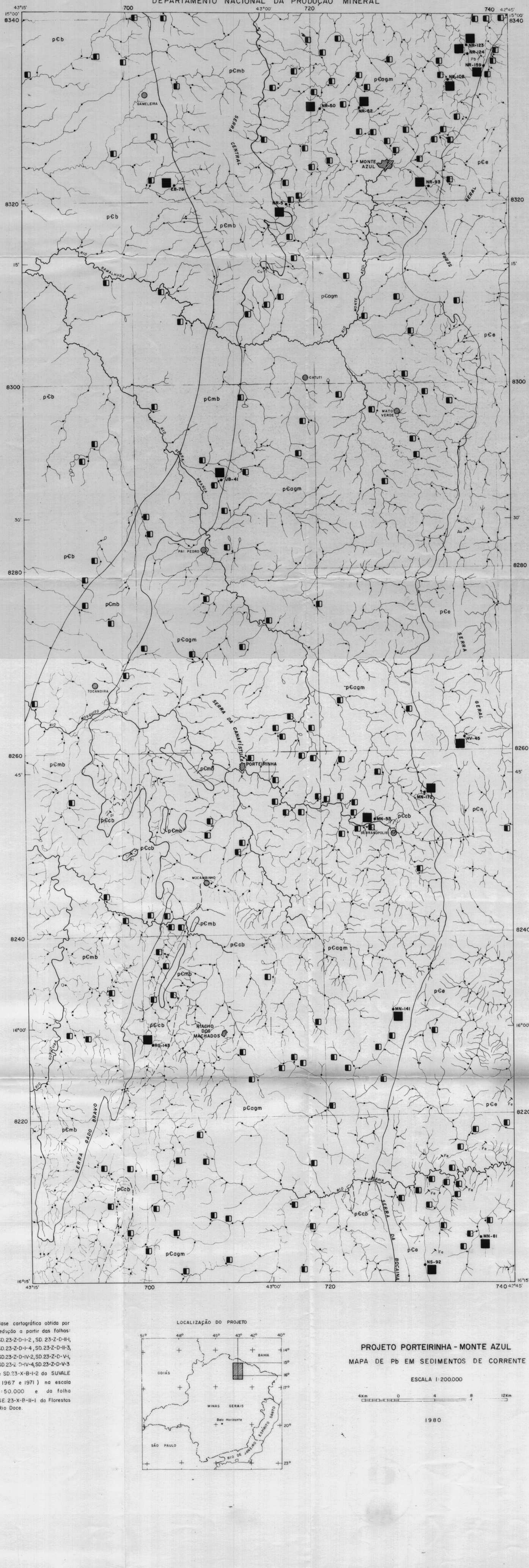
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Ni, Cr, Co, Au EM CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS

1:200.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

p€b — GRUPO BAMBUÍ - Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

p€mb — GRUPO MACAÚBAS - Arenitos, ritmitos, tilitos, quartzitos e conglomerados.

p€e — SUPER GRUPO ESPINHAÇO - Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

p€agm — COMPLEXO BASAL - Associação gnáissico-migmatítica com corpos de rochas metabásicas-anfibolitos xistificados a ultrabásicas (p€cb).

Contato estratigráfico

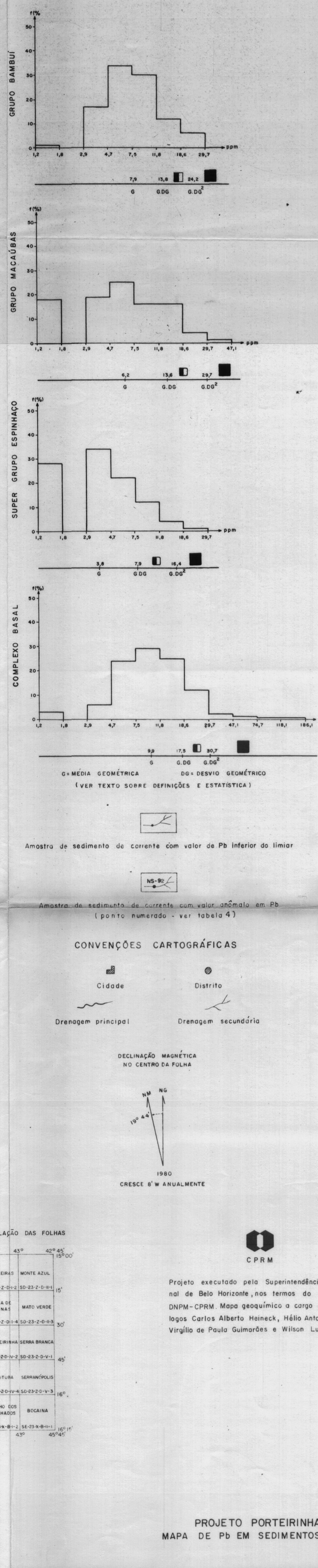
Contato aproximado

Ocorrência mineral

Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS



G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de sedimento de corrente com valor de Pb inferior do limiar

NS-92 — Amostra de sedimento de corrente com valor anômalo em Pb (ponto numerado - ver tabela 4)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA

1980

CRESCE 8' W ANUALMENTE

Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD.23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

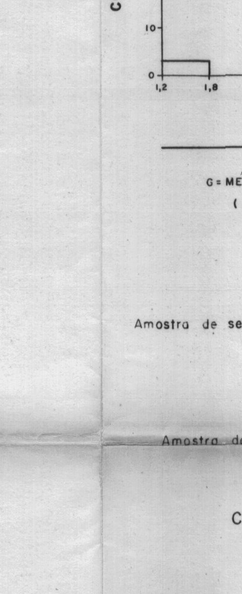
MAPA DE Pb EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Feboli.

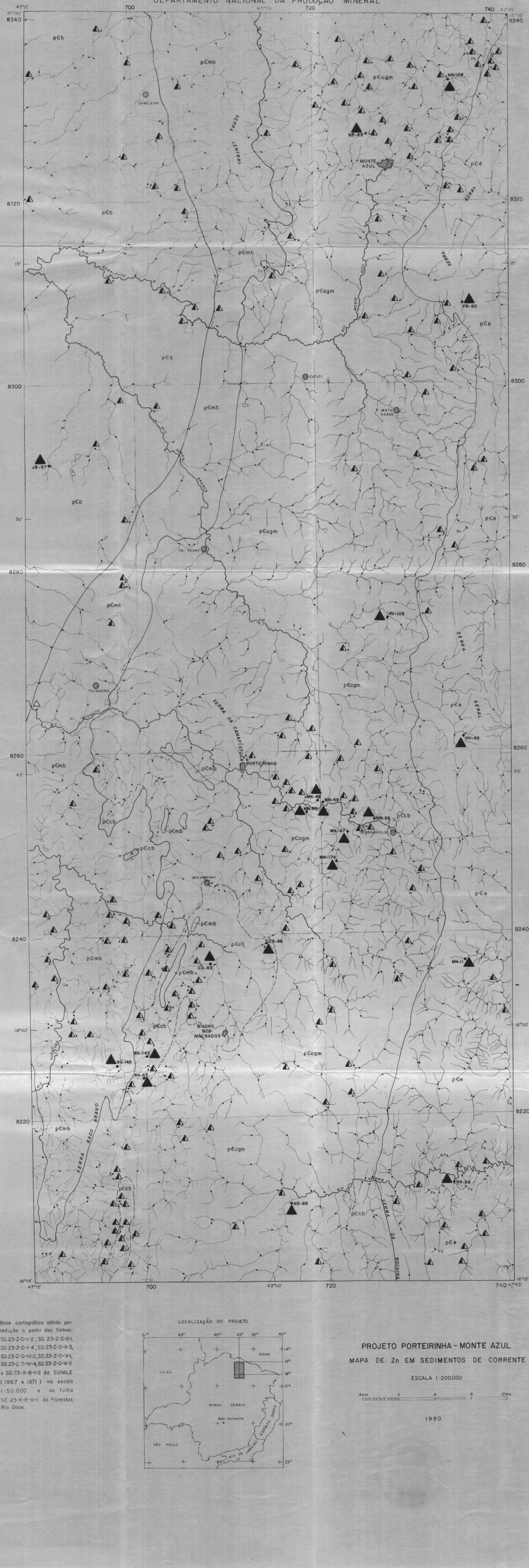
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Pb EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

1:200.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

pCb

GRUPO BAMBUÍ - Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

pCmb

GRUPO MACAÚBAS - Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

pCe

SUPER GRUPO ESPINHAÇO - Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

pCagm

COMPLEXO BASAL - Associação gnáissico-migmatítica com corpos de rochas meta-básicas-anfibolitos xistificados a ultrabásicas (pCcb).

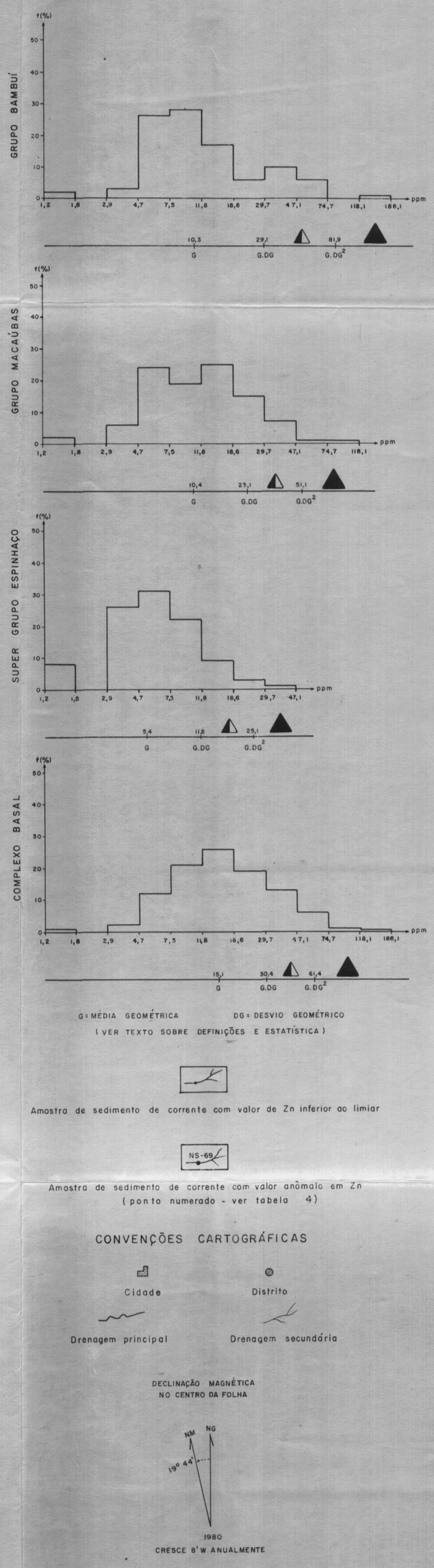
Contato estratigráfico ——— Contato aproximado - - - - -

Ocorrência mineral

Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS



G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de sedimento de corrente com valor de Zn inferior ao limiar

NS-69

Amostra de sedimento de corrente com valor anômalo em Zn (ponto numerado - ver tabela 4)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA

1980

CRESCE 8' W ANUALMENTE

Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD.23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE 23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Zn EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Feboli.

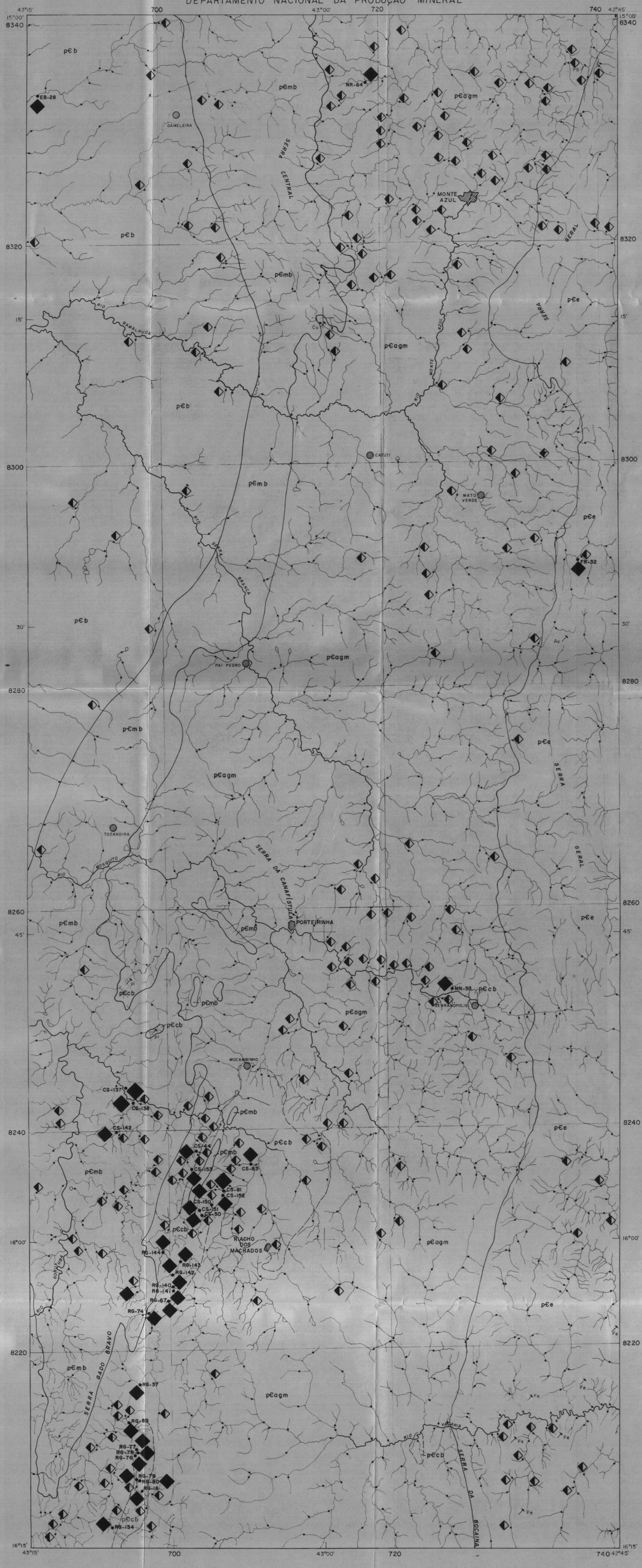
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Zn EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

1:200.000

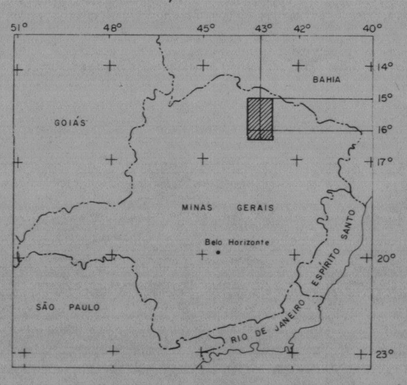
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD. 23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 do SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO



PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Ni EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

p€b — **GRUPO BAMBUÍ** – Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

p€mb — **GRUPO MACAÚBAS** – Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

p€e — **SUPER GRUPO ESPINHAÇO** – Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

p€agm — **COMPLEXO BASAL** – Associação gnáissico migmatítica com corpos de rochas meta-básicas-anfibolitos xistificados – a ultrabásicas (p€cb)

Contato estratigráfico

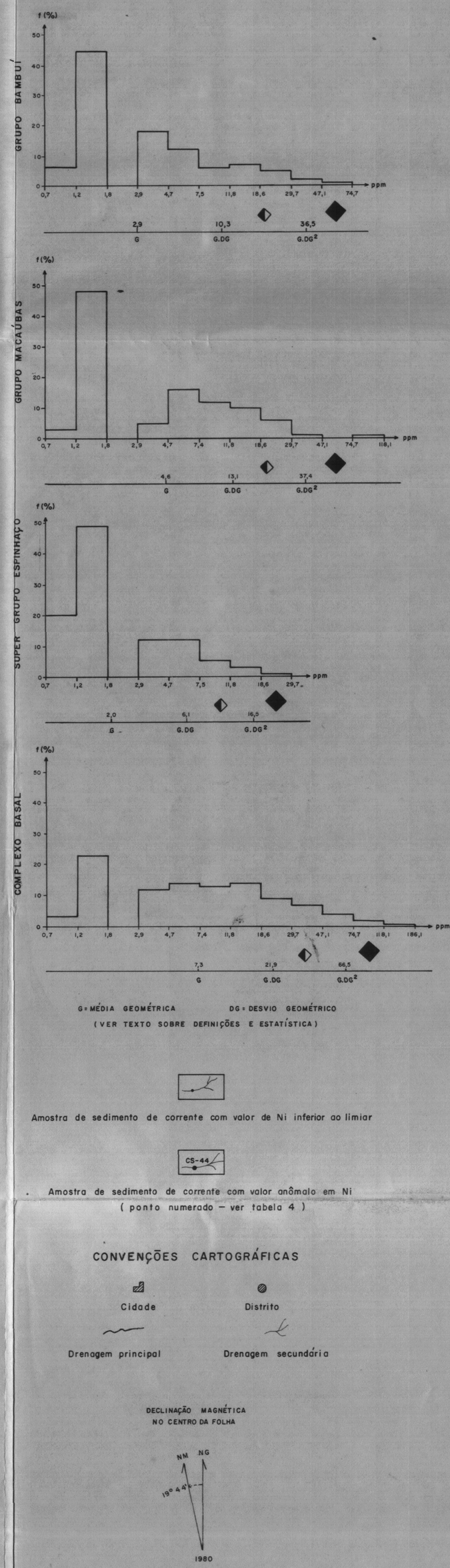
Contato aproximado

Ocorrência mineral

Au – Ouro Pb – Chumbo Fe – Ferro pi – Pirita Cu – Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS



G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de sedimento de corrente com valor de Ni inferior ao limiar

CS-44

Amostra de sedimento de corrente com valor anômalo em Ni (ponto numerado – ver tabela 4)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

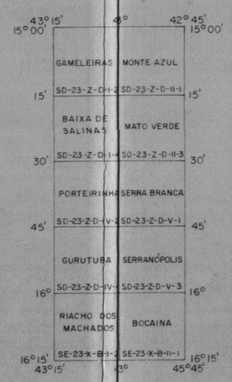
Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA

CRESCE 8' W ANUALMENTE

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. **Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Féboli.**

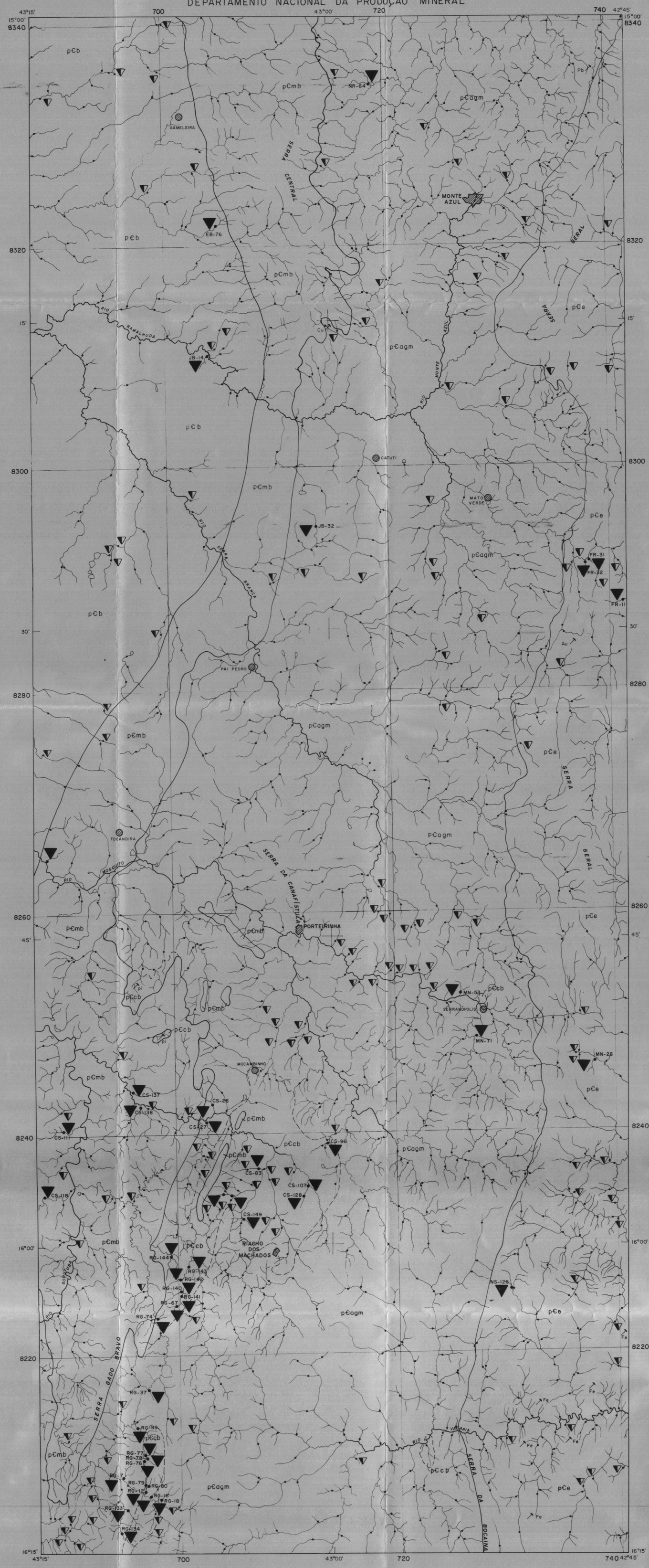
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Ni EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

1:200.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ – CAMBRIANO

p€b — GRUPO BAMBUÍ – Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

p€mb — GRUPO MACAÚBAS – Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

p€e — SUPER GRUPO ESPINHAÇO – Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

p€agm — COMPLEXO BASAL – Associação gnáissico-migmatítica com corpos de rochas meta-básicas-anfibolitos xistificados – a ultrabásicas (p€cb).

Contato estratigráfico

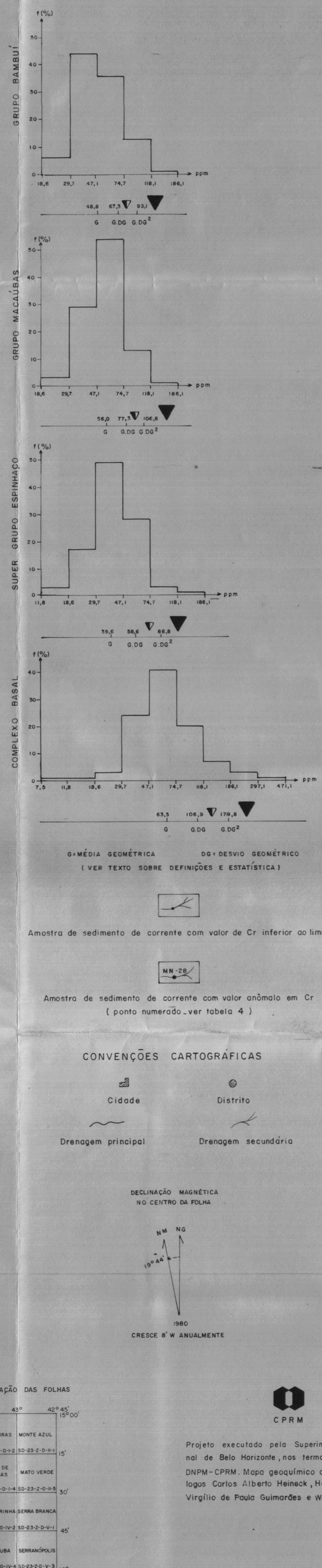
Contato aproximado

Ocorrência mineral

Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS



G=MÉDIA GEOMÉTRICA DG=DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de sedimento de corrente com valor de Cr inferior ao limiar

MN-28

Amostra de sedimento de corrente com valor anômalo em Cr
(ponto numerado – ver tabela 4)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

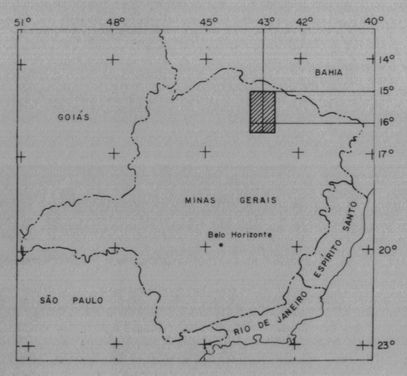
Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
NO CENTRO DA FOLHA

Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD.23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO



PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Cr EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Feboli.

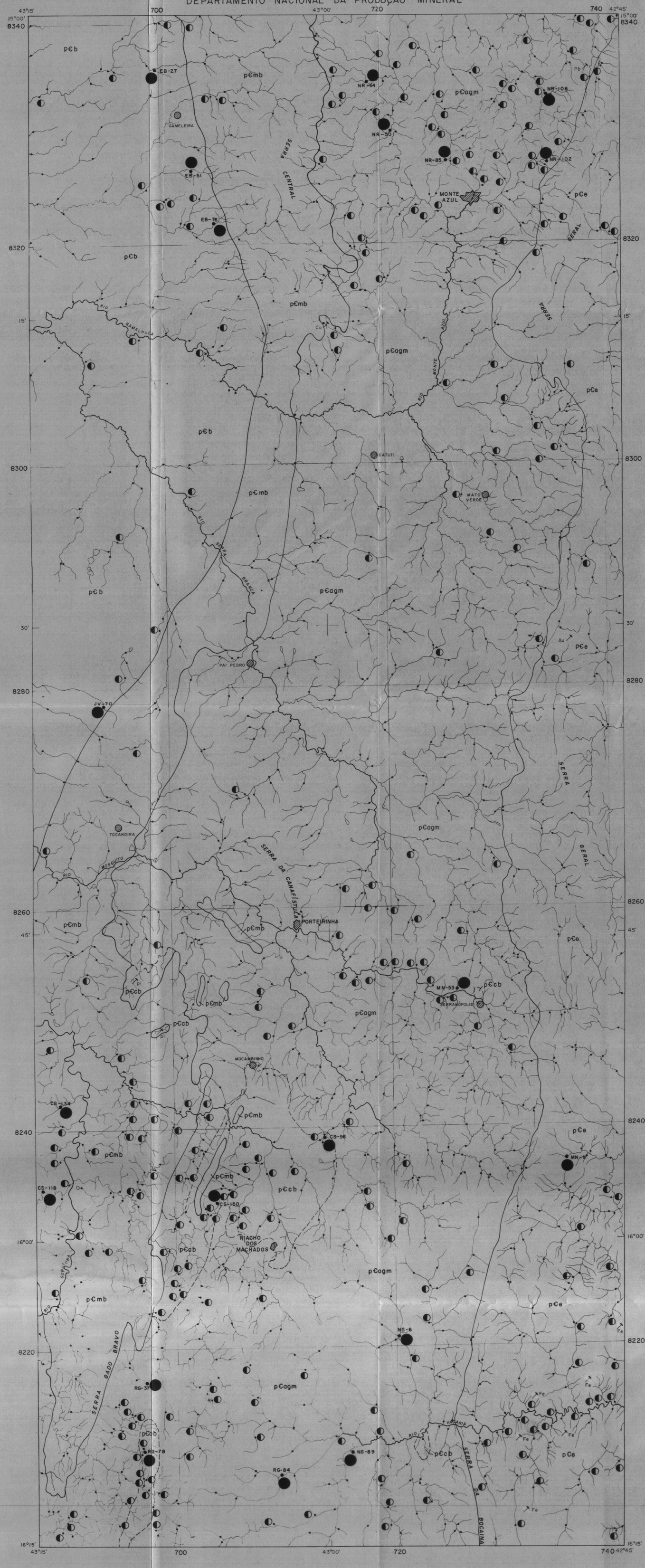
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Cr EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

1:200.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

pCb

GRUPO BAMBUÍ - Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

pCmb

GRUPO MACAÚBAS - Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

pCe

SUPER GRUPO ESPINHAÇO - Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

pCagm

COMPLEXO BASAL - Associação gnáissico-migmatítica com corpos de rochas meta-básicas anfibolitos xistificados a ultrabásicas (pCcb).

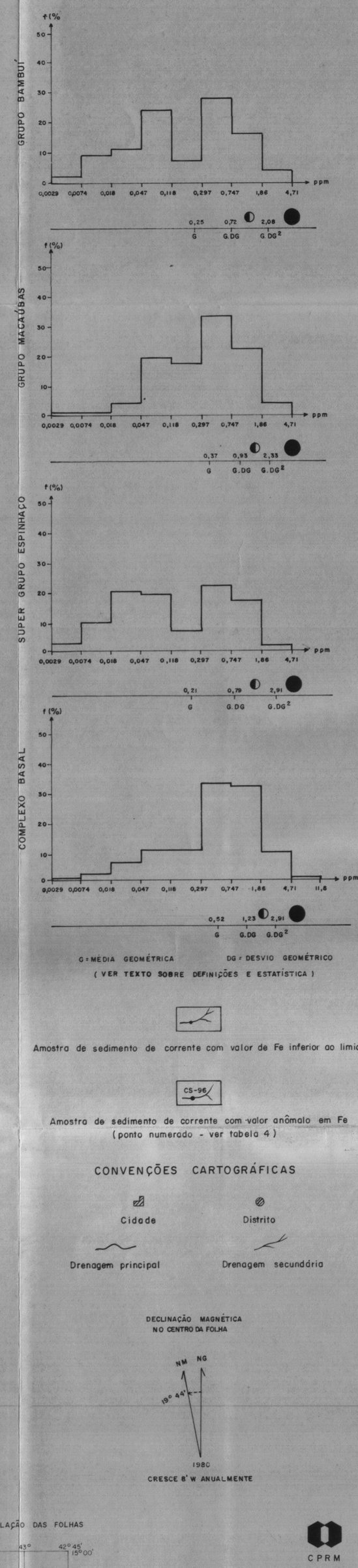
Contato estratigráfico ------ Contato aproximado

Ocorrência mineral

Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS



G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de sedimento de corrente com valor de Fe inferior ao limiar

CS-96

Amostra de sedimento de corrente com valor anômalo em Fe (ponto numerado - ver tabela 4)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade Distrito

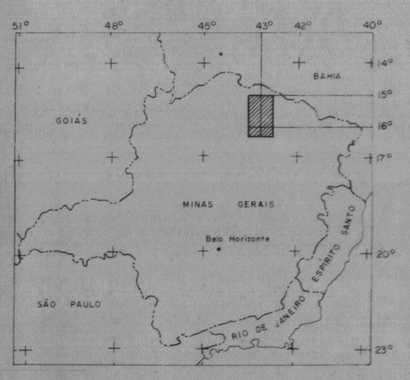
Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA

CRESCE 8' W ANUALMENTE

Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD.23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO



PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

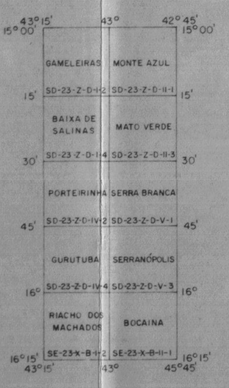
MAPA DE Fe EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Feboli.

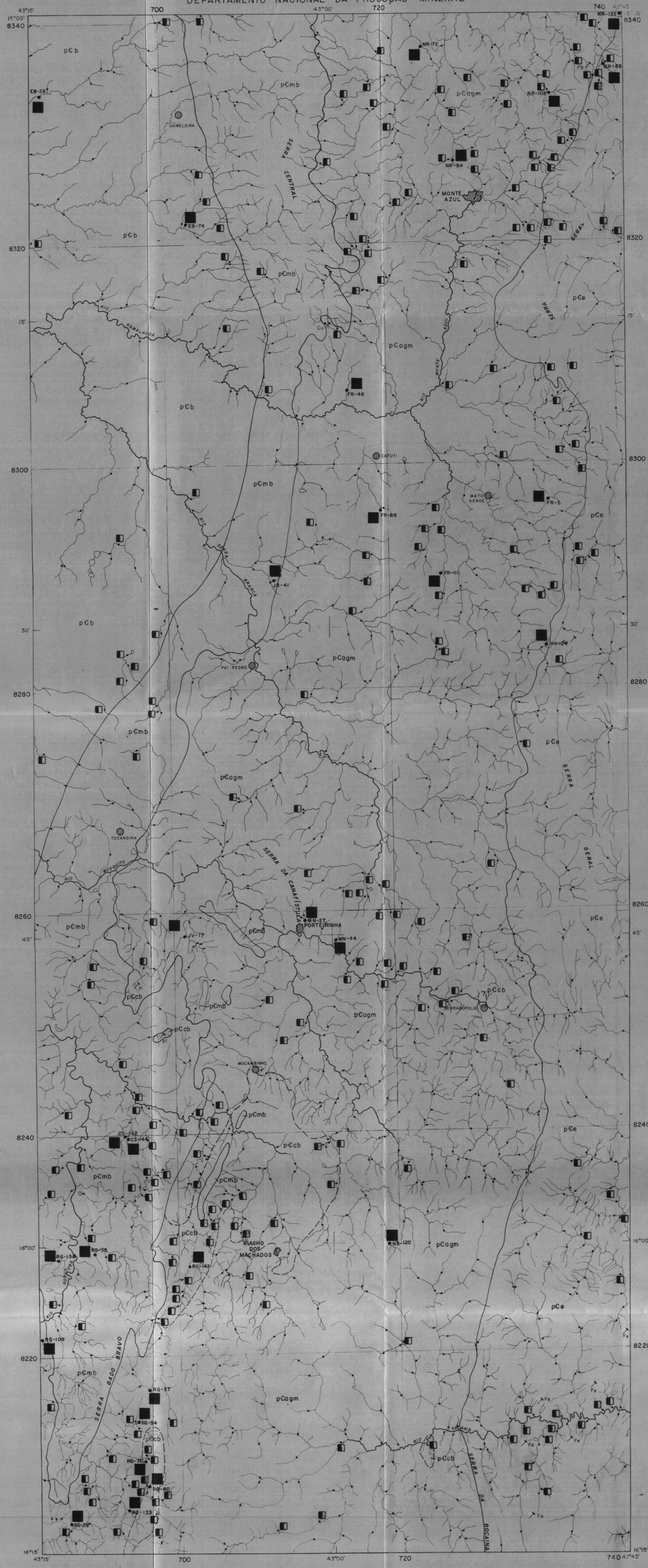
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Fe EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

1:200.000

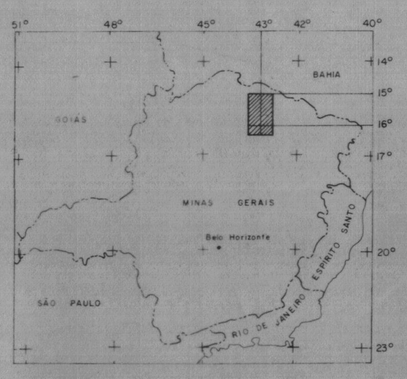
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD. 23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO



PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Mn EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

p€b — GRUPO BAMBUÍ – Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

p€mb — GRUPO MACAÚBAS – Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

p€e — SUPER GRUPO ESPINHAÇO – Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

p€agm — COMPLEXO BASAL – Associação gnáissico migmatítica com corpos de rochas meta-básicas-anfibolitos xistificados – a ultrabásicas (p€cb)

Contato estratigráfico

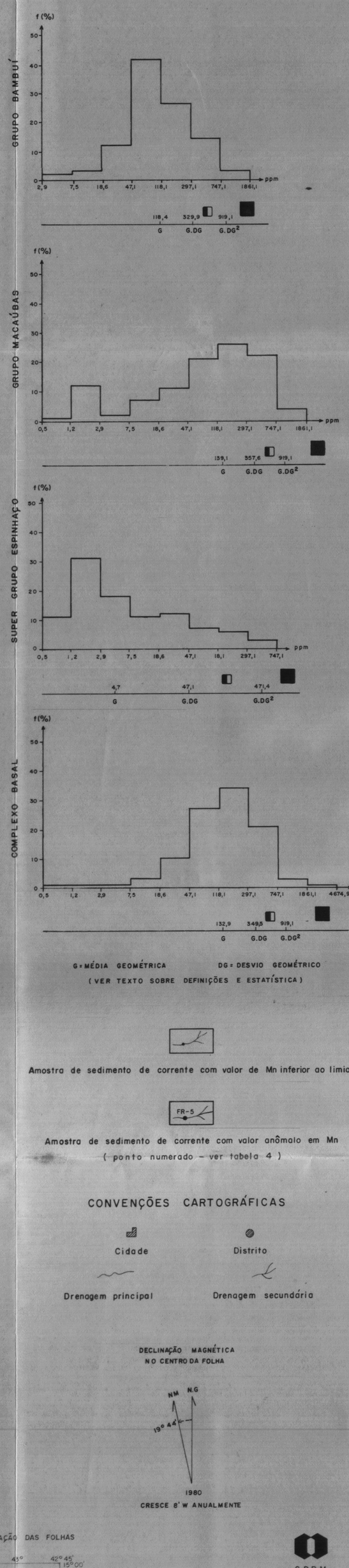
Contato aproximado

Ocorrência mineral

Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS



G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de sedimento de corrente com valor de Mn inferior ao limiar

FR-5

Amostra de sedimento de corrente com valor anômalo em Mn (ponto numerado – ver tabela 4)

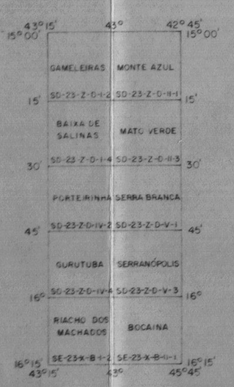
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade — Distrito

Drenagem principal — Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. **Mapa geoquímico a cargo dos geólogos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Féboli.**

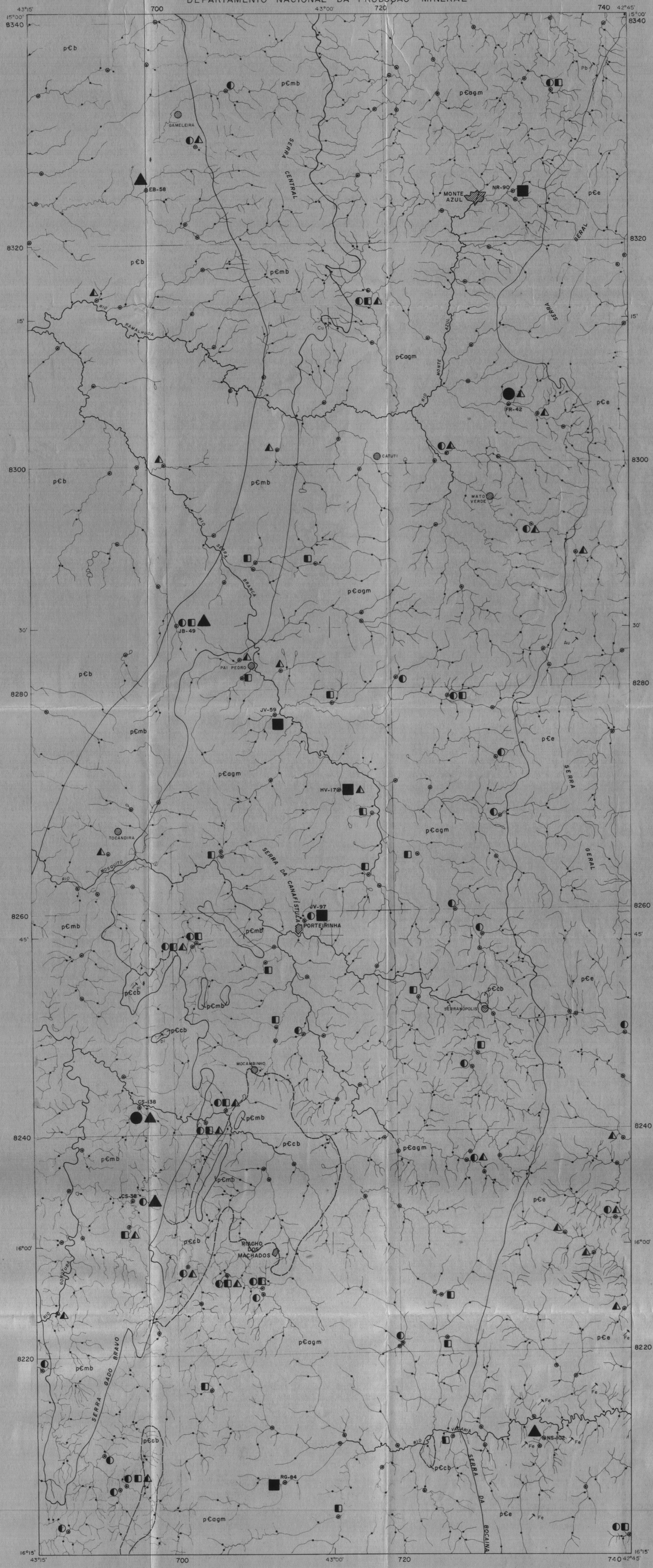
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Mn EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

1:200.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

p€b — GRUPO BAMBUÍ - Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

p€mb — GRUPO MACAÚBAS - Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

p€e — SUPER GRUPO ESPINHAÇO - Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

p€agm — COMPLEXO BASAL - Associação gnáissico-migmatítica com corpos de rochas metabásicas-anfibolitos xistificados a ultrabásicas (p€cb).

Contato estratigráfico

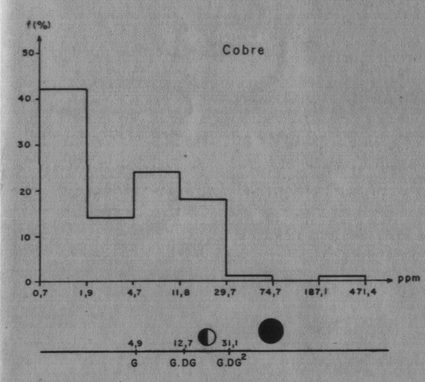
Contato aproximado

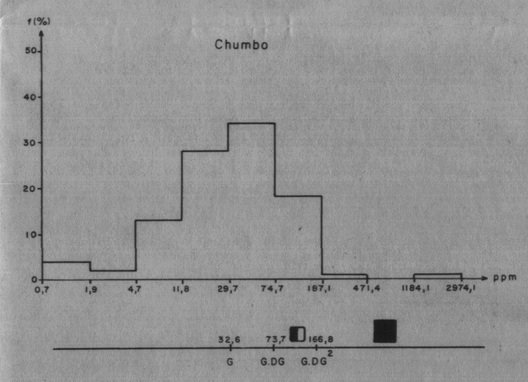
Ocorrência mineral

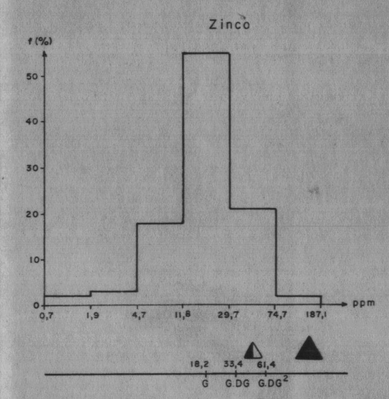
Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

HISTOGRAMAS E SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS







G = MÉDIA GEOMÉTRICA DG = DESVIO GEOMÉTRICO

(VER TEXTO SOBRE DEFINIÇÕES E ESTATÍSTICA)

Amostra de concentrado de minerais pesados com valores inferiores a G.DG²

HV-17

Amostra com valores anômalos em Cu e/ou Pb e/ou Zn (ponto numerado - ver tabela 5)

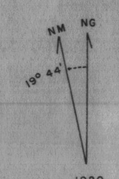
Amostra de sedimento de corrente

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA

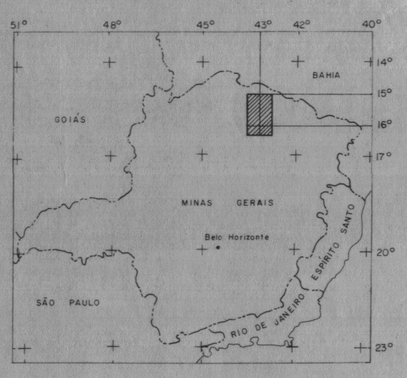


1980

CRESCE 8' W ANUALMENTE

Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD.23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO



PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

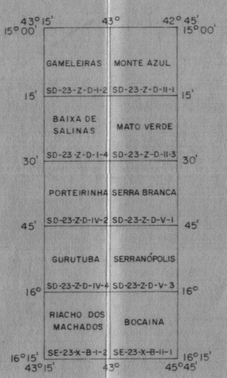
MAPA DE Cu, Pb, Zn EM CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM-CPRM. Mapa geoquímico a cargo dos geologos Carlos Alberto Heineck, Hélio Antonio Sousa, Virgílio de Paula Guimarães e Wilson Luiz Feboli.

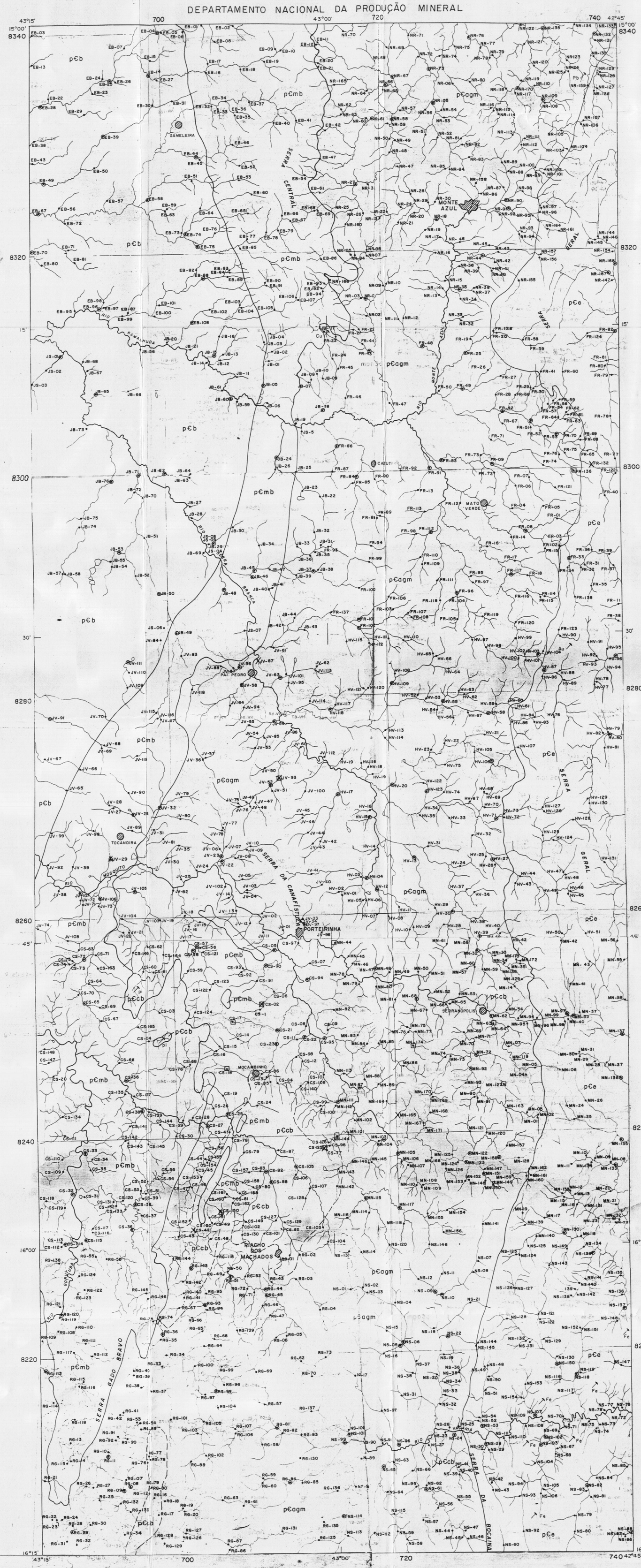
PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

MAPA DE Cu, Pb, Zn EM CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS

1:200.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PRÉ - CAMBRIANO

p€b

GRUPO BAMBUÍ - Argilitos, siltitos, intercalações subordinadas de calcários.

p€mb

GRUPO MACAÚBAS - Arenitos, ritmitos, filitos, quartzitos e conglomerados.

p€e

SUPER GRUPO ESPINHAÇO - Xistos de aspectos conglomeráticos, xistos, quartzitos puros, ritmitos, quartzitos micáceos, quartzitos feldspáticos, metapelitos, sequência vulcano-sedimentar e metaconglomerado.

p€agm

COMPLEXO BASAL - Associação gnáissico-migmatítica com corpos de rochas meta-básicas-anfibolitos xistificados-a ultrabásicas (p€cb)

Contato estratigráfico

Contato aproximado

Ocorrência mineral

Au - Ouro Pb - Chumbo Fe - Ferro pi - Pirita Cu - Cobre

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Amostra de sedimentos de corrente

Amostra de concentrado de bateia

Amostra - de solo

Amostra - de rocha

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

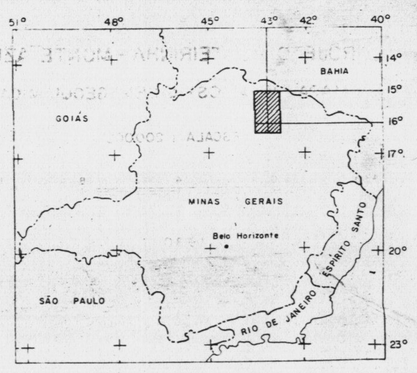
Cidade Distrito

Drenagem principal Drenagem secundária

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
NO CENTRO DA FOLHA

Base cartográfica obtida por redução a partir das folhas: SD.23-Z-D-I-2, SD.23-Z-D-II-1, SD.23-Z-D-I-4, SD.23-Z-D-II-3, SD.23-Z-D-IV-2, SD.23-Z-D-V-1, SD.23-Z-D-IV-4, SD.23-Z-D-V-3 e SD.23-X-B-I-2 da SUVALE (1967 e 1971) na escala 1:50.000 e da folha SE.23-X-B-II-1 da Florestas Rio Doce.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO



PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL

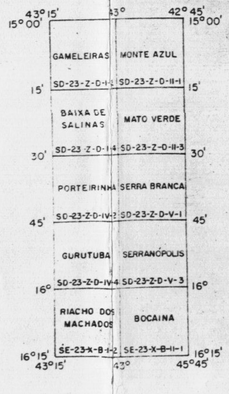
MAPA DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA

ESCALA 1:200.000

4Km 0 4 8 12Km

1980

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



CPRM

Projeto executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte, nos termos do Convênio DNPM - CPRM.

PROJETO PORTEIRINHA - MONTE AZUL
MAPA DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA
1:200.000