NÚCLEO MINAS GERAIS

SOCIEDADE BRASILEIRA
DE GEOLOGIA

BOLETIM N.° 1

ATAS DO I SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS

GEOLOGIA DO ESPINHAÇO

1979

Sociedade Brasileira de Geologia

Núcleo Minas Gerais

Diretoria

Presidente	Jaime Paulino
Vice-Presidente	Carlos Luis Ribeiro
1.º Secretário	Mário Lessa Sobrinho
2.º Secretário	Maurício Gonçalves Ferreira
1.º Tesoureiro	Custódio Netto
2.º Tesoureiro	José Tomaz Gama da Silva
Diretor de Publicações	Pedro Carlos Garcia Costa

"I SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS – GEOLOGIA DO ESPINHAÇO"

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente	Arnaldo Gramani
Secretário	Everaldo Gonçalves
	Pedro Carlos Garcia Costa
	Custódio Neto
Editor do Boletim	Pedro Carlos Garcia Costa
Endereço:	S.B.G. – Núcleo Minas Gerais Rua Timbiras, 1514 30.000 – Belo Horizonte

APRESENTAÇÃO

A Diretoria do Núcleo Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Geologia com justo orgulho apresenta aos profissionais que militam na área de geociências, o seu Boletim Técnico, cujo primeiro número reúne parte dos trabalhos apresentados no "I Simpósio de Geologia de Minas Gerais", realizado em Diamantina entre os dias 18 e 22 de julho de 1979.

O objetivo deste Boletim será o de ampliar os canais de divulgação dos trabalhos técnicos-científicos em geociências, principalmente aqueles cujos temas interessem nossa área de atuação. Dentro desta ótica é natural que o primeiro exemplar do Boletim enfocasse justamente aquela que foi a melhor realização do Núcleo no ano de 1979: o "I Simpósio de Geologia de Minas Gerais – Geologia do Espinhaço". Infelizmente não nos foi possível reunir aqui todos os trabalhos apresentados naquele evento. Até a presente data de 20 de janeiro de 1980, não havíamos recebido alguns originais, o que nos levou a enviar os trabalhos recebidos à editora, encerrando esta edição. Continuamos entretanto aguardando-os, para que constem do nosso próximo número.

Com a convicção de que esta publicação estimulará o intercâmbio técnico-científico em nossa área, o Núcleo convoca os colegas a contribuirem para o sucesso desta iniciativa.

AGRADECIMENTOS

Os organizadores do "I Simpósio de Geologia de Minas Gerais — Geologia do Espinhaço" agradecem a colaboração financeira propiciada pelas entidades patrocinadoras:

Secretaria de Ciência e Tecnologia — IGA e CETEC
Mineração Diadema Ltda. (CBMM)
Geosol — Geologia e Sondagens Ltda.
Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia — MG
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Mineração Tejucana S.A.

Expressam também seu reconhecimento pelo apoio recebido do Instituto de Geociências da UFMG e da Superintendência Regional da CPRM.

Cabe-nos também agradecer aos colegas Maria do Carmo Pinto Gastal, Marcelo Arruda Nassif e Sebastião Nunes de Carvalho que colaboraram na revisão das provas gráficas, carinhosamente preparadas pela Srta. Zélia da Silva Leão.

SUMÁRIO

Programa do Simpósio 7
Evolução dos Conceitos Geológicos da Serra do Espinhaço
E. Renger 9
Notas Sobre a Atuação da METAMIG na Região do Espinhaço
Equipe Técnica 29
Alguns Comentários Sobre a Formação Macaúbas e a Evolução Tectônica do Espinhaço
O. P. G. Braun e M. B. Baptista 31
A Estratigrafia dos Grupos Bambuí e Macaúbas no Brasil Central
M. A. Dardenne e H. G. Walde 43
Estratigrafia da Serra do Espinhaço na Região de Diamantina
W. U. Scholl e C. Fogaça 55
Geologia dos Vales dos Rios Peixe Bravo e Alto Vacaria, Norte de Minas Gerais
J. F. M. Viveiros, E. L. Sá, O. V. Vilela, O. M. Santos, S. M. P. Moreira, F. M. Neto e W. S. Vieira 75
Variação de Fácies na Série Minas
A. L. M. Barbosa 89
Contribuição à Geologia da Região de Ganhães
N. R. A. Borges, J. F. M. Viveiros, J. M. P. Moreira e I. G. Guimarães . . 101
Projeto Mapeamento Geológico Espinhaço Meridional - MG.
Convênio DNPM / CPRM / FUNDEP / UFMG
Execução - Centro de Geologia Eschwege
E. Gonçalves 125

PROGRAMA

O Simpósio do Espinhaço, realizado em Diamantina em julho de 1979 nas dependências do Centro de Geologia Eschwege, como promoção do Núcleo Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Geologia, teve a seguinte programação:

dia 18 — inscrições na Secretaria — Rua da Glória 297
20.00h. Abertura solene — Anfiteatro F. F. O. D. — Rua da Glória 187
21.00h. Recepção — Centro de Geologia Eschwege — Rua da Glória 297

dia 19 manhã — Presidente da Mesa — Prof. Aluízio Licínio de Miranda Barbosa
8.00h. Dr. Friedrich Renger — Evolução dos Conceitos Geológicos do Espinhaço
8.45h. Geol. Pedro Gervásio Ferrari — Aspectos petrográficos do Espinhaço
9.30h. Dr. Benjamin Bley de Brito Neves — Geogronologia do Espinhaço
10.15h. Debates
12.00h. Encerramento período manhã
tarde — Presidente da Mesa — Prof. Onildo João Marini
14.00h. Geol. Abraão Issa Filho — Nota sobre a Atuação da Metamig no Espinhaço
15.15h. Dr. Hans Shorscher — Tectônica do Espinhaço Meridional
16.00h. Debates
18.00h. Encerramento período tarde

dia 20 manhã — Presidente da Mesa prof. José Caruso M. Danni
8.00h. Geol. Oscar P. G. Braun e Milton Brand Batista C.P.R.M. — Alguns comentários sobre a Formação Macaúbas e a Evolução Tectônica do Espinhaço
8.45h. Dr. Marcel A. Dardenne e Detlef Walde — Correlações Estratigráficas do Macaúbas
9.15h. Prof. Antonio Celso C. Fogaça e Prof. Walter U. Scholl — Estratigrafia da Serra do Espinhaço na Região de Diamantina
9.45h. Geol. José Francisco M. de Viveiros — CVRD — Geologia dos Vales dos Rios Peixe e Bravo e Alto Vacaria, Norte de Minas Gerais
10.15h. Debates
tarde — Presidente da Mesa — Prof. Joaquim Raul Torquatro
14.00h. Prof. Aluízio Licínio de Miranda Barbosa — Variações de Fácies no S. Grupo Minas
14.45h. Geol. Nelson R. A Borges et alli.— CVRD — Contribuição e Geologia da Região de Guanhães
15.15h. Geol. Henry Dupont — Pesquisas Aluvionares da Mineração Tejucana no Rio Jequitinhonha
15.45h. prof. Everaldo Gonçalves — Projeto Espinhaço — Convênio DNPM-CPRM/FUNDEP-UFMG-CENTRO DE GEOLOGIA ESCHWEGE
16.15h. Debates
18.00h. Encerramento

dia 21 e 22 — Excursões
22 — Jantar de Confraternização.

EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS GEOLÓGICOS DA SERRA DO ESPINHAÇO

Friedrich E. Renger
ORENCO DO BRASIL - PESQUISAS E MINERAÇÃO LTDA.
M.G.

RESUMO

As bases estratigráficas do Espinhaço - especialmente da sua parte mineira - foram elaboradas há um século e meio, principalmente pelo Barão W. L. von ESCHWEGE. Ele distiguiu quatro andares (formações) os quais até hoje, se reconhece nos respectivos esquemas estratigráficos. Nos mesmos moldes, DERBY detalhou a sequência e estendeu os seus estudos até a Chapada Diamantina, na Bahia, onde ele distinguiu duas sequências quartzíticas, Paraguaçu e Lavras. Foi também DERBY, quem criou o termo de Série Minas para uma sequência de rochas pouco metamorfozeadas, tais como quartzitos, itabiritos, xistos e calcáreos, notadamente no Quadrilátero Ferrífero. Na região de Diamantina, ele supunha uma sequência quartzítica mais nova, que sobrejaz os filitos e conglomerados diamantíferos. HARDER e CHAMBERLIN, por sua vez, já consideram os quartzitos do Espinhaço como parte da própria Série Minas (quartzito Caraça, basal), enquanto GUIMARÃES e MORAIS os consideram mais recentes e denomina-os de Série Itacolomi. PFLUG, em trabalhos mais recentes, defende a idéia de uma interdigitação faciológica e de contemporaneidade das sequências do Quadrilátero Ferrífero e da região de Diamantina.

ABSTRACT

The first stratigraphical subdivision of the Serra do Espinhaço, in Minas Gerais, Brazil, was elaborated about 160 years ago by W.L. von ESCHWEGE (1822). He separated four units (formations) which are maintained up to now in all stratigraphic schemes. DERBY (1906) described the sequence with more detail and extended his studies up to the Chapada Diamantina, Bahia. There he distinguished two quartzitic sequences, named Paraguaçu and Lavras. It was also DERBY who introduced the term Minas Series for the sequence of the few metamorphosed rocks, such as quartzites, iron formation (itabirites), schists and limestones. This sequence outcrops especially in the Quadrilátero Ferrífero in the center of Minas Gerais. More to the North, in the Diamantina region, he proposed a more recent quartzitic sequence, overlying the phyllites and diamond bearing conglomerates. HARDER & CHAMBERLIN (1915) correlate the Espinhaço quartzites with the Caraça formation at the base of the Minas Series whereas GUIMARÃES and MORAIS consider them as younger and denominate them the Itacolomi Series. PFLUG (1964, 1968) defends a facies change and correlation of the stratigraphic sequences of the Quadrilátero Ferrífero and the Diamantina region.

As primeiras notícias científicas sobre a Serra do Espinhaço se acham num relatório muito pouco conhecido, de Vieira COUTO, datado de 1799, e publicado somente meio século mais tarde, em 1848, pelo Instituto Histórico Geográfico e Etnográfico do Brasil.

Logo em seguida, temos que citar o Barão von ESCHWEGE, que veio ao Brasil em 1808 a pedido de D. João VI para reorganizar as minas de ouro em decadência. Ele nos deixou diversas publicações, entre as quais se destacam três de fundamental importância para o conhecimento da geologia da sua época:

. Quadro Geognóstico do Brasil e a provável rocha matriz dos diamantes (publicado em 1822 na Alemanha).

. Contribuições à Orografia do Brasil (1832), contendo a minuciosa descrição de perfis geológicos de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo,

e, finalmente, o famoso

. Pluto Brasiliensis, publicado em 1833.

É interessante notar, que o manuscrito do Pluto é anterior ao das contribuições, sendo que o autor se refere em Contribuições ao Pluto. Em linguagem moderna, podemos dizer que Contribuições é uma geologia regional do sudeste do Brasil, enquanto o Pluto Brasiliensis representa um manual de geologia econômica, onde o autor trata das ocorrências de ouro, prata, diamante, ferro, manganês, etc.

No seu pequeno Quadro Geognóstico, ESCHWEGE introduz o nome da Serra do Espinhaço, para o divisor das águas entre o Atlântico e as bacias dos rios São Francisco, Paraná e Uruguay, que descreve como " *um sistema de serras que inclui a Serra da Mantiqueira, o Itacolomi, a Serra do Caraça, o Itambé e se estende através de Minas Gerais e Bahia até Pernambuco no norte e para sul, através de São Paulo e Rio Grande (do sul). Ela não só forma um importante divisor de águas mas também é uma linha divisória muito importante sob o ponto de vista geognóstico e além disso, para a fauna e flora. Para leste predominam formações primárias, cristalinas com granito, gnaisse, micaxisto e sienito. Do lado ocidental se acham as formações secundárias, cristalinas e xistosas com jazidas de ferro, ouro e diamante e ainda as formações de transição, tais como xistos, calcário, grauvaca, etc.*".

Posteriormente, DERBY (1906, p.374) redefiniu a Serra do Espinhaço como o divisor de águas do lado oriental da bacia do São Francisco, estendendo-se somente desde Ouro Preto até Juazeiro, na Bahia, passando por Diamantina, Grão Mogol, Rio de Contas, Lençóis e Morro do Chapéu. O próprio ESCHWEGE também já tinha restringido o uso do nome para esta porção e até hoje deve ser considerado isto à sua definição. Mais recentemente, alguns autores excluem da Serra do Espinhaço as serras do Quadrilátero Ferrífero.

A primeira noção de uma sequência estratigráfica também é da au

toria de von ESCHWEGE (1822, 1832). Ele distinguiu 4 unidades, as quais se fazem presentes em Minas Gerais e áreas adjacentes.
A formação primária é constituída por granito, gnaisse, micaxisto, sienito e basalto ("Urtrapp"). A formação secundária, engloba as litologias do itacolomito (um quartzito talquífero, as vezes clástico, a formação ferrífera xistosa ou bandeada e xistos diversos - tais como talco xisto, clorita xisto, esteatito, etc.) e o itabirito. Deve se mencionar que o itabirito como foi definido por von ESCHWEGE (1822, p.28) é o minério de ferro maciço, notadamente de hematita, enquanto o termo hoje é usado para o que ele denominou de formação ferrífera xistosa ("Eisenglimmerschiefer"), (1822, p.21).

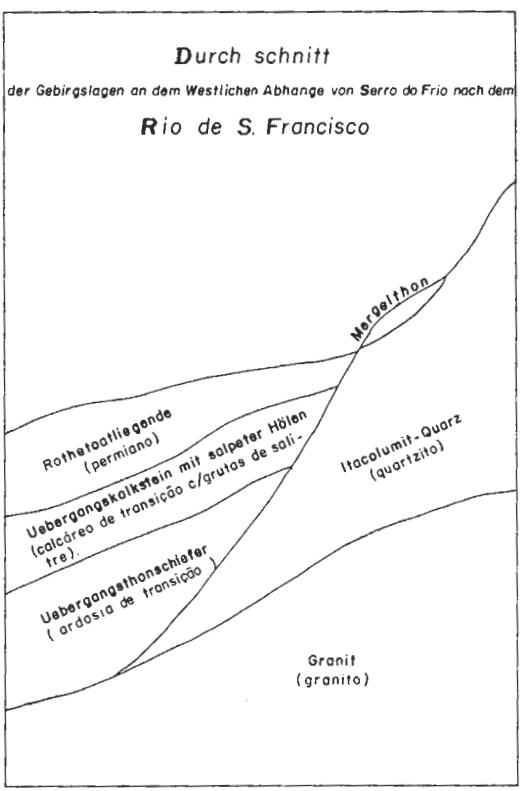


Fig. 1 - Perfil das camadas do flanco ocidental da Serra do Espinhaço (região de Diamantina) para o rio São Francisco (ESCHWEGE, 1832, prancha 3).

Estas formações, primária e secundária, podem ser consideradas de uma maneira bastante geral, como o Precambriano (por exemplo, arqueano e proterozóico). Hoje em dia, como se sabe, não é só o grau de metamorfismo e a cristalinidade que indicam a idade de um certo pacote.
A terceira unidade é denominada de transição, composta de ardósia, grauvaca, calcário, ainda subdividida em ardósias (inferior) e calcário (superior). O termo "formação de transição" na geologia da época, significa o paleozóico inferior (Cambriano até Devoniano). Não é difícil de perceber que von ESCHWEGE descreveu com este termo, o que hoje é conhecido como Bambuí.
Uma quarta unidade ele chama de "Roththodtliegendes", termo estratigráfico alemão, que inclui os arenitos e conglomerados permianos, muitas vezes de coloração vermelha intensa e o que na Inglaterra é denominado de "New Red (sandstone)". Esta formação corresponde então, aos Grupos Areado e Baurú, do Cretáceo.
Assim,von ESCHWEGE deu o primeiro esboço geológico-estratigráfico, alicerçado litológica e petrográficamente. Os traços principais desta subdivisão, apesar de serem baseados nas tradições da época, há um século e meio atrás, foram mantidos por todos os autores posteriores e revelam-se válidos até hoje. Já em 1822 ele considera províncias metalogenéticas, constatando que a primeira formação cristalina é pràticamente estéril, enquanto a segunda é portadora das grandes jazidas de ferro, ouro e diamantes.

Muitos são os autores que contribuiram com valiosas descrições de teor geológico sobre a Serra do Espinhaço. Entre eles se destacam von SPIX & von MARTIUS (1823-1831), J.E. POHL (1832-1837), V. HELMREICHEN (1846), PISSIS (1857), HEUSSER & CLARAZ (1859), LIAIS (1872), todos eles relatando os resultados de expedições pioneiras. Uma nova época de pesquisas mais sistemáticas é iniciada com a publicação da obra do cientista americano Charles Frederik HARTT em 1870. Ele fez parte da expedição AGASSIZ, que teve como principal objetivo, pesquisas na região amazônica.
Porém, HARTT viajou também mais para o Sul até Minas Gerais. Entre os seus alunos, que continuaram a sua obra, se destacam John Caspar BRANNER e Orville DERBY.
DERBY se dedicou com exemplar zelo à pesquisa da Serra do Espinhaço,tanto na Bahia como em Minas Gerais, deixando aproximadamente, uma dúzia de publicações (entre 1878 e 1906). BRANNER, além das pesquisas no litoral nordestino e sobre a Chapada Diamantina, na Bahia, compilou a primeira Geologia do Brasil, publicada em 1919, acompanhada de um mapa geológico na escala 1:5.000.000. DERBY (1882,p.10) distinguiu 5 grupos estratigráficos, de características petrográficas individualizadas para a região da Serra do Espinhaço e da bacia do rio São Francisco:

"1º grupo: *as rochas eminentemente cristalinas, incluindo os granitos, sienitos, gnaisses e micaxistos.*

2º grupo: *as rochas menos cristalinas, incluindo quartzitos (itacolomitos), itabiritos, xistos e calcário.*

3º grupo: *quartzitos passando a conglomerados, que se assemelham muito em aspecto e composição mineral aos quartzitos do 2º grupo, mas destacam-se pela sua posição estratigráfica.*

4º grupo: *xistos argilosos, calcários e gres em que o metamorfismo tem produzido a estrutura de ardósia em grande parte dos xistos e tem transformado parte dos calcários em mármore.*

5º grupo: *gres e xistos não metamorfozados".*

Para cada grupo ele cita minuciosamente a sua respectiva área de distribuição e caracteriza as suas litologias. Comparando com a estratigrafia de von ESCHWEGE, conclui-se que o primeiro grupo coincide totalmente com a formação primária cristalina; os segundo e terceiro grupos se correlacionam à formação secundária; e os quarto e quinto grupos correspondem à formação de transição de von ESCHWEGE.

É interessante citar DERBY textualmente (1882, p.9): "*Qual não foi a minha surpresa em reconhecer que nos cinquenta anos depois de publicadas as obras de von ESCHWEGE, pouco se tem adiantado. Salvo os recentes trabalhos de GORCEIX, que constituem contribuições valiosas ao conhecimento da geologia e mineralogia da província, o mais que se tem escrito, ou deixa a questão onde von ESCHWEGE a deixou, ou quando não, de acordo com as suas idéias, serve antes de escurecer do que elucidá-las*".

Baseado neste esquema estratigráfico, DERBY (1906), na sua famosa obra sobre a Serra do Espinhaço, cita os três grupos inferiores como principais constituintes da Serra:

1º gnaisses e micaxistos

2º xistos, quartzitos e calcários da região aurífera (isto é, o Quadrilátero Ferrífero)

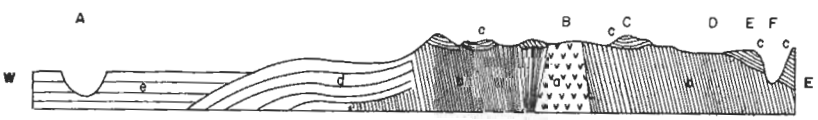
3º quartzitos e arenitos da região diamantífera.

Para o segundo grupo ele propõe o nome de Série Minas (1906, p. 396)"... *The schistose series of the Serra do Espinhaço and adjacent regions, which may conviently be denomainated the* <u>*Minas Series*</u>*, consists of a great complex of predominantly argillaceous schists, with subordinate masses of*

ordinary quartzites, ferruginous quartzites (itabirites passing to pure iron ores), and limestones".

Mais adiante ele escreve:"... *A Série Minas sempre foi considerada como a formação característica da Serra do Espinhaço e é certo que ela ou uma outra série muito semelhante a ela, aparece por toda a extensão da Serra. Ao Norte da seção do Rio Doce os membros característicos, ferruginosos e calcários desaparecem na zona da Serra, porém, eles ocorrem de novo nas margens do rio São Francisco entre Urubu e Juazeiro. Por isso, parece provável que mais de uma série geológica é incluída aqui".*

E mais adiante (p.398): "*O capeamento de arenitos da Serra do Espinhaço apresenta grande uniformidade no seu aspecto, com exceção da divisão em duas séries notada na seção de Paraguaçu, na Bahia*". (Para esta subdivisão ele dá os nomes de: membro Paraguaçu (inferior) e membro Lavras (superior) contendo os conglomerados diamantíferos (p.386). "*O caráter conglométrico das camadas superiores desta seção é geral por toda a Serra e mesmo sendo as rochas localmente um pouco metamorfozeadas nas seções do Jequitinhonha e do Rio Doce, isto provavelmente, não é razão suficiente para considerá-las como distintas (quer dizer: entre Bahia e Minas). Outra característica muito comum é a ocorrência de diamantes, entretanto, estes parecem ser ausentes, pelo menos em quantidades exploráveis no extremo Sul da Serra nas vizinhanças de Ouro Preto e também na parte Norte na região de Jacobina e além... Se os arenitos da Serra devem ser considerados como uma unidade geológica ou não, ainda permanece na dúvda, porém, eu pessoalmente, estou inclinado a uma opinião afirmativa*".



A. Rio São Francisco B. Gouvêa C. Morros de Guinda D. Diamantina E. Morros de Curralinho F. Rio Jequitinhonha

a - gnaisses brancos nos arredores de Gouvêa
b - série de micaxistos, quartzitos xistosos (itacolomitos) e itabiritos
c - série de quartzitos passando as vezes para conglomerados
d - série de ardósias, calcários e arenitos
e - xistos horizontais e arenitos

Fig. 2 - Perfil geológico da Serra do Espinhaço na região de Diamantina (segundo DERBY, 1882).

Assim,DERBY considera como a Série Minas típica,a associação dos quartzitos, itabiritos, xistos e calcários como ocorrem no Quadrilátero Ferrífero, incluindo também o que hoje em dia é conhecido como Grupo Rio das Velhas. Ele correlaciona a faixa dos xistos, que envolvem o chamado "granito de Gouveia", com a Série Minas e inclui nela, também, os filitos sobre os quais a cidade de Diamantina é construída.
Neste caso, DERBY não leva em consideração a possibilidade de uma intercalação de filitos nos quartzitos, e também não, a repetição da formação de certas litologias em unidades diferentes, como por exemplo, dos xistos verdes.
A respeito dos quartzitos da Serra do Espinhaço, DERBY está separando-os daqueles que acompanham os itabiritos, como no Quadrilátero Ferrífero. Porém, não destaca-os com nomes próprios em Minas Gerais, a exemplo da Bahia (membros Paraguaçu e Lavras).

HARDER & CHAMBERLIN (1915) estudaram o Quadrilátero Ferrífero e apresentam uma subdivisão estratigráfica da Série Minas. Eles distinguem:

5º Quartzito Itacolomi:
quartzito, filito, talco xisto

4º Formação Piracicaba:
filito, quartzo xisto, quartzito, formação ferrífera, dolomito, calcário

3º Formação ferrífera Itabira:
itabirito, calcário

2º Xisto Batatal:
xisto, filito

1º Quartzito Caraça:
quartzito, quartzo xisto

Deve-se salientar que estes autores consideram os quartzitos da Serra do Espinhaço, como pertencentes ao membro Caraça, sendo inclusive a Serra, a região do seu desenvolvimento típico. Eles estimam a espessura deste quartzito em 1.500 a 1.800 m. Desta maneira, estes autores englobam na Série Minas, os dois grupos de DERBY, isto é, o segundo e terceiro grupos. Os conglomerados diamantíferos são interpretados oomo depósitos fluviais de idade mesozóica ou terciária.

Também RIMANN (1920), estende o termo de Série Minas para os dois grupos de DERBY, subdividindo a Série Minas em três unidades, separadas por discordâncias:

Camadas Itacolòmi: quartzitos

Camadas Diamantina: quartzitos com conglomerados diamantíferos

Camadas Itabira: xistos, quartzitos, itabiritos

As camadas Itabira correspondem a conceituação da Série Minas, no sentido original de DERBY. Para as ardósias, calcáreos e arenitos que constituem a vasta área da bacia do rio São Francisco, RIMANN (1917, p.30) cita pela primeira vez na bibliografia, o nome de Série Bambuí ("... *a Série de Bambuhy tem suas camadas muito dobradas e geralmente inclinadas, e deve ser de idade siluriana, em vista dos coraes fósseis encontrados por Sr. DERBY nas rochas calcáreas da mesma formação em Bom Jesus da Lapa...*").

Numa correspondência com o Prof. von FREYBERG (1932, p.119), RIMANN comunica que a autoria do nome da Série Bambuí deve ser atribuída a Horace E. WILLIAMS.

Deve se fazer aqui, uma menção ao termo Espinhaço, no sentido estratigráfico. Em 1920, David DRAPER, destacado geólogo da África do Sul, num trabalho sobre "As jazidas elevadas de diamantes do Brasil", propôs o nome de "Quartzito Espinhaço" (p.11: "*Espinhaço quartzite" being a much more simple designation for this series than that suggested by Dr.DERBY will be used in (the future)*.

É aqui que nós encontramos pela primeira vez, o nome Espinhaço como termo estratigráfico na bibliografia. DRAPER considera aqui, os quartzitos do 3º grupo de DERBY.

Luciano Jacques de MORAES e Djalma GUIMARÃES, iniciaram um novo período de estudos detalhados na Serra do Espinhaço nos anos 20, publicando inúmeros trabalhos.

Série Bambuí
Série Lavras
Série Itacolomi
Série Minas
Embasamento

A Série Minas corresponde ao conceito original de DERBY e o termo Série Itacolomi é criado para a designação dos quartzitos superiores (GUIMARÃES, 1931). Contrariando DERBY, os conglomerados diamantíferos estão sendo considerados sobrejacentes aos quartzitos e denominados de Formação Sopa. Uma sequência de filitos, quartzitos e conglomerados, desenvolvida especialmente nos vales dos rios Jequitinhonha e Araçuaí, no NE de Minas Gerais (MORAES, 1929) é batizada de Formação Macaúbas. Estas duas formações são consideradas como duas fácies distintas da Série Lavras, uma fluvial e outra glacial-marinha.

MORAES REGO (1931:51), ao analisar "As Estruturas Antigas do Brasil", distingue três séries na Serra do Espinhaço: a Série Minas, a Série Espinhaço e a Série Lavras. O termo novo de Série Espinhaço parece ser equivalente ao que DERBY (1906) chamou de Grupo Paraguaçu e ao mesmo tempo MORAES REGO admite que inclui "as camadas do alto do Itacolomi" (op.cit. p.51). Assim, a Série Espinhaço seria praticamente sinô

nimo da Série Itacolomi de GUIMARÃES.

Von FREYBERG (1932) descreve uma série de perfis geológicos da Série Minas do Quadrilátero Ferrífero e aponta pela primeira vez, a importância de mudanças de fáceis dentro desta Série. Ele também mantém a definição original de DERBY, subdividindo-a da seguinte maneira (região de Ouro Preto):

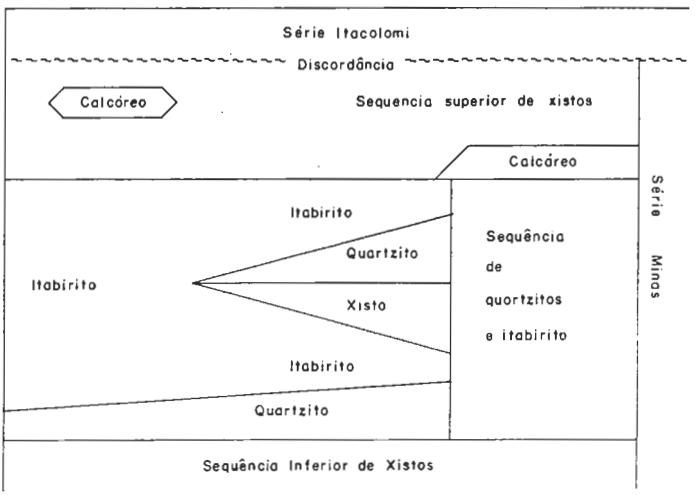


Fig. 3 - Subdivisão da Série Minas na região de Ouro Preto, segundo von FREIBERG, 1932. A "Sequência inferior de xistos" corresponde ao Grupo Rio das Velhas.

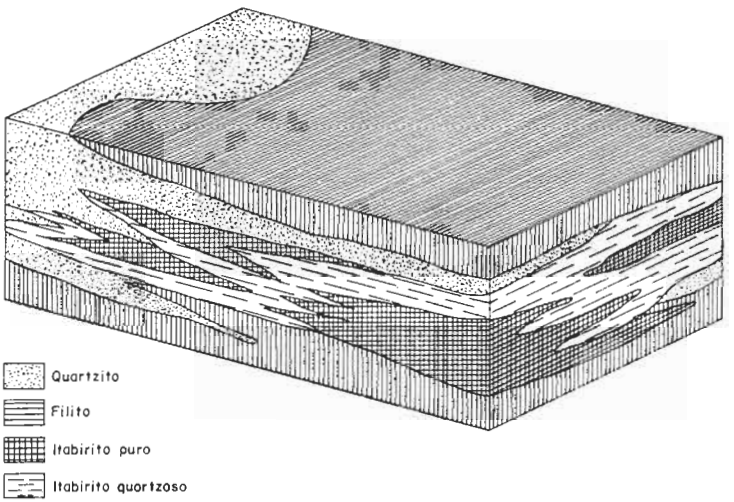


Fig. 4 - Diagrama da mudança de fácies na fácies quartzito-itabirito, segundo FREYBERG, 1932.

O itabirito se interdigita em parte lateralmente com xistos e quartzitos, de maneira que se formam dois horizontes de itabirito.

Em certas áreas onde as Série Minas e Itacolomi não podem ser caracterizadas com bastante precisão, von FREYBERG (1932:21) une as duas Séries provisoriamente como Formações Espinhaço. ("*Saliento o plural "Formações", para deixar claro que não se pretende criar uma nova Série, mas somente se aplicaria nos casos onde a Série Minas ou a Série Itacolomi ou as duas, se fazem presentes, mas os nossos conhecimentos ou a escala dos nossos mapas ainda são insuficientes para distingui-las. Se todo Minas Gerais for mapeado geologicamente tão exato, que uma caracterização e separação em todos os casos se torna possível, o termo cairá automaticamente*").

Sobre a Série Lavras, von FREYBERG não opina, alegando um conhecimento insuficiente das respectivas áreas. Grande parte de seu trabalho, von FREYBERG dedicou a área da Série Bambuí e nela distingue duas fácies (1932:120): as Camadas Indaiá e as Camadas Gerais. Aquelas são compostas quase que exclusivamente de folhelhos, com intercalações de quartzitos e calcáreos e apresentam-se fortemente dobradas. As camadas Indaiá são tipicamente desenvolvidas na região da Serra da Mata da Corda. As Camadas Geraes (op.cit.p.142) apresentam uma litologia mais variada com 1) folhelhos, 2) xistos quartzosos e quartzitos com acamamento bem pronunciado, 3) quartzito maciço e 4) calcário. O acamamento é, via de regra, horizontalizado. Estas camadas delimitam-se com a Serra do Espinhaço. Von FREYBERG (1932:145) supõe uma interdigitação de fácies entre as fuas unidades, porém, admite ainda, a possibilidade de uma superposição e consequentemente, une as camadas Indaiá e Gerais.

O primeiro autor a introduzir uma conceituação geotectônica da Serra do Espinhaço, é O. BARBOSA (1954)num trabalho intitulado "Evolução de Geossinclinal Espinhaço", apresentado no Congresso Geológico Internacional da Algeria. Ele considera 2 ciclos geossinclinais: um mais antigo da Série Barbacena (que forma o embasamento da Série Minas no Centro do Quadrilátero Ferrífero) e o segundo ciclo na Série Minas. BARBOSA interpreta os quartzitos da Serra do Espinhaço como sequência miogeossinclinal e correlaciona estes, aos quartzitos Caraça. O Itacolomi é interpretado com flysch da orogênese Minas. A distribuição da Série Itacolomi, ele restringe à Serra deste nome e algumas pequenas áreas perto de Congonhas, Mariana e Catas Altas.

Contemporaneamente se desenvolveram os trabalhos do convênio DNPM/US Geological Survey, sob a direção de J.V.N. DORR. O principal objetivo do convênio era o mapeamento da faixa de itabiritos do Quadrilátero Ferrífero. Resultou na publicação de mais de quarente folhas geológicas na escala 1:25.000 e respectivas notas explicativas. Uma síntese destes trabalhos foi publicada em 1969 (DORR, 1969). A nomenclatura estratigráfica, aplicada nestes trabalhos foi definido por DORR e outros em 1958. Além de um detalhamento das formações da Série Minas,

como foram definidas por HARDER & CHAMBERLIN, os autores redefinem.o embasamento da Série Minas e denominam-o de Série Rio das Velhas. Esta série é ainda subdividida em dois grupos, a saber: Nova Lima (inferior) e Maquiné (superior). O ambiente sedimentar é considerado como eugeossinclinal, enquanto o da Série Minas é definido como de plataforma continental, com exceção da Formação Sabará, a unidade superior da Série Minas.

A Série Minas é dividida em quatro grupos e onze formações:

GRUPO	FORMAÇÃO
Piracicaba	Sabará Barreiro Taboões Fecho do Funil Cercadinho
Itabira	Gandarela Cauê
Caraça	Batatal Moeda
Tamanduá	Não denominado Cambotas

Na década de 60, PFLUG inicia os seus estudos na Serra do Espinhaço, mais precisamente nos arredores de Diamantina, e, em 1965, ele apresenta uma primeira síntese dos seus trabalhos.

Baseado nos resultados de mapeamentos geológicos na Serra do Espinhaço meridional e regiões adjacentes, ele conclui uma extensão bem maior da Série Minas do que a suposta até a época.

A partir dos estudos das fácies sedimentares e vetores da sedimentação, como por exemplo, a estratificação cruzada, ele conclui por um alto, como fonte dos sedimentos, notadamente de clásticos, situado na atual bacia do rio São Francisco. Seria este o craton São Francisco, notadamente durante a sedimentação Minas.

Margeando este núcleo, ele distingue três fácies no geossinclinal Minas: a fácies Diamantina, como miogeossinclinal, caracterizada por filitos, quartzitos e conglomerados; a fácies Itabira, como transicional e constituída por uma grande variedade litológica com quartzitos, itabiritos, rochas carbonatadas e espessos filitos e finalmente, a fácies Guanhães de metarcósias e gnaisses, como a fácies eugeossinclinal.

Os conglomerados diamantíferos, frequentemente ricos em seixos de quartzitos ferruginosos e mesmo apresentando até teores elevados de minérios de ferro na sua matriz, são correlacionados estratigraficamente aos itabiritos (itabirito Cauê do Quadrilátero). Esta interdigitação de

fácies é observada em diversas seções entre Datas, Serro, Conceição do Mato Dentro e Morro do Pilar. Da mesma forma, observa-se uma interdigitação de fácies Itabira com a fácies Guanhães, onde são encontradas ainda, inúmeras intercalações de itabiritos, embora de importância econômica restrita.

Na parte da estratigrafia, PFLUG (1967, 1968) contribuiu com uma primeira tentativa de subdividir este enorme pacote de quartzitos e filitos da fácies de Diamantina da Série Minas, estabelecendo oito formações:

Formação Rio Pardo Grande
Formação Córrego Pereira
Formação Córrego da Bandeira
Formação Córrego dos Borges
Formação Santa Rita
Formação Galho do Miguel
Formação Sopa-Brumadinho
Formação São João da Chapada

A partir de 1967, PFLUG começou um programa de pós-graduação, patrocinado por diversas entidades do Brasil e da Alemanha. Cerca de duas dezenas de alunos tem estudado áreas e aspectos dos mais diversos da Serra do Espinhaço meridional e que só podem ser citados de maneira bastante sumária:
RENGER (1970), estudou as rochas metamagmáticas com especial ênfase nos ultrabasitos. EBERLE (1972), se dedicou a estudos petrográficos das rochas do pré-Minas e da Série Minas nos arredores de Diamantina. FRANK (1971) mapeou a Folha de Inhaí (Folha Curumataí) ao norte de Diamantina e RIEPER mapeou a região a oeste de Diamantina. GORLT (1972) estudou o metamorfismo progressivo na Serra Negra a leste de Diamantina. SCHMIDT (1972) mapeou a Folha Bocaiúva. KEHRER (1972) mapeou a faixa entre Itabirito e Conceição do Mato Dentro, com especial atenção ao desenvolvimento das fácies itabirítica. SCHÖLL (1972) mapeou a área entre Belo Horizonte e Sete Lagoas do Grupo Bambuí no extremo sudoeste da Bacia do São Francisco. ENGESSER (1974), realizou estudos petrográficos na faixa Belo Horizonte-Itabira-Monlevade. SCHORSCHER (1975) estudou detalhadamente os aspectos estratigráficos petrográficos e metamórficos dos arredores de Itabira. HETTICH (1975) e KARFUNKEL & KARFUNKEL (1975), trabalharam ao norte de Minas (Folhas Carbonita e Itacambira, respectivamente) e se dedicaram à questão de origem glacial do Grupo Macaúbas (aliás, uma parte dele, a saber a grauvaca conglomerático). Von SPERBER (1975) efetuou pesquisas na região da margem ocidental da Serra entre José de Melo e a Serra do Cipó. WALDE (1976) e VIVEIROS & WALDE (1976) mapearam a Serra do Cabral. KUX (1976) trabalhou na região de Gouveia - DAta sobre aspectos geomorfológicos. TURINSKY (em preparação) mapeou na região da margem ocidental da Serra nos Grupos Minas e Macaúbas, na altura de Con

selheiro Mata, a oeste de Diamantina , HOPPE (1978) e PATERNOSTER (em preparação) se dedicaram a um estudo da faixa de transição entre os conglomerados diamantíferos e os itabiritos na região de Itapanhoacanga (perto do Serro).

Outros trabalhos ainda estão em andamento, tais como de BRICHTA, sobre os conglomerados diamantíferos, TOLOCZYKY, sobre o dômo de Senador Modestino Gonçalves (ou Mercês de Diamantina), de HOFFMANN sobre o chamado granito de Gouveia, entre outros.

Nos últimos anos, pesquisas geológicas na Serra do Espinhaço tem recebido também a atenção do D.N.P.M. que desenvolveu os projetos básicos Três Marias e Jequitinhonha, abrangendo toda a faixa da Serra e se estendendo para as áreas adjacentes, para oeste e para leste respectivamente. A execução destes projetos ficou a cargo da C.P.R.M. O próprio D.N.P.M. está realizando atualmente, uma integração geológica-geofísica da região de Diamantina (entre as latitudes 18° e 19° e as longitudes 43° e 44°). Estudos geofísicos, notadamente aéreos, foram levados a cabo pela CNEM/NUCLEBRÁS e pelo Convênio Geofísico Brasil/Alemanha (Bosum, 1973).

Finalmente, deve ser citado F.F.M. de ALMEIDA (1967, 1969,1977) que desenvolveu um conceito geotectônico do craton São Francisco do ciclo Brasiliano e definiu as suas bordas nas diversas faixas do dobramento circundantes.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.F.M. de, 1967 - Origem e evolução da plataforma brasileira. DNPM, Div. Geol. Min. Bol. 241, 36 p., Rio de Janeiro.

ALMEIDA, F.F.M. de, 1969 - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira - XXIII Congr. Bras. Geol., An. 29,46, Salvador.

ALMEIDA, F.F.M. de, 1977 - O craton do São Francisco - Rev. Bras. Geol. 7, nº 4, p. 349-364, São Paulo.

BARBOSA, A.L. de M., 1966 - Síntese da evolução geotectônica da América do Sul - EFMOP, Inst. Geol. Bol. 1,2, 91-111, Ouro Preto.

BARBOSA, O., 1949 - Contribuição à Geologia do Centro de Minas Gerais- Min. Et. Met., XIV, 79, 3-19, Rio de Janeiro.

BARBOSA, O., 1951 - Contribuição à origem do diamante em Diamantina Estado de Minas Gerais - DNPM, Div. Geol. Min. Bol. 136, 36 p., Rio de Janeiro.

BARBOSA, O., 1954 - Evolution du géosynclinal Espinhaço - XIX Congr. Geol. Int. Sect. XIII, fasc. 14, 17-36, Algir.

BOSUM, W., 1973 - O levantamento aeromagnético de Minas Gerais e Espirito Santo e sua sequência quanto à estrutura geológica - Rev. Bras. Geocien., 3, 149-159, São Paulo.

BRANNER, J.C., 1919 - Resumo da Geologia do Brasil para acompanhar o mapa geológico do Brasil - Geol. Soc. Amer. Bull., 30, nº 2 , Washington, D.C.

COUTO, J.V., 1799 - Memória sobre a Capitania de Minas Gerais, seu território, seu clima e produções metálicas, sobre a necessidade de se restabelecer e animar a mineração decadente do Brasil, ... Manuscrito, 149 p., publ. em Rev. Int. Hist. Geogr. Etnogr. Brasil, + XI, p. 289-335, Rio de Janeiro 1848.

DERBY, O.A., 1879 - Observações sobre algumas rochas diamantíferas da Província de Minas Gerais - Arch. Mus. Nc., IV, 121-132, Rio de Janeiro.

DERBY, O.A., 1879 - Contribuição para o estudo da geologia do Vale do Rio São Francisco - Arch. Mus. Nac., IV, 87-119, Rio de Janeiro.

DERBY, O.A., 1880 - Reconhecimento geológico do Vale do São Francisco - Com. Hydr. Rio São Francisco. Rel. 24 p., Rio de Janeiro.

DERBY, O.A., 1882 - Modes of occurrence of the diamond in Brazil - Amer. Jour. Sci., 3rd. Ser., Vol. XXIV, p. 34-42, New Haven.

DERBY, O.A., 1882a - Reconhecimento geológico dos Vales do Rio das Velhas e Alto São Francisco. Min. Agr., Rel. 38 p., Rio de Janeiro.

DERBY, O.A., 1905 - The geology of the diamond and carbonado washings of Bahia, Brazil - Econ. Geol., 1, 134-142, Urbana.

DERBY, O.A., 1906 - The Serra do Espinhaço, Brazil - J. Geol., 14, 374-401, Chicago.

DORR, J.V.N. 2d., 1969 - Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U. S. Geol., Surv. Prof. Pap., 641-A, 110 p., Washington.

DORR, J.V.N. II, GAIR, J.E., POMERENE, J.B. & RYNEARSON, G.A., 1957 - Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero - DNPM, DFPM, Avulso, 81, 31 p., Rio de Janeiro.

DORR, J.V.N. II, HERZ, N., BARBOSA, A.L.M. de & SIMMONS, G.C., 1959 - Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil - DNPM, Publ. Espec. 1, 120 p., Rio de Janeiro.

DORR, J.V.N. II, WALLACE, R.M., MAXWELL, C.H., POMERENE, J.B., SIMMONS, G.S. & GAIR, J.E., 1958 - Symposium on the stratigraphy of the Minas Series in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil -Bol.Soc. Bras. Geol., I, nº 2, 57-69, São Paulo.

DRAPER, D., 1920 - The High level diamond-bearing breccias of Diamantina, Brazil - Transact. Geol. Soc. S. Afri., XXIII, 43-51, Johannesburg.

EBERLE, W., 1972 - Petrographische und geologische Untersuchungen in der Umgebung von Diamantina (Espinhaço-Zone, Minas Gerais,Brasilien) - Geol. Jb. Beih. 121, 5-58, Hannover.

EBERLE, W. & RIEPER, M.C., 1968 - Folha Diamantina 1:100.000 - Rel. ined. GEOEXPLORAÇÕES/DNPM, Rio de Janeiro.

ENGESSER, W., 1974 - Geologie, Petrographie und Alterstellung der Gesteine der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien) - Tese ined. Freiburg, 38 p., Freiburg.

ESCHWEGE, W.L.v., 1822 - Geognostisches Gemälde von Brasilien und wahrscheinliches Muttergestein der Diamanten - 44 p. (Landes-Industrie-Comptoir) Weimar.

ESCHWEGE, W.L.v., 1832 - Beiträge zur Gebirgskunde Brasilien - 488 p., (Reimer), Berlin.

ESCHWEGE, W.L.v., 1833 - Pluto Brasiliense - Tradução em português, 377 + 469 p., (Compnh. Ed. Nac.), São Paulo, 1944.

FRANK, R., 1971 - Geologie der nördlichen Serra Mineira auf Grund einer Kartierung 1:50.000 (Südl. Espinhaço Kordillere, Minas Gerais, Brasilien) - Tese ined., 42 p., Heidelberg.

FREYBERG, B.v., 1932 - Ergebnisse geologischer Forschungen in Minas Gerais, Brasilien - N. Jb. Geol. Min. Paläont., Sonderbd. 2,403 p., Stuttgart.

FREYBERG, B.v., 1934 - Die Bodenschätze des Staates Minas Gerais, Brasilien) - 453 p., (Schweitzerbart) Stuttgart.

GORLT, G., 1972 - Fazieswechsel und Metamorphose in der westlichen Serra Negra (Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien) - Geol. Rdschau., 61. 166-201, Stuttgart.

GUIMARÃES, D., 1931 - Contribuição à geologia do Estado de Minas Gerais - DNPM, Serv. Geol. Min., Bol.55, 36 p., Rio de Janeiro.

HARDER, E.C. & CHAMBERLIN, R.T., 1915 - The geology of central Minas Gerais, Brazil - J. Geol. 13, 341-378 + 385-424, Chicago.

HARTT, C.F., 1870 - Geology and physical geography of Brazil - 620 p. (Fields Osgged & Co) Boston.

HELMREICHEN, V., 1846 - Über das geognostische Vorkommen der Diamanten und ihre Gewinnungs - Methoden auf der Serra do Grão Mogol - 74 p., (Braumüller & Seidel), Wien.

HETTICH, M., 1975 - Zur Genese des Macaúbas und Geologie des Gebietes nordlich der Serra Negra (Minas Gerais, Brasilien) - Geol. Jb., 14, 47-85, Hannover.

HETTICH, M., 1976 - A glaciação proterozóica no Norte de Minas Gerais - XXIX Congr. Bras. Geol., Belo Horizonte.

HEUSSER, C. & CLARAZ, G., 1859 - Ueber die wahre Lagerstätte der Diamanten und anderer Edelsteine in der Provinz Minas Gerais in Brasilien. - Z. Deutsch. Geol. Ges. - vol. 11, p. 448-466, Berlin.

HOPPE, A., 1978 - Beiträge zur Geologie und Paläogeographie der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien) - Tese de doutoramento, 102 p., Freiburg (Br.) Alemanha.

KARFUNKEL, B., 1976 - Geologia da Serra do Espinhaço no Norte de Minas Gerais - An. XXIX Congr. Bras. Geol., Belo Horizonte.

KARFUNKEL, B., 1976 - Estudo petrofaciológico do Grupo Macaúbas, região Central da Serra do Espinhaço, em Minas Gerais - An. XXIX Congr.Bras. Geol., Belo Horizonte.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J., 1975 - Fazielle Entwicklung der mittleren Espinhaço-Zone mit besonderer Berücksichtigung des Tillitproblems - Tese ined. Univ. Freiburg, 86 p., Freiburg.

KEHRER, P., 1972 - Zur Geologie der Itabirite ind der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien) - Geol. Rdschau., 61, 216-249, Stuttgart.

KNEIDL, V., 1973 - Zur Deformation der Minas-Konglomerate (Präkambrium, Brasilien) - Münst. Forsch. Geol. Paläont., 31/32, 55-70, Münster.

KNEIDL. V., 1976 - Beitrag zur Diagenese der Minas-Supergruppe. (Präkambrium, Brasilien) - Münst.Forsch.Geol.Paläont., 38/39, 75-87, Münster.

KNEIDL, V. & SCHORSCHER, H.D., 1972 - Faziesübergänge der Minas-Serie im Raum zwischen Itabira und Altamira (Minas Gerais, Brasilien) - N. Hb. Geol. Paläont., Mh. 4, 224-235, Stuttgart.

KUX, H., 1976 - Geologische, geomorphologische und sedimentologische Untersuchungen bei Diamantina, Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien - Tese ined. Univ. Freiburg, 45 p., Freiburg.

LIAIS, E., 1872 - Climats, géologie, faune et géographie botanique du Brésil - 640 p., Paris.

MORAES, L.J. de, 1929 - (Relatório de atividades 1928) - DNPM, Serv. Geol. Min. Rel. Ann. Dir. 1928, 29-34, Rio de Janeiro.

MORAES, L.J. de, 1932 - Área ocupada pela Formação Macaúbas no Norte de Minas Gerais - An. Acad. Bras. Geocien., IV, 111-114, Rio de Janeiro.

MORAES, L.J. de, 1933 - Distribuição dos anfibolitos diabasoides na região diamantífera do Norte de Minas Gerais - Ann.Acad. Bras. Cienc., 5, 4, 235-236, Rio de Janeiro.

MORAES, L.J. de & GUIMARÃES, D., 1929 - Estudos sobre a rocha matriz do Diamante - DNPM, Serv. Geol. Min. Rel. Ann. Dir. 1928, 171-174, Rio de Janeiro.

MORAES, L.J. de & GUIMARÃES, D., 1930 - Geologia da região diamantífera do Norte de Minas Gerais - An. Acad. Bras. Cienc., 2, 153-186, Rio de Janeiro.

MORAES REGO, L.F. de, 1931 - As estruturas antigas do Brasil - Ann.Esc. Min. Ouro Preto, vol. 22, p. 27-85.

PISSIS, A., 1857 - Récherches sur les systémes de soulévement de l'Amérique du Sud. - Ann. Mines, Sér. 5, t. IX, p. 81-146, Paris.

PFLUG, R., 1963 - Contribuição à paleogeografia da Serra do Espinhaço (Quartzitos da região de Diamantina, Minas Gerais) - DNPM, Div.Geol. Min. Not. Pre. Estud., 119, 16 p., Rio de Janeiro.

PFLUG, R., 1965 - A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais - DNPM, Div. Geol. Min., Bol.226., 51 p., Rio de Janeiro.

PFLUG, R., 1965 - Relações da Formação Macaúbas com a Série Bambuí no Norte de Minas Gerais - Cont. ao simpósio das formações precambrianas, Rio de Janeiro.

PFLUG, R., 1967 - Die präkambrische Miogeosynklinale der Espinhaço-Kordillere, Minas Gerais, Brasilien - Geol. Rdschau., 56, 825-844., Stuttgart.

PFLUG, R., 1968 - Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na região de Diamantina, Minas Gerais - DNPM, Div. Geol. Min. Not.Prel. Estud., 142, 20 p., Rio de Janeiro.

PFLUG, R. & CARVALHO, R.T. de, 1964 - A evolução estrutural da região de Gouveia, Serra do Espinhaço, Minas Gerais - DNPM, Div. Geol.Min. Bol., 213, 37 p., Rio de Janeiro.

PFLUG, R. & RENGER, F., 1973 - Estratigrafia e evolução geológica da Margem SE do Craton Sanfranciscano - An. XXVII, Congr. Bras. Geol., Vol. 2, 5-19, Aracaju.

PFLUG, R., SCHOBBENHAUS, C. & RENGER, F., 1969 - Contribuição à geotectônica do Brasil Oriental - SUDENE, Div. Geol. Ser. Espec., 9. 59p., Recife.

PFLUG, R. & SCHÖLL, W.U., 1974 - Sedimentary structures of the Santa Rita Formation, Minas Super-Group, at Curimataí, Minas Gerais - An. Acad. Bras. Cienc., 46, 1, 127-131, Rio de Janeiro.

PFLUG, R. & SCHÖLL, W.U., 1975 - Proterozoic glaciations in eastern Brazil: a reviex - Geo. Rdschau, 64, 287-299, Stuttgart.

POHL, J.B.E., 1832-37 - Reise im Inneren von Brasilien 1817-1821 - 2 vol., Wien.

RENGER, F., 1970 - Fazies und Magmatimus der Minas-Serie in der südlichen Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien - Geol. Rdschau,59, 1253-1292, Stuttgart.

RENGER, F., 1970 - O magmatismo geossinclinal do Grupo Minas - XXIV Congr. Bras. Geol., Bol. espec. 1, 190-193, Brasília.

RENGER, F., 1972 - As rochas ultrabásicas da Serra do Espinhaço, Minas Gerais - Rev. Bras. Geocien., 2, 151-160, São Paulo.

RIMANN, E.T., 1917 - A Kimberlita no Brasil - An. Esc. Min., 15, 27-32, Ouro Preto.

RIMANN, E.T., 1920 - Zur Kenntnis der Minas Serie in Staate Minas Gerais (Brasilien) - Centralbl. Min. etc. Abt. A, Jg., 1920, 417-422, Stuttgart.

SCHEUCH, R., 1976 - Geochemische, biochemische und sedimentpetrographische Untersuchungen an Itabiriten und deren faziellen Equivalenten in der südlichen Espinhaço-Zone (Brasilien) - Tese ined. Univ. Freiburg, 63 p., Freiburg.

SCHMIDT, H.L., 1972 - Fazieswechesel in der São Francisco Serie (Bambuí) bei Bocaiúva, Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien - Geol. Jb.Beih., 121, 59-94, Hannover.

SCHOBBENHAUS, C., 1972 - Estudo geoeconômico preliminar do depósito de ferro do Rio Peixe Bravo, Norte de Minas Gerais - SUDENE, Div.Geol., Ser. Geol. Econ., 8, 36 p., Recife.

SCHÖLL, W.U., 1972 - Der südwestliche Randbereich der Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien - Geol. Rdschau., 61,201-216, Stuttgart.

SCHÖLL, W.U., 1973 - Sedimentologie und Geochemie der Bambuí-Gruppe am SE-Rand des São Francisco Beckens, Minas Gerais, (Brasilien) - Tese ined. Univ. Heidelberg, 90 + XXVp., Heidelberg.

SCHÖLL, W.U., 1976 - Estratigrafia e sedimentologia do Grupo Bambuí,na parte sudeste da bacia do São Francisco - An.XXIX Congr. Bras.Geol., Belo Horizonte.

SCHÖLL, W.U., 1976 - Estromatólitos (Conophyton) em dolomitos do Grupo Macaúbas - An. XXIX Congr. Bras. Geol., Belo Horizonte.

SCHÖLL, W.U. & RENGER, F., 1976 - Excursão Serra do Espinhaço - XXIX Congr. Bras. Geol., Roteiro das Excursões, 89-100, Belo Horizonte.

SCHORSCHER, H.D., 1973 - Zur liegenden Abgrenzung der präkambrischen Minas-Gruppe am Beispiel des Raumes Itabira, Minas Gerais,Brasilien. - Münst. Forsch. Geol. Paläont., 31/32, 29.53, Münster.

SCHORSCHER, H.D., 1975 - Entwicklung des polymetamorphen präkambrischen Raumes Itabira, Minas Gerais, Brasilien - Tese ined. Univ.Heidelberg, 302 p., Heidelberg.

SCHORSCHER, H.D., 1976 - Polimetamorfismo do Pré-Cambriano na região de Itabira, Minas Gerais, Brasil - An. XXIX Congr. Bras. Geol., Belo Horizonte.

SPERBER, M.v., 1975 - Geologie des Präkambriums am Süd-West Rand der Serra do Cipó (Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien). Tese ined., Univ. Freiburg, 79 p., Freiburg.

SPERBER, W.v., 1976 - Sandsteingänge im kristallinen Grundbebirge NE von Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasilien - Münst-Forsch., Geol. Paläont., 38/39, 15-27, Münster.

SPIX, J.B.v. & MARTIUS, C.F.P.v., 1923/31 - Reise in Brasilien - 1388 p., em 3 vol., (Lindauer), München.

WALDE, D., 1976 - Fazielle Entwicklung des Präkambriums zwischen Serra Mineira und Serra do Cabral (südwestliche Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien) - Tese ined. Univ. Freiburg, 62 p., Freiburg.

WALDE, D., 1976 - Neue Hinweise fur eine proterozoische Vereisung in Ostbrasilien - Münst. Försch. Geol. Paläont., 38/39, 47-59, Münster.

VIVEIROS, J.F.M. & WALDE, D., 1976 - Geologia da Serra do Cabral, Minas Gerais, Brasil - Münst. Forsch. Geol. Paläont., 38/39, 15-27, Münster.

NOTAS SOBRE A ATUAÇÃO DA METAMIG NA REGIÃO DO ESPINHAÇO

EQUIPE TÉCNICA
METAIS MINAS GERAIS S/A - M.G.

Em 1975 a METAMIG criou o Projeto Ultrabásicas dirigido a estudo desse tipo de rochas e associadas no Estado de Minas Gerais. Dentro desse enfoque, o Espinhaço Meridional mereceu a atenção da Empresa que a partir de ocorrências minerais associadas a rochas Ultrabásicas (cromo no maciço do Serro) estudou a área sob o aspecto regional. O estudo comparativo dessa área com todos os corpos ultrabásicos da faixa Guanhães foi efetuado. Em 1976, estes trabalhos estenderam-se aos corpos básicos associados às formações de cobertura da faixa Minas, também da parte Meridional do Espinhaço. Estendiam-se, portanto, os domínios dentro dos quais o Projeto fôra definido. A idéia era de determinar o tipo de sequência vulcânica a que pertenciam os basitos na tentativa de associá-los aos ultrabasitos, daí decorrendo conclusões que possibilitassem a extensão das áreas de pesquisa além da faixa Guanhães. Além do Cr, Ni, Cu e Pt elementos principais associados aos ultrabasitos, o Projeto alargava seus objetivos abrindo possibilidades à pesquisa também de Pb, Zn, Co e outros. Algumas conclusões decorrentes desses estudos fizeram-se públicas em 1978, durante o XXX Congresso Brasileiro de Geologia em Recife.

Ainda em 1976 foi dada atenção às rochas associadas, ainda que indiretamente às formações básico-ultrabásicas. Nesta fase, com relação a região do Espinhaço, surgiu o interesse pelos xistos básicos existentes na faixa Macaúbas entre Desembargador Otoni e Terra Branca, à beira do Jequitinhonha. Procedeu-se, então, ao mapeamento geológico e a amostragem das diversas litologias locais, além da coleta não sistemática de sedimento de corrente. Visava-se a avaliação do potencial econômico dos "xistos verdes" e associados não somente pela amostragem direta, mas também pelo desenvolvimento de estudos que possibilitassem a compreensão da gênese e, posteriormente, a determinação de um modelo de prospecção regional.

Desta primeira fase de estudos resultou a descoberta de diversas feições petrográficas, petroquímicas e morfológicas que, associadas a teores de elementos menores determinados em amostras de rochas e de sedimento de corrente, motivaram o requerimento para pesquisa de 15 áreas em torno de Desembargador Otoni. A similaridade litológica e estratigráfica com os xistos verdes de Felisberto Caldeira justificou o mesmo tipo de estudos naquela região, daí decorrendo outros 9 pedidos de pesquisa. As principais conclusões decorrentes dos estudos feitos sobre os xistos verdes de Desembargador Otoni e Felisberto Caldeira, incluindo a descoberta de um nível de metariolitos a nordeste da primeira cidade, foram tornadas públicas também durante o XXX Congresso Brasileiro de Geologia em Recife.

A concessão dos 24 alvarás de pesquisa no segundo semestre de 1978 possibilitou a continuação da pesquisa nos locais requeridos, logo iniciada com o mapeamento geológico de detalhe e a execução de um

plano de amostragem sistemática de sedimento de corrente primeiramente em malha regional (uma amostra para cada 2-3 km^2) posteriormente em malha de detalhe (3-4 amostras por km^2). A interpretação dos resultados assim obtidos deverá ser feita sobre um mapa geológico 1:30.000 já iniciado, com término previsto para o fim do corrente ano. Caso sejam registrados resultados alentadores, a pesquisa deverá prosseguir em 1980, com a realização de amostragem geoquímica de solo em malhas diversas, sobre as anomalias que venham a ser reveladas pelos sedimentos do corrente. Em todas as fases a interpretação dos dados será realizada em função do condicionamento geológico das áreas estudadas.

Na sequência dos trabalhos na região serão examinadas outras áreas que possam fornecer futuros alvos de pesquisa, principalmente na faixa do Espinhaço Setentrional.

ALGUNS COMENTÁRIOS SOBRE A FORMAÇÃO MACAÚBAS E A EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO ESPINHAÇO

Oscar Paulo G. Braun
Milton Brand Baptista

C.P.R.M - R.J

RESUMO

A formação Macaúbas, assim denominada por L. Jaques de Moraes em 1928, e por ele descrita, na sua localidade original (ribeirão Macaúbas e serra do Catuni), como constituída por "filito, micaxistos e filitos conglomeráticos, arenitos, quartzitos e raras camadas de calcário", é caracterizada principalmente por uma rocha conglomerática, cuja matriz sempre se apresenta filítica e, por isso, foi chamada de "filonito conglomerático" por D. Guimarães. O mapa original de Jaques de Moraes inclui em sua área de ocorrências os conglomerados de Jequitaí, que bordejam a serra do Cabral, e os conglomerados no sopé oeste da serra Deus-Me-Livre ou serra Nova (junto a Mato Verde). O primeiro destes parece relacionar-se intimamente à formação Paraopeba do grupo Bambuí e o segundo, aos níveis basais do que se vem denominando "supergrupo Espinhaço". Os "filonitos conglomeráticos" propriamente ditos estão tectonicamente em íntimo relacionamento com seu embasamento (rochas da série Minas ou do Espinhaço), apresentando uma foliação quase constante, de mergulho médio a baixo para sudeste. Quase todo o contato com as rochas do grupo Bambuí, desde a serra do Catuni até a serra Central, é por falha oblíqua de alto ângulo, enquanto que para sul as camadas Bambuí jazem discordantemente sobre os "filonitos conglomeráticos". Como já observado por L. J. de Moraes e D. Guimarães, os efeitos metamórficos constatados no "finonito" Macaúbas não se encontram nas camadas Bambuí. Em alguns lugares, ocorre um conglomerado do grupo Bambuí, formado as espensas da erosão dos psefitos Macaúbas e que com ele se confunde. Considera-se aqui, mais prudente que o termo Macaúbas restrinja-se às rochas psefito-filoníticas ou "diamictitoides" e às camadas quartzíticas, quartzo-calcárias e filíticas que a elas se subordinam. Os conglomerados da serra do Cabral, quase certamente pertencem ao grupo Bambuí, sendo mais novos do que aquelas rochas, enquanto os de serra Nova - Mato Verde, são mais antigos. O esclarecimento das relações estratigráficas e estruturais, entre essas diversas rochas, é fundamental para se entender a evolução tectônica do Espinhaço, que, na visão deste estudo, teve sua grande fase diastrófica anterior à sedimentação do Grupo Bambuí e envolvendo as rochas "diamictitoides". Muito posteriormente uma deformação de características mais rígidas veio atingir o grupo Bambuí e remobilizar o seu embasamento.

FORMAÇÃO MACAÚBAS

O termo formação Macaúbas foi utilizado a primeira vez em 1928 (8), por Luciano Jaques de Moraes, sendo que em 1930 e 1937 (9) é feita sua descrição mais detalhada, posicionando-a, juntamente com a "formação Sopa", na "Série de Lavras". Esta unidade foi criada por Derby, em

"Super Grupo Espinhaço Inferior" (5). Portanto, são psefitos mais velhos do que as camadas Macaúbas, que os sobrepõem para sudeste e dos quais possue seixos.

A serra do Cabral é esculpida sobre camadas quartzíticas que constituem dois anticlinais separados por estreito sinclinal com falhas longitudinais e uma trama de fraturas e falhas transversais de pequeno rejeito. As grandes estruturas e a sequência litológica foram muito bem mapeadas por Viveiros & Walde, 1976 (10), porém a trama de falhas menores, que deforma o desloca pequenos blocos, deixando transparecer o real grau de deformação das camadas, não o foram.

As estruturas são bem delineadas por um contínuo nível de camadas de mais fina granulação, onde ocorrem leitos sílticos e argilosos, com estruturas sedimentares, como marcas de onda e rachaduras de dessecação.

As intrusões básicas cortam os quartzitos, aproveitando as fraturas e formando soleiras nos níveis mais pelíticos. O mapa de Viveiros & Walde também mostra muito menos intrusões do que realmente existem.

Nos mapas do Projeto Três Marias (DNPM/CPRM, 1977) (7) assim como nos nossos relatos em 1978 (5), o volume dessas vulcânicas foi muito exagerado, por havermos confundido parte dos sedimentos mais finos com as soleiras que se associam; entretanto algumas básicas dessas soleiras e dos diques estão filonitizadas e, quando decompostas, confundem-se com os metassiltitos. Por outro lado não se pode afastar a hipótese de algum material pelítico vir a representar tufos e cineritos.

A serra de Minas, que compreende o flanco ocidental do Espinhaço nessa região (entre Gouveia e Curumataí), forma-se sobre dois anticlinais unidos por uma zona de falhas inversas, de direção nor-noroeste, cujo movimento apresenta pequena componente horizontal-longitudinal.

Os mesmos níveis mais pelíticos aparecem no flanco ocidental da serra; não reaparecendo todavia, para leste nem para sudeste, devido ao truncamento das camadas por uma sucessão de falhas inversas, que aumentam de rejeitos e de intensidade de deformação, para sudeste.

O conglomerado Sopa tem suas ocorrências típicas exatamente na área de maiores altitudes da serra, entre as localidades de São João da Chapada, Diamantina e Datas, estendendo-se para sul em descontínuas e muito deformadas lentes.

Não conhecemos nenhuma localidade onde os psefitos Macaúbas encontram-se em contato direto com os conglomerados Sopa. Da mesma forma essa situação não foi constatada por Moraes e Guimarães, que consideram porém, apenas por mera sugestão, o Sopa mais antigo. Moraes refere-se a um dique de basaltito cortando o conglomerado Sopa no garimpo de Boa Vista; entretanto ele descreve seixos de anfibolito diabasoide no conglomerado.

Em nossa visita a este local, pareceu-nos também, embora não claramente, que o dique básico corta os conglomerados; contudo, observamos em diversos garimpos, como em Sopa e São João da Chapada, que básicas filonitizadas penetram tectonicamente no conglomerado que possuem seixos dessas rochas. Por outro lado os níveis superiores de quartzitos, sobre os quais jazem os psefitos Sopa, possuem lentes de conglomerado intraformacional que poderiam ser confundidos com aqueles outros.

Não constatamos nenhuma intrusão básica nos típicos psefitos Macaúbas; embora tivéssemos pesquisado cuidadosamente nas aerofotos, onde assinalamos diversas possíveis intrusões que não conseguimos constatar no campo. Nas três localidades descritas por Moraes e Guimarães, onde diques cortam rochas associadas a conglomerados tidos como Macaúbas (córrego Parafuso, Serra Gineta e Serra Geral), essas rochas pertencem aos níveis inferiores ("Espinhaço Inferior") do embasamento dessa formação.

Permanece pois, para nós, a dúvida de que as duas unidades conglomeráticas sejam contemporâneas, o que é bem possível, principalmente pelo igual conteúdo diamantífero e de fragmentos rochosos, como também que sejam posteriores ao vulcanismo básico.

Como este vulcanismo é obrigatoriamente relacionado a uma perturbação tectônica, pode ser que o início da sedimentação Macaúbas re

lacione-se ao término do vulcanismo, havendo assim uma ligeira simultaneidade.

O sistema de falhamentos inversos e toda a profunda deformação a ela associadas, atinge igualmente as rochas Macaúbas, Sopa e seu embasamento vulcânico-sedimentar. Para sul, ao longo da serra do Cipó e para norte, ao longo da serra Geral, esses falhamentos formam estreito feixe de escamas de cavalgamento que causam inúmeras repetições dos mesmos leitos (*).

Todas essas estruturas são recobertas discordantemente por rochas do Grupo Bambuí, o que é magnificamente observável ao longo das serras do Catuni, Minas e do Cipó.

Algumas dessas estruturas foram reativadas por gravidade (falhas normais) durante a sedimentação Bambuí, formando degraus no bordo da bacia (foto nº 2). Com a compressão pós-Bambuí, a superfície de deposição encurvou-se tomando fortes mergulhos, até inverter-se em raros locais, e as falhas normais reativaram-se por movimentos oblíquos de pequeno rejeito.

Ao longo de todo o contato com o Bambuí, no bordo oeste do Espinhaço, não há cavalgamento pelas camadas do seu embasamento. O contato é normal, transgressivo, interrompendo nitidamente as estruturas dos quartzitos, com locais reativações de antigas falhas normais ou dobramento sinclinal da superfície de sedimentação. A norte de Francisco Sá, o contato passa a se condicionar a uma falha oblíqua, cuja superfície de alto ângulo, ora mergulha para leste, ora para oeste. Na altura de Janaúba, podem ser vistos belos exemplos de "mullion" nos calcários Bambuí, cujos eixos mergulham 60° para N80°E (foto nº 1).

Como já haviam observado Moraes & Guimarães, é muito fácil de se constatar agora pelas imagens de satélite ERTS, imenso contraste de deformação entre as rochas do Grupo Bambuí e as séries metamórficas que a sotopõe nessa região, contraste este também perfeitamente compatível com os respectivos graus de metamorfismo.

A sequência Macaúbas parece-nos intimamente ligada à evolução tectônica do Espinhaço, tendo sido formada quando do início da deformação, pois, embora discordantes, não mostram grandes contrastes estruturais. Parece-nos que Moraes & Guimarães estavam perfeitamente certos ao colocarem estes psefitos no grupo Lavras de Derby, que se encontra na mesma situação estratigráfica e estrutural, tendo, ainda mais, como evidência bem marcante, o diamante, que caracteriza um curto e bem definido evento geológico. O diamante estaria relacionado ao irrompimento da tectônica do Espinhaço e relacionado a um vulcanismo explosivo ultrabásico, que sucedeu a extenso evento básico. Exatamente como ocorreu posteriormente no Cretáceo.

As sequências Lavras (= Tombador) são discordantes com as sequências Paraguassu-Rio dos Remédios (vulcânico-sedimentares), porém não tão discordantes, chegando a aparente concordância em muitos locais, pelo fato de o diastrofismo ter-se apenas iniciado quando de sua sedimentação.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No trabalho que apresentamos na "Reunião Preparatória para o Simpósio do Craton de São Francisco", em agosto de 1977 (5) e em trabalho apresentado no XXX Congresso Brasileiro de Geologia em 1978 (4),

(*) É surpreendente que a coluna estratigráfica usada pelos pesquisadores do Instituto Eschwege, foi extraída em perfis leste-oeste a partir de Diamantina, onde praticamente não se sai dos mesmos níveis que se repetem continuamento por inúmeras e evidentíssimas falhas inversas. Apenas ao atravessar-se os níveis mais pelíticos no flanco da serra, próximo à Conselheiro Mata é que se passa para níveis superiores, com uma espessura máxima de uns trezentos metros. O intervalo estratigráfico que corta em todo esse perfil não será mais do que uns setecentos metros.

cometemos alguns equívocos sobre a formação Macaúbas, considerando-a como basal do grupo Bambuí. Isto ocorreu em face de nossos estudos no Espinhaço naquela época, terem se limitado a sul do paralelo 17°30', onde observamos os conglomerados descontínuos da base do grupo Bambuí (formação Paraopeba) e os comparamos com os de Jequitaí, que eram considerados Macaúbas pelos demais autores, desde os trabalhos de Moraes & Guimarães. Por isso, fazemos aqui um reparo ao que dissemos nas páginas 306, 307 e 308 daquele trabalho:

1) Pelas observações aqui apresentadas, a formação Macaúbas é muito mais velha do que o grupo Bambuí e está intimamente relacionada às sequências do Espinhaço;

2) Com talvez raras exceções, como a representada no corte de Barra do Parafuso-Ladeira do Buriti por Moraes, 1930 (idem), os conglomerados que circundam a serra do Cabral devem pertencer às formações Paraopeba do Grupo Bambuí (principalmente a camada das proximidades de Buenópolis). Da mesma forma que alguns conglomerados decompostos nos contatos com o Macaúbas, nas localidades de Olhos d'Água e Pau d'Óleo;

3) Os quartzitos e calcários silicificados que ocorrem, da serra do Catuni até a serra de Palmas, sobrepõem os psefitos Macaúbas;

4) Sendo constatada a perfeita correlação dessa sequência com o grupo Lavras, o termo Macaúbas deve permanecer como formação desse grupo na forma sugerida por Moraes & Guimarães.

Quanto aos problemas ainda existentes nas correlações e relações estratigráficas acima discutidas, temos as seguintes recomendações, que fazemos principalmente aos pesquisadores do Instituto Eschwege.

1) Estudar petrograficamente e sedimentologicamente (com especial atenção para os seixos) os conglomerados Macaúbas, Sopa e Jequitaí, procurando determinar o grau de metamorfismo e deformação, assim como as direções e regime de sedimentação;

2) Fazer minuciosas observações ao longo do contato das camadas Bambuí com os psefitos Macaúbas, no sopé da serra do Catuni, procurando descobrir conglomerado Bambuí com seixos do Macaúbas (filonito conglomerático);

3) Fazer um mapeamento estrutural detalhado da serra de Minas e serra do Cabral e rever toda a estratigrafia estabelecida, que não levou em conta aquela complexa estruturação;

4) Fazer minucioso estudo da distribuição dos diamantes, por rocha reservatório, por tamanho e por evidências de transporte, a fim de descobrir os possíveis controles de distribuição. Um fato por nós salientado em 1977 (5), referente a preferência dos grandes garimpos por fraturas no conglomerado Sopa, merece ser pesquisado, pois, como dissemos, as fraturas facilitam a desagregação do conglomerado, facilitando sua lavra; por outro lado podem essas fraturas constituir reativações sobre direções preferenciais de peleocanais ou diques ultrabásicos.

Por fim nos aventuramos a fazer certas correlações mais ousadas, acreditando representar o Macaúbas, assim como o próprio grupo Lavras (= Tombador, Caboclo, Morro do Chapéu), um marcante episódio de características molássicas, relacionado à deformação Espinhaço (1.400 à 1.000 m.a.).

Nesse caso estaria certo Walde (e Dardene), quando afirmou neste Simpósio de Diamantina, que o Macaúbas é correlacionado à formação Ibiá, pois este ocupa a mesma posição em relação ao Bambuí e ao complexo metamórfico Canastra-Araxá, denominado por nós de Associação Araxá. O Ibiá, começando por conglomerados de semelhante aspecto, jaz discordantemente sobre os quartzitos denominados "Canastra", porém está em íntimo relacionamento tectônico com esses quartzitos e o que foi denominado "Araxá". O Grupo Bambuí o sotopõe discordantemente, com conglomerados descontínuos, como em Campos Altos.

Avançando ainda mais nas distâncias, talvez os correlacionássemos com os psefitos Jangada e parte do grupo Cuiabá, em Mato Grosso e, parcialmente com o grupo Tocantins, que tem características semelhantes.

De qualquer maneira, em toda a região ocidental do Espinhaço, o grupo Bambuí, representado pela formação Paraopeba, mostra um grande contraste de deformação e metamorfismo para com os metassedimentos vizinhos, como pode ser constatado também na região de Pará de Minas. Portanto, um importante evento orogenético o separa das sequências do Espinhaço.

É natural, todavia, se supor que, durante essa orogênese, em alguma parte se processava uma sedimentação. Porisso haverá ali uma sequência intermediária entre o grupo Bambuí e a formação Macaúbas.

Parece-nos bastante lógico que, na região aqui tratada, exista essa grande diferença de tempo, entre as camadas Paraopeba do grupo Bambuí e a sequência psefito-psemítica da formação Macaúbas, principalmente porque essa região encontra-se afastada da zona "depocêntrica" das sequências Bambuí.

Essa zona, a nosso ver (3), situar-se-ia ao longo dos divisores d'água entre o São Francisco e os rios Paranaíba e Tocantins. É possível pois que ali ocorram sequências intermediárias que não permitam uma distinção tão clara como aqui.

Finalmente queremos ainda ressaltar certos pontos que consideramos importantes para uma reavaliação dos mapeamentos de toda área do grupo Bambuí:

1) O expressivo contraste morfológico entre as rochas Bambuí e Macaúbas na serra do Catuni (foto nº 2) é resultado da diferença <u>atual</u> da textura, estrutura, coesão e composição entre as duas rochas, que lhes emprestam distinta competência. Dizemos atual, porque originalmente a competência deveria ser quase idêntica, uma vez que as rochas Macaúbas possuem ali mais do que 60% de matriz, cuja constituição original nada a distinguia das camadas Bambuí, pois ambas compunham-se de areia fina à síltica, mica em finas palhetas, argila e cimento carbonático; constituição essa que fatalmente lhes emprestariam a mesma competência. Portanto, o grande contraste hoje é resultado de radicais diferenças nas transformações sofridas;

2) <u>Os conglomerados Macaúbas são perfeitamente distintos dos conglomerados de Jequitaí, de Coração de Jesus, do Rio Urucuia, do rio Samburá, de Lagamar, de Nova Roma (Goiás), de Arraias (idem) do alto rio Paraná e norte de Formosa</u> (idem); todos estes ocorrem em diversos níveis do grupo Bambuí.

Semelhante talvez exista com o conglomerado da formação Ibiá. Este entretanto, é metamórfico, em grau igual ou até mais elevado do que o Macaúbas.

O nível estratigráfico dos conglomerados de Coração de Jesus situa-se na altura do início da sedimentação Três Marias; o de Jequitaí distribui-se dos níveis médios a superiores da formação Paraopeba, da mesma foram que o de Samburá e o de Lagamar; enquanto o de Nova Roma e de Arraias é quase basal nessa formação.

3) Os limites ocidentais do grupo Bambuí, parecem-nos hoje passíveis de revisão. Por exemplo, pudemos observar recentemente que, entre Medeiros e Rio Paranaíba (Minas Gerais),

o contato é na maior parte natural, com conglomerado. As rochas Bambuí ocupam depressões paleo-topográficas e tectônicas (falhas de gravidade), cujas superfícies de deposição ou de falha foram encurvadas pela tectônica posterior causando elevação dos mergulhos e reativações das falhas. Nesse caso os limites não seriam tão simples e condicionados restritamente às falhas de cavalgamento, como mostram nossos mapas do Triângulo Mineiro (1) e do Projeto Brasília (2); porém seriam muito recortados e irregulares.

Entretanto, para rever esses contatos será necessário um trabalho muito mais detalhado e rigoroso do que o que fizemos naqueles mapeamentos (em 1:100.000 e 1:250.000), em que estudamos mais de mil afloramentos ao longo de todo os limites. Por outro lado as verificações de campo quase nada resolverão se não forem acompanhadas de uma foto-interpretação com muito perícia, pois as rochas encontram-se muito decompostas e os afloramentos são difíceis de se encontrar.

Enquanto isso não for feito, alguns poucos caminhamentos e críticas esparsas conduzirão aos mesmos equívocos que cometemos sobre o Macaúbas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - BARBOSA, O. et alii - Geologia da Região do Triângulo Mineiro - DNPM. bol. 136, 1970, 200 p. - Rio de Janeiro.

2 - BARBOSA, O. et alii - Geologia e Inventário dos Recursos Minerais do Projeto Brasília - DNPM - 1969 - Brasília, DF.

3 - BRAUN, O.P.G. & FRANCISCONI, O. - Algumas Considerações Sobre o Grupo Bambuí em Face dos Conceitos Mais Atuais - In. XXIX Congr. Bras. de Geol. - Soc. Bras. de Geol. 29, Resumo dos trabalhos, 1976 - pag. 31-32, Ouro Preto, MG.

4 - BRAUN, O.P.G. & BAPTISTA, M.B. - A Formação Macaúbas do Grupo Bambuí - XXX Congr. Bras. Geol. - Soc. Bras. de Geol. - Núcleo do Nordeste, Resumos, 1978 - Recife, PE.

5 - BRAUN, O.P.G. & BAPTISTA, M.B. - Considerações Sobre a Geologia Pré-Cambriana da Região Sudeste e Parte da Região Sudeste e Parte da Região Centro-Oeste do Brasil. Anais da Reunião Preparatória Para o Simpósio Sobre o Craton do São Francisco, Soc. Bras. de Geol., Núcleo da Bahia - Publ. Especial nº 3, 1978 - pp. 225-350, Salvador, BA.

6 - DERBY, O.A. - The Serra do Espinhaço, Brazil - The Journal of Geology, 14 (5), 1906 - E.U.A.

7 - MENEZES FILHO, N.R. de, MATTOS, G.M.M. de, FERRARI, P.G. - Projeto Três Marias, Relatório Final - MME/DNPM/CPRM, 1977, Belo Horizonte, MG.

8 - MORAES, L.J. de - Geologia da Região Diamantina de Minas Gerais - Serv. Geol. Min. - Rel. Anual de 1928, p. 29-34, 1979, Rio de Janeiro, RJ.

9 - MORAES, L.J. de & GUIMARÃES, D. - Geologia Econômica do Norte de Minas Gerais - bol. nº 19, pp. 192, 1937, Rio de Janeiro, RJ.

10 - VIVEIROS, J.F.M. & WALDE, D. - Geologia da Serra do Cabral Minas Gerais, Brasil - Münster. Forsch. - Geol. Paleont. - H 38/39 - S. 15-27, 1976 - Münster, Alemanha.

FOTO Nº 1

Imagens do Satélite ERTS (LANDSAT), foto superior, canal 6,no intervalo de 0,7 à 0,8 micron de comprimento de onda; foto inferior,canal 7, no intervalo de 0,8 à 1,1 micron de comprimento de onda; ambas tomadas em 16 de agosto de 1973. Escala original 1:1.000.000. Margem direita do rio São Francisco, que se vê no canto noroeste (no canto sudoeste vê-se o rio das Velhas). As letras B, E, G e M significam respectivamente: Grupo Bambuí; Sequência do Espinhaço ("Super Grupo Espinhaço médio-inferior"); gnaisses e granitos; Macaúbas. A linha pontilhada mostra o limite inferior da formação Macaúbas, e a linha interrompida, o contato basal do grupo Bambuı; as linhas sinuosas indicam falhas de movimento oblíquo e as farpadas, falhas inversas ou de empurrão. O retângulo apontado pela seta é a área mostrada em maior escala na foto nº 2. A seta menor (canto nordeste) aponta os conglomerados dos níveis basais do Espinhaço, mapeados como Macaúbas por Moraes. A seta com número 10 aponta a serra Central.

A oeste de Montes Claros estende-se o chapadão, formado sobre camadas horizontais da parte superior da formação Paraopeba e primeiros níveis da formação Três Marias (a noroeste de Montes Claros). Essas camadas horizontais estendem-se até as proximidades da serra do Cabral (canto Sudeste), onde ocorre os afloramentos do conglomerado Jequitaí. A partir da serra do Cabral, para leste, começa a aparecer uma clivagem vertical e algumas zonas de plissamento nas camadas Bambuí, que assim mesmo continuam predominantemente horizontais. Essa estruturação resulta da reativação das estruturas do embasamento.

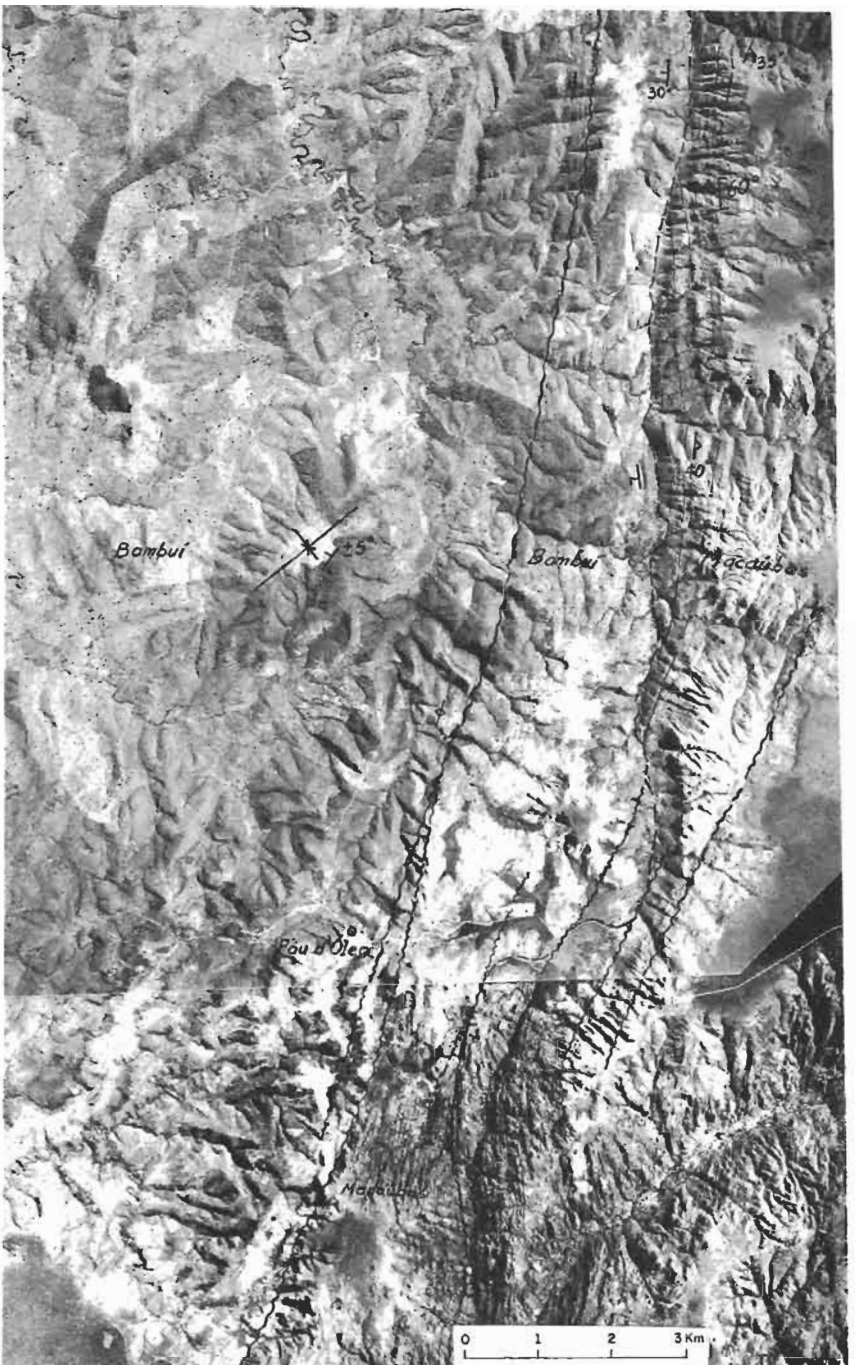
Nota-se na foto inferior intenso fraturamento dos quartzitos do Espinhaço, em muitos locais preenchidos por rochas básicas (manchas brancas). Nota-se as escamas do escorregamento (camada sobre camada) dos falhamentos de empurrão na serra Geral (bordo leste da foto superior).

A falha nº 1 deve ter constituído uma falha normal, durante a sedimentação Bambuí, que sofreu reativação por rotação de sua superfície e deslocamento oblíquo. Essa falha limita um estreito bloco elevado a leste, onde ficaram preservados restos das camadas Bambuí discordantes sobre o Macaúbas (foto nº 2). Esta falha intercepta as falhas 2, 3 e 4 que pertencem à tectônica Espinhaço. A falha nº 2 é um cavalgamento que produziu espessa zona de milonitização nos quartzitos. Ao atingir uma grande massa de rochas básicas (β), esta falha se desmembra em inúmeras outras menores associadas a dobramento de fluxo, devido a menor competência mecânica dos basitos, que ali se transformaram em "esteatitos", anfibólio-xistos e filitos. A falha nº 4 empurra xistos sobre o Macaúbas e inicia uma sequência de escamas de empurrão,que põem sérias dúvidas sobre a extensão dos psefitos Macaúbas para leste, pois perde-se completamente o controle estratigráfico. Como as camadas basais do Espinhaço (vide serra Geral) possuem diversos níveis de metaconglomerados "grauváquicos", torna-se dificílimo, senão impossível, correlacionar o Macaúbas com os níveis meta-psefíticos que ocorrem a leste desses empurrões. A falta de qualquer relação lógica, a correlação passa a ser inteiramente subjetiva.

FOTO Nº 2

Fotografias aéreas pancromáticas, obtidas pela FAB/USAF, em 1966, mostrando detalhe da imagem anterior (norte no alto e escala original 1:60.000). Linha interrompida mostra o contato basal das camadas Bambuí sobre as rochas Macaúbas. Nota-se que a foliação mergulhante para leste não existe no Bambuí, onde apenas aparece uma foliação vertical junto da falha assinalada com linha sinuosa. Esta falha é a indicada com o número 1 na foto anterior. É bem evidente a forte deformação dos psefitos Macaúbas, com sua foliação mergulhante para leste (observe os "vês" nos vales). Na imagem da foto anterior é perfeitamente observada que essa foliação é regional, em todas as rochas do Espinhaço; entretanto, ela não aparece nas camadas Bambuí, que se horizontalizam a cerca de apenas três quilômetros para oeste, o que bem demonstra a grande discordância entre essas duas unidades.

Jenaúba
Montes Claros
Jequitaí
0 20 40 Km


Bambuí
Bambuí
Macaúbas
Pau d'Olea
Macaúbas
0 1 2 3 Km

A ESTRATIGRAFIA DOS GRUPOS BAMBUÍ E MACAÚBAS NO BRASIL CENTRAL

Marcel Auguste Dardenne
Detlef H.G. Walde

D.Geo-UnB - BRASÍLIA-DF

ABSTRACT

In this paper, the sediments of the proterozoic Bambuí Group, that occur in a great area of Central Brazil are subdivided, after Dardenne, into six formations: Jequitaí, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade and Três Marias.

In Minas Gerais State, the Macaúbas Group is charaterized by a basal tillite, which is overlain by a thick sequence of detritic sediments.

The tillite is considered as a key horizon for the stratigraphy of Late Proterozoic. Above the tillite, the sediments of the Bambuí and Macaúbas Groups are interdigitated.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho representa uma síntese dos conhecimentos atuais sobre a estratigrafia dos Grupos Bambuí e Macaúbas. Os autores discutem as relações estratigráficas destes dois grupos e apresentam as suas sugestões sobre a paleogeografia da bacia de sedimentação.

2. ESTRATIGRAFIA DO GRUPO BAMBUÍ

No Brasil Central, uma imensa área é coberta por metassedimentos do Proterozóico Superior que podem ser atribuídos ao Grupo Bambuí. Inicialmente, os sedimentos carbonatados e argilosos aflorando no Vale do Rio São Francisco foram chamados "Série São Francisco" por Derby (1880). Essa denominação original foi modificada por Rimann (1917) com a expressão "Série Bambuí" que ficou consagrada pelo uso na literatura. A primeira sequência lito-estratigráfica deste grupo, proposta por Branco e Costa (1961), foi progressivamente detalhada por Schöll (1972, 1973), Oliveira (1967) e Dardenne (1978, 1979) que propõe a divisão deste grupo em seis formações (Fig. 1).

2.1. Formação Jequitaí

A Formação Jequitaí, cuja denominação é devida a Derby (1880), constitui a base do Grupo Bambuí. É caracterizada por um paraconglomerado com matriz argilosa esverdeada onde flutuam seixos de quartzitos, calcários, dolomitos, chert, gnaisses, micaxistos, granitos e rochas vulcânicas. Este paraconglomerado, geralmente assimilado a um tilito de origem glacial, repousa em discordância sobre unidades mais antigas do Pré-cambriano.

2.2. Formação Sete Lagoas

A Formação Sete Lagoas (Branco e Costa, 1961) é representada por sequência margosa e pelítica onde aparecem lentes carbonatadas de todas as dimensões. Na região cratônica estável de Januária, Itacarambi, Montalvânia e Serra do Ramalho, os horizontes carbonatados intercalados nos pelitos são contínuos e mostram da base para o topo uma sucessão característica:

- Dolomitos beges,sub-litográficos, laminados e lenticulares.
- Calcários dolomíticos, roxos a beges, argilosos, finamente laminados.
- Calcários cinzas argilosos finamente laminados.
- Calcários cinzas micro-cristalinos, laminados.
- Calcários, cinzas a cinza-escuros, micro-cristalinos a cristalinos, com oólitos ou intraclastos lamelares.
- Dolomitos róseos sacaroidais com oólitos, intraclastos e estratificações cruzadas.
- Dolomitos beges litográficos, laminados com intraclastos, oólitos e estromatólitos colunares sobrepõem-se por intermédio de uma superfície de emersão aos dolomitos róseos sacaroidais.
- Calcários, cinzas a cinza-escuro, micro-cristalinos podem aparecer localmente no topo desta sequência.

O contato da Formação Sete Lagoas com a Formação Jequitaí sotoposta é aparentemente concordante, mas a mudança brusca observada de um ambiente glacial para um ambiente quente favorável à deposição dos carbonatos levou vários autores a considerarem a existência de uma discordância entre as duas formações. Um hiato importante na sequência sedimentar é pelo menos provável.

2.3. Formação Serra de Santa Helena

A Formação Serra de Santa Helena (Branco e Costa, 1961) é composta, principalmente por folhelhos e siltitos cinzas a cinza-esverdeados. Intercalações de arenitos finos e calcários cinza-escuros são frequentes nesta formação.

2.4. Formação Lagoa do Jacaré

A Formação Lagoa do Jacaré caracteriza-se por intercalações de calcários oolíticos e pisolíticos, cinza-escuros, fétidos, cristalinos com siltitos e margas, que podem frequentemente passar a ser predominantes.

2.5. Formação Serra da Saudade

A Formação Serra da Saudade (Branco e Costa, 1961) é constituída por folhelhos, argilitos e siltitos verdes, onde lentes de calcários cinzas são localmente observadas. Esta formação foi originalmente colocada em posição estratigráfica superior aos arcósios da Formação Três Marias.

2.6. Formação Três Marias

A Formação Três Marias é caracterizada por arcósios e siltitos verdes. Na região da Serra de São Domingos (Dardenne et al, 1978; Alvarenga e Dardenne, 1978) a passagem da Formação Serra da Saudade para a Formação Três Marias é transicional. Na região Central de Minas Gerais, um conglomerado basal é descrito por Menezes e Matos (1978). Observações deste tipo traduzem uma discordância erosiva sobretudo sensível na borda da bacia.

A lito-estratigrafia, aqui sucintamente descrita, permanece extraordinariamente constante através dos Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia e Mato Grosso, onde sequências sedimentares seguramente equivalentes são conhecidas sob as denominações: Alto Paraguai, Corumbá, Una e Vaza-Barris.

Neste trabalho, os autores voltam à definição original do Grupo Bambuí, excluindo deste grupo as formação detríticas inferiores que lhe foram incorporadas por Braun (1968) e que são agrupadas sob a denominação Grupo Paranoá.

3. ESTRATIGRAFIA DO GRUPO MACAÚBAS

O Grupo Macaúbas, uma sequência sedimentar pré-cambriana que foi depositada acima do Supergrupo Espinhaço, tem uma extensão superior a 500 km em direção N-S no Estado de Minas Gerais (Fig. 2). As suas rochas na região de Grão Mogol foram descritas pela primeira vez por V. Helmreichen (1946). Derby (1881), descreveu a grauvaca conglomerática na borda N e E da Serra do Cabral como sendo uma sequência independente e designou-a como "conglomerado Jequitaí". A maior contribuição para a pesquisa dessa sequência sedimentar foi dada por Moraes (1929, 1932, 1937) e por Moraes & Guimarães (1930, 1931). Eles introduziram o termo "Macaúbas" derivado do rio Macaúbas, tributário do Jequitinhonha, próximo a Terra Branca, onde afloram essas rochas. Contudo, somente as pesquisas detalhadas dos últimos anos (Pflug, 1965; Isotta et alii, 1969; Schmidt, 1972; Gorlt, 1972; Hettich, 1975, 1976, 1977; Karfunkel & Karfunkel, 1976, 1977; Hettich & Karfunkel, 1976; Viveiros & Walde, 1976; Walde, 1976, a,b; 1978; Correa Neves et alii, 1977) revelaram claramente a sequência estratigráfica dessas rochas, bem como evidências inequívocas sobre sua gênese.

Via de regra, as formações do Grupo Macaúbas estão sobrepostas em discordâncias sobre as do Supergrupo Espinhaço. Discordâncias erosivas foram descritas por Moraes (1937), Pflug (1965), Frank (1971) e Walde (1976 a, b; 1978), enquanto que discordâncias angulares resultantes do dobramento e metamorfismo das formações do Supergrupo Espinhaço foram mencionadas por Isotta et alii (1969), Gorlt (1972) e Hettich (1973, 1975). Ao sul (Serra do Cipó), as formações do Supergrupo Espinhaço foram empurradas sobre as unidades do Grupo Macaúbas (Schöll, 1973).

Enquanto que as unidades basais do Macaúbas são constituídas em geral por quartzitos e sedimentos conglomeráticos, nas unidades superiores ocorrem além de quartzitos também grauvacas, filitos, metasiltitos e xistos verdes. Estudos sobre a sequência estratigráfica foram realizados somente nos últimos anos por Hettich (1975), Karfunkel e Karfunkel (1977), Walde (1976, 1978) e Correa Neves et alii (1977).

Hettich (1975) dividiu o Macaúbas na região de Carbonita (MG) em seis unidades lito-estratigráficas (da lapa para a capa): (Fig. 3).

- Quartzitos micro-conglomeráticos com intercalações de conglomerados em discordância angular sobre as rochas do Supergrupo Espinhaço (aprox. 150 m).

- Grauvaca com seixos (aprox. 200 m).

- Alternância de filitos, siltitos e quartzitos (200 - 300 m).

- Quartzitos com granulação média (300 m).

- Xistos verdes (50-200 m).

- Quartzitos de granulação fina a média (200 m).

Karfunkel & Karfunkel (1977) estudaram os sedimentos do Grupo Macaúbas da região de Terra Branca - Grão Mogol (MG) e introduziram a seguinte divisão lito-estratigráfica (da lapa para a capa):

- Formação Califorme - quartzitos com estratificação cruzada, ocasionalmente com intercalações de conglomerados (0-200 m).

- Formação Terra Branca - tilitos, quartzitos e metassiltitos contendo seixos e fragmentos de rochas com dimensões e formas variáveis (30-350 m). Nesta formação distinguem-se de W para E as fácies:Jequitaí, Caçaratiba e Turmalina.

- Formação Carbonita - quartzitos, metassiltitos e filitos com intercalações de xistos verdes (acima de 350 m).

Viveiros & Walde (1976) e Walde (1976 a,b; 1978) verificaram a ausência das unidades superiores do Grupo Macaúbas nas bordas da Serra do Cabral (MG), aflorando somente a grauvaca conglomerática (tilito), limitada às vezes, na parte superior por uma camada pouco espessa (2 m) de quartzitos. A espessura do tilito é de aprox. 80 m; em alguns pontos porém, a espessura não ultrapassa 2 m. Em diversos pontos observa-se que na porção basal do tilito existem faixas que podem ser denominadas de brecha quartzítica.

As unidades basais do Grupo Macaúbas (Formação Califorme segundo Karfunkel & Karfunkel, 1977) foram depositadas num ambiente costeiro de águas rasas. Karfunkel & Karfunkel (1977) mostraram também que a direção de transporte desses sedimentos não estão sempre de acordo com a direção de transporte dos sedimentos do Supergrupo Espinhaço. A unidade conglomerática que se segue:

- Conglomerado Jequitaí, segundo Derby (1881).
- Metagrauvaca conglomerática, segundo Gorlt (1972) e Hettich (1975).
- Formação Terra Branca, segundo Karfunkel & Karfunkel (1977)
- Tilito Macaúbas, segundo Walde (1976), tem sido motivo de controvérsias, sobretudo quanto à sua gênese. Derby (1881), Branner (1919) e Moraes & Guimarães (1930, 1931) foram os primeiros autores a sugerir uma origem glacial para esses sedimentos.

Isotta et alii (1969) descreveram superfícies polidas e estriadas em quartzitos na borda NE da Serra Água Fria, 10 km SW de Jequitaí, e concluíram sobre a existência de uma extensa glaciação pré-cambriana.

Na região da Serra do Cabral há dados suplementares confirmando a origem glacial da grauvaca conglomerática (Tilito Macaúbas, Walde 1976 a, b; 1978). Em vários afloramentos na borda leste da Serra do Cabral ocorrem superfícies estriadas e polidas sobrepostas diretamente pelo Tilito Macaúbas. Além disso foram observados vários níveis de varvitos e seixos facetados.

As pesquisas dos últimos anos sobre o Grupo Macaúbas mostram, que essas rochas estendem-se em direção N-S por mais de 500 km, enquanto em direção W-E seus limites ainda não foram definidos. Para oeste, unidades mais recentes do Grupo Bambuí sobrepõem-se às rochas do Grupo Macaúbas, ao passo que a leste o grau do metamorfismo cresce. Os metassiltitos da unidade superior do Grupo Macaúbas passam a leste para quartzo-biotita-xistos, que contém às vezes granada e estaurolita. Mapeamentos detalhados da região de Araçuaí (Correa Neves et alii,1977) confirmam a sequência estratigráfica das partes superiores do Grupo Macaúbas: aos quartzitos impuros (espessura superior a 200 m) sobrepõem-se quartzo-biotita-xistos (espessura superior a 300 m). Sua delimitação oriental não pode ser feita, pois os metassiltitos foram cortados pelos granitos de Medina.

De grande importância é a ocorrência de estromatólitos em uma intercalação carbonática das unidades inferiores do Grupo Macaúbas,próximo a Mendanha aprox. 20 km a NE de Diamantina (MG) (Schöll, 1976). Foram encontrados restos de Conophyton metula (emend) cuja época de disseminação foi entre 950 e 1.350 m.a. (Cloud & Dardenne, 1973; Dardenne et alii, 1976). Assim a idade mínima do Grupo Macaúbas é de aprox. 1.000 m.a.

4. AS RELAÇÕES ENTRE OS GRUPOS BAMBUÍ E MACAÚBAS

Atualmente, todos os autores concordam em considerar o tilito como um horizonte-chave na estratigrafia do Pré-cambriano Superior do Brasil Central, que permite separar as unidades pré e pós-glaciais. No Brasil Central, este tilito é conhecido sob várias denominações:

- Formação Bebedouro (Bahia):Moraes Rego, 1930; Kegel, 1959; Brito Neves, 1968; Montes, 1977.

- Tilito Carandaí (Minas Gerais): Leonardos, 1940; Ebert,1977.

- Diamictito de Cristalina ou Formação Topázio (Goiás): Carvalho e Costa, 1968; Faria, 1970.

- Conglomerado Samburá (Minas Gerais):Branco, 1957.

- Tilito Jequitaí (Minas Gerais): Derby, 1880; Branner, 1919.

- Grupo Macaúbas (Minas Gerais): Moraes Rego e Guimarães,1930; Hettich, 1975; Karfunkel & Karfunkel, 1977; Walde, 1978.

- Formação Jequitaí (Minas Gerais e Goiás): Dardenne et alii, 1978; Dardenne, 1978; Dardenne, 1979.

- Conglomerado Ibiá (Minas Gerais):Barbosa et alii, 1970.

- Formação Puga e Jangada (Mato Grosso): Almeida, 1964, 1965; Evans, 1894.

Na base do tilito existe uma clara discordância, reconhecida pelos diversos autores. Ao contrário, a natureza do contato do tilito com as camadas superiores é pouco evidente. São descritas tanto discordâncias fracas (por exemplo Moraes e Hettich, 1967, p.11) quanto interdigitações (Pflug, 1967; Schmidt, 1972, Schöll, 1972).

A opinião da maioria dos autores é que entre o tilito e a sequência argilo-carbonatada superior situa-se um hiato e, às vezes, erosões locais como na Serra do Cabral (Walde, 1978). Por outro lado as diferenças dos ambientes de sedimentação (glacial/clima quente) são nítidas. Em consequência, o tilito deve ser claramente diferenciado das unidades sobrepostas.

Ainda há incertezas quanto à correspondência no tempo entre os sedimentos argilo-carbonatados do Grupo Bambuí e os sedimentos detríticos grosseiros da parte superior do Grupo Macaúbas.

Hettich (1972) sugere as seguintes possibilidades:

- Interdigitação entre o Grupo Macaúbas e o Grupo Bambuí que representam fácies molássicas e plataformais de uma mesma unidade estratigráfica.

- Transições faciológicas laterais e verticais ao Bambuí superior (deslocamento da sedimentação em direção ao Cráton).

- Deposição de todo o Grupo Bambuí (exceto as camadas basais) após a sedimentação da sequência clástica grosseira do Grupo Macaúbas.

Os autores concordam em linhas gerais com as sugestões de Hettich (1972), tomando a precaução de desvincular a bacia Macaúbas-Bambuí das orogêneses Minas-Brasília que são sujeitas a controvérsias e carentes de dados complementares. Os autores querem salientar a bipolaridade dos aportes detríticos e sobretudo a existência de um paleorelevo na altura da Serra do Espinhaço que permite a individualização de uma bacia restrita situada a leste onde a sedimentação acima do tilito possui um caráter detrítico acentuado (Fig. 4). Uma situação semelhante encontra-se na borda ocidental do Cráton São Francisco onde se localiza a Formação Ibiá (Dardenne et alii, 1978; Dardenne, 1979, Campos Neto, 1979).

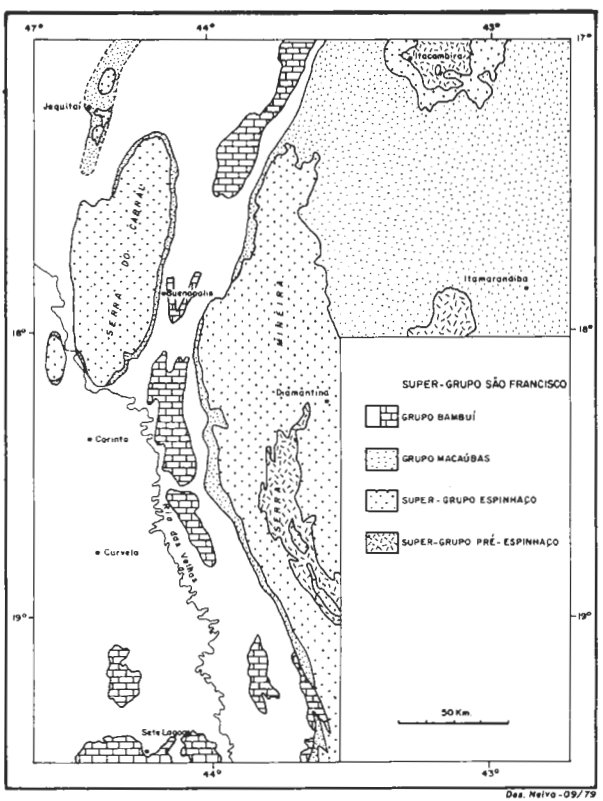
LITOLOGIAS \ FORMAÇÕES	ESTADOS DE GOIÁS E MINAS GERAIS	ESTADO DO MATO GROSSO	ESTADO DA BAHIA
ARCÓSIOS, SILTITOS	FORMAÇÃO TRES MARIAS	F. DIAMANTINO F. RAIZAMA	F. TRES MARIAS
SILTITOS ARGILITOS	FORMAÇÃO SERRA DA SAUDADE	FORMAÇÃO GUAICURUS	F. SERRA DA SAUDADE
CALCÁRIOS PRETOS SILTITOS	FORMAÇÃO	FORMAÇÃO	F. LAGOA DO JACARÉ
CALCÁRIOS PRETOS PISOLÍTICOS SILTITOS	LAGOA DO JACARÉ	TAMENGO	
FOLHELHOS, SILTITOS LENTES DE CALCÁRIOS	FORMAÇÃO SANTA HELENA	FORMAÇÃO BOCAINA	F. SANTA HELENA
DOLOMITOS	FORMAÇÃO	FORMAÇÃO	F. JANUÁRIA
CALCÁRIOS CINZA	SETE LAGOAS	CERRADINHO	
CALCÁRIOS ARGILOSOS	(= F. JANUÁRIA)		
DISCORDÂNCIA	FORMAÇÃO JEQUITAÍ - F. IBIÁ	FORMAÇÃO PUGA	F. BEBEDOURO
PRÉ-BAMBUÍ	G. PARANOÁ, G. ESPINHAÇO G. ARAÍ OU EMBASAMENTO	G. CUIABÁ	G. CHAPADA DIAMANTINA OU EMBASAMENTO

GRUPO CORUMBÁ (= G. ARARAS)

= G. ALTO PARAGUAI

DES. NEIVA - 09/79

FIG. nº 1 – CORRELAÇÕES E NOMECLATURA DO GRUPO BAMBUÍ NOS DIVERSOS ESTADOS DO BRASIL CENTRAL



Des. Neiva - 09/79

FIG. 2 - MAPA GEOLÓGICO DA SERRA DO ESPINHAÇO (PARCIAL) (Seg. PFLUG & RENGER, 1973)

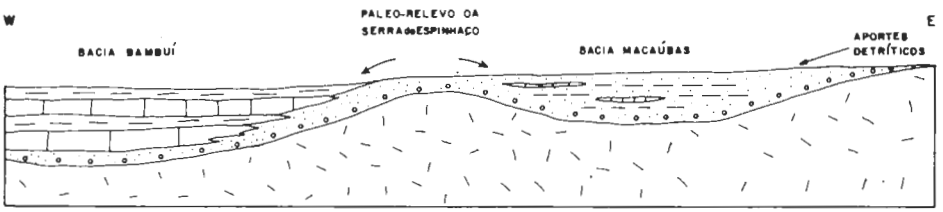


FIG. nº 4 RELAÇÕES DAS BACIAS BAMBUÍ E MACAÚBAS NA BORDA LESTE DO CRATON SÃO FRANCISCO

Des. Neiva - 9/79

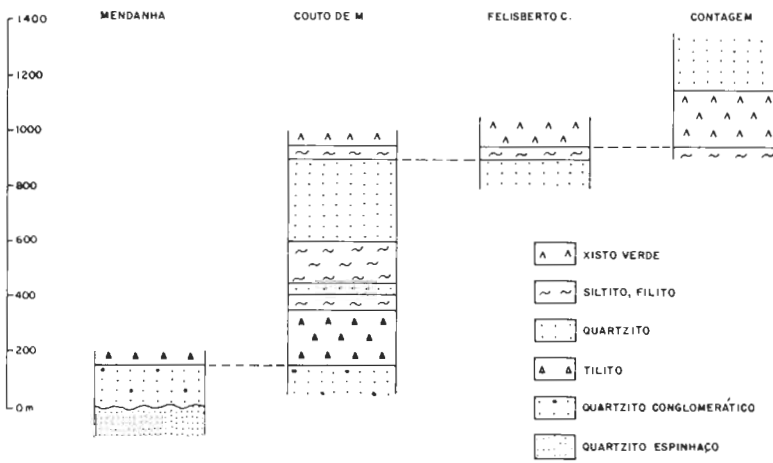


FIG. 3 – O GRUPO MACAÚBAS DA SERRA MINEIRA - (PARTE ORIENTAL) Seg. HETTICH (1978)

DES. NEIVA - 09/79

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.F. de, 1964 - Geologia do Centro-Oeste Matogrossense, DGM-DNPM, Bol. 215, 137 p., Rio de Janeiro.

ALMEIDA, F.F. de, 1965 - Geologia da Serra da Bodoquena, DGM-DNPM, Bol. 219, 96 p., Rio de Janeiro.

ALVARENGA, C.J. e DARDENNE, M.A., 1978 - Geologia dos Grupos Bambuí e Paranoá na Serra de São Domingos, An. XXX Congr. Bras. Geol., Vol. 2, 546-556, Recife.

BARBOSA, O., BRAUN, O.P.G., DYER, R.C. e RODRIGUES DA CUNHA, C.A.B., 1970 - Geologia da Região do Triângulo Mineiro, DNPM-DFPM, Bol. 136, 140 p., Rio de Janeiro.

BRANCO, J.J.R., 1957 - O Conglomerado do Samburá, Minas Gerais. Acad. Bras. de Ciências, 28 (3), 295-301, Rio de Janeiro.

BRANCO, J.J.R. e COSTA, M.T. da, 1961 - Roteiro da Excursão Belo Horizonte-Brasília, 14º Congr. Bras. Geol., UFMG, Inst. Pesq. Radioat., Publ. 15, 25 p., Belo Horizonte.

BRAUN, O.P.G., 1968 - Contribuição à Estratigrafia do Grupo Bambuí, An. 22º Congr. Bras. Geol., 155-166, Belo Horizonte.

BRANNER, J.C., 1919 - Outline of the geology of Brazil to accompany the geological map of Brazil. Bull. Geol. Soc. Amer., 30:189-338, 20 fig., New York.

BRITO NEVES, V.V. de, 1968 - Contribuição ao Léxico Estratigráfico do Leste do Brasil - Soc. Bras. Geol., IV Simpósio de Geologia do Nordeste, Recife.

CAMPOS NETO, M.C., 1979 - Contribution a l'Etude des Brasilides - Lithostratigraphic e Structure des Groupes Canastra, Paranoá et Bambuí dans l'ouest Nord-Ouest de l'Etat de Minas Gerais(Brésil) - Thése de 3º Cycle, 155 p., Paris.

CARVALHO, R.T. de & COSTA, L.A.M. da, 1968 - Indícios de glaciação em Cristalina, Goiás - Mineração e Metalurgia, 48:73-75, Rio de Janeiro.

CLOUD, P.E. & DARDENNE, M.A., 1973 - Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil - Bull. Geol. Soc. Am., 84 : 1973-1976, New York.

CORREA NEVES, J.M. et alii, 1977 - As regiões pegmatíticas de Minas Gerais, parte 1, A Geologia da Região Pegmatítica de Coronel Murta (relat. inédito IGC-UFMG, Belo Horizonte.

DARDENNE, M.A., 1978 - Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. An 30º Congr. Bras. Geol., Vol.2, 597-610, Recife.

DARDENNE, M.A., 1979 - Les Mineralisations de plomb - zinc - fluor du Proterozoique Superieur dan le Brésil Central. Avec une mine an point sur la chronologie du Précambrien brésilien. These de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles, 251 p., Paris.

DARDENNE, M.A., FARIA, A. e ANDRADE, G.F., 1976 - Occurrence de Stromatolites Colunnaires dans le Groupe Bambui (Goiás-Brésil), An. Acad. Bras. Ciências, 48 (3), 556-566 p.

DARDENNE, M.A., FARIA, A., MAGALHÃES, L.F. e SOARES, L.A., 1978 - O Tilito da base do Grupo Bambuí na borda ocidental do Cráton São Francisco - Soc. Bras. Geol., Núcleo Centro-Oeste, Bol. nº 7 e 8, 85-97.

DARDENNE, M.A., MAGALHÃES, L.F. e SOARES, L.A., 1978 - Geologia do Grupo Bambuí no Vale do Rio Paranã (Goiás), An. 30º Congr. Bras. Geol., Vol. 2, 611-621 - Recife.

DERBY, O.A., 1880 - Contribuições para o estudo da geologia do vale do São Francisco - Arch. Mus. Nac., 4: 89-119, Rio de Janeiro.

EBERT, H., 1957 - Beitrag zur Gliederung des Praekambriums in Minas Gerais, Geol. Rundschau, 45: 471-521, Stuttgart.

EVANS, J.W., 1894 - Geology of Mato Grosso, particularly the region drained by the Upper Paraguay. Quartely.

FARIA, A., 1970 - Estrutura e Estratigrafia da Região de Cristalina, Goiás, Resumo das Conf. e Comun., XXIV Congr. Bras. Geol.

FRANK, R., 1971 - Geologie der nördlichen Serra Mineira aufgrund einer Kartierung 1:50.000 - Tese de diploma Univ. Heidelberg, 42 p., inédito, Heidelberg.

GORLT, G., 1972 - Fazieswechsel und Metamorphose in der westlichen Serra Negra (Espinhaço - Zone, Minas Gerais, Brasilien). - Geol. Rundschau, 61: 166-201, Stuttgart.

GUIMARÃES, A., 1971 - A Formação Sabará - Geologia, Congr. Hisp. Luso-Am. Geol. Econ. (Trab.),nº 1, Secc.1, 2: 685-690, Lissabon.

HARTT, C.F., 1870 - Geology and physical geography of Brazil, 620p., Boston (Fields Osgood & Co).

HELMREICHEN, V., 1846 - Uber das geognostiche Vorkommen der Diamanten und ihrer Gewinnungsmethoden auf der Serra do Grão Mogol - 72 p., Wien (Braumüller & Seidel).

HETTICH, M., 1973 - Zur Stratigraphie und Genese des Macaubas nördlich der Serra Negra, Espinhaço-Zone (Minas Gerais Brasilien) - 24 p., Tese Univ. Freiburg, inédito, Freiburg.

HETTICH, M., 1975 - Zur Genese des Macaubas und Geologia des Gebietes nördlich der Serra Negra (Minas Gerais, Brasilien) - Geol. Jb., 14: 47-85, 11 fig., Hannover.

HETTICH, M., 1976 - A Glaciação proterozóica no Norte de Minas Gerais, 29º Congr. Bras. Geol., 1: 22-23, Ouro Preto, MG

HETTICH, M., 1977 - Glaciação Proterozóica no Centro Norte de Minas Gerais - Rev. Bras. Geoc., 7, 2, São Paulo.

HETTICH, M. & KARFUNKEL, J., 1977 - Um esker, um varvito e seixos estriados no Grupo Macaúbas, Norte Minas Gerais, Bol. Inst. Geol., Esc. Minas Ouro Preto (no prelo).

ISOTTA, C.A.L., ROCHA-CAMPOS, A.C. & YOSHIDA, R., 1969 - Striated pavement of the upper Precambrian glaciation Brazil. Nature, 222: 466-468, London.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J., 1975 - Fazielle Entwicklung der mittleren Espinhaço - Zone mit besonderer Berücksichtigung des Tillitproblems. - Tese Univ. Freiburg, inédito, 86 pp., Freiburg.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J., 1976 - Geologia da Serra do Espinhaço no Norte de Minas Gerais, 29º Congr. Bras. Geol., 1:24, Ouro Preto, MG.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J., 1976a - Estudo petrofaciológico do Grupo Macaúbas, Região Central da Serra do Espinhaço Minas Gerais, 29º Congr. Bras. Geol., 1: 25, Ouro Preto, MG.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J., 1976b - Geologia da Serra do Espinhaço, no Norte de Minas Gerais, 29º Congr. Bras. Geol., Anais, Ouro Preto, MG.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J., 1976c - Estudo petrofaciológico do Grupo Macaúbas, Região Central da Serra do Espinhaço em Minas Gerais, 29º Congr. Bras. Geol., Anais, Ouro Preto, MG.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J., 1977 - Fazielle Entwicklung der mittleren Espinhaço - Zone mit besonderer Berücksichtigung des Tillitproblems (Minas Gerais, Brasilien)., Geol. Jb., B 24, 3-91, Hannover.

KEGEL, W., 1969 - Estudos Geológicos na zona central da Bahia, Div. Geol. Min., Bol. 198, 35 p., Rio de Janeiro.

LEONARDOS, O.J., 1940 - Tilito metamórfico de Carandaí,Minas Gerais, An. Acad. Bras. Cien., 12: 243-259, Rio de Janeiro.

MARINI, O.J., FUCK, R.A., DARDENNE, M.A. & TEIXEIRA, N.A., 1977 - Dobramento da Borda Oeste do Cráton São Francisco, Simpósio sobre o Cráton São Francisco e suas faixas marginais, reunião preparatória, Salvador, agosto, 1977.

MENEZES FILHO, N.R., e MATOS, G.M.M., 1978 - Ambiente deposicional e estruturas primárias típicas da Formação Três Marias (Grupo Bambuí)- XXX Congr. Bras. Geol., Res. das Com., Vol. nº 1, p. 151 - Recife.

MONTES, A.S.L. de, 1977 - O contexto estratigráfico e sedimentológico da Formação Bebedouro no Estado da Bahia: um possível portador de diamante - Tese de mestrado (inédito) Univ. de Brasília, Brasília.

MORAES, L.J. de, 1929 - Geologia da região diamantina de Minas Gerais - Rel. An. Dir. Serv. Geol. Min., 1928: 29-34, Rio de Janeiro.

MORAES, L.J., 1932 - Área ocupada pela Formação Macaúbas no norte de Minas Gerais, Ann. Acad. Bras. Sci., 4: 111-114, Rio de Janeiro.

MORAES, L.J., 1937 - Geologia Geral - em: Geologia econômica no norte de Minas Gerais - Bol. Serv. Prod. Min., 19: 192 p., Rio de Janeiro.

MORAES, L.J. & GUIMARÃES, D., 1930 - Geologia da região diamantífera do norte de Minas Gerais -Ann. Acad. Bras. Cienc. 2: Rio de Janeiro.

MORAES, L.J. & GUIMARÃES, D., 1931 - The diamond-bearing region of northern Minas Gerais, Brazil - Econ. Geol. 26: 502-530, Urbana.

MORAES, REGO, L.F. de, 1930 - Glaciação eopaleozóica no centro do Brasil - Ann. Acad. Bras. Sci., 2: 109-112, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, N.A.M. de, 1967 - Contribuição a geologia da parte sul da bacia do São Francisco e áreas adjacentes - Petrobrás, DEPIN, CEMPES, Coletâneas de Relatórios de Exploração (1, 71-105), Rio de Janeiro.

PFLUG, R., 1965 - Zur Geologie der südlichen Espinhaço - Zone und ihrer präkambrischen Diamantvorkommen, Minas Gerais Brasilien - Z. deutsch. Geol. Ges., 115-215 - Hannover.

PFLUG, R. & SCHÖLL, W.U., 1975 - Proterozoic glaciations in eastern Brazil: a review - Geol. Rundschau, 64: 287-299, 7 fig., Stuttgart.

RENGER, R., 1970 - Fazies und Magmatismus der Minas - Serie in der südlichen Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien. Geol. Rudschau, 59: 1253-1292 - Stuttgart.

SCHMIDT, H.L., 1972 - Fazieswechesel in der São Francisco - Serie (Bambuí) bei Bocaiúva, Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien, Geol. Rundschau, 61: 201-216, Stuttgart.

SCHÖLL, W.U., 1973 - Sedimentologie und Geochemie der Bambuí-Gruppe am SE-Rand des São Francisco-Beckens (Minas Gerais, Brasilien). - Tese de doutoramento, inédito, Univ. Heidelberg, 301 p., 173 fig., Heidelberg.

SCHÖLL, W.U., 1976 - Estromatólitos (Conophyton) em dolomitos do grupo Macaúbas, 29º Congr. Bras. Geol., Anais, Ouro Preto, MG.

VIVEIROS, J.F.M. & WALDE, D., 1976 - Geologia da Serra do Cabral, Minas Gerais, Brasil - Münster. Forsch. Geol. Paläont. 38-39:15-27, 2 fig. Münster (Westf).

WALDE, D., 1976a - Neue Hinweise für eine proterozoische Vereisung in Ostbrasilien - Münster Forsch. Geol. Paläont., 38-39: 47-49, 8 fig., Münster (Westf).

WALDE, D., 1976b - Fazielle Entwicklung des Präkambrium zwischen Serra Mineira und Serra do Cabral (südwestliche Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien) - Tese de doutoramento, inédito, Univ. Freiburg.

WALDE, D., 1978 - Desenvolvimento faciológico do Pré-cambriano entre a Serra Mineira e a Serra do Cabral (Região Sudoeste da Serra do Espinhaço, MG), 30º Congr. Bras. Geol., Vol. 2, p. 711-724, Recife.

ESTRATIGRAFIA DA SERRA DO ESPINHAÇO NA REGIÃO DE DIAMANTINA (M. G.)

Walter Üwe Schöll
Antônio Celso C.Fogaça
U.F.P.R.
U.F.M.G./CENTRO DE GEOLOGIA ESCHWEGE - M.G.

ABSTRACT

The lithostratigraphic subdision of the Precambrian rocks composing the Serra do Espinhaço gives a large field for discussion and was subjected to profound modifications during the last years.

The oldest unit, the Pré - Rio das Velhas Supergroup, consists of granitic and migmatitic rocks. The up to now existing radiometric age determinations suggest a lower Precambrian age for this unit. They are overlain by the Rio das Velhas Supergroup, a sequence comprising the lower Nova Lima Group (green schists) and the upper Maquiné Group (quartz-mica schists and quartzites). These rocks are strongly tectonically deformed, beeing the recongnition of its sub-units in some parts impossible.

The youngest succession that composes the Serra do Espinhaço is the middle Precambrian Espinhaço Supergroup. Its basal part (São João da Chapada e Sopa Brumadinho Formations) was recently subdivided in 6 smaller units (members) and comprises quartzites, meta-conglomerates and phyllites with intercalations of meta-volcanics. Superposed are quartzitic sandstones with mega-cross-bedding (Galho do Miguel Formation) deposited in a deep shelf environment, grading upwards to fine clastic sediments (Santa Rita Formation) deposited approximately in the same environment. The upper part of Espinhaço Supergroup (Córrego dos Borges, Córrego Bandeira, Córrego Pereira e Rio Pardo Grande Formations) consists of phyllites, quartzites, meta-argillites and occasional dolomitic lenses of intratidal to flat shelf environment.

It is suggested to agroup the formations of Espinhaço Supergroup, defined by Pflug (1968), into three groups based on its sedimentological environments.

RESUMO

Na região de Diamantina, a subdivisão estratigráfica das rochas precambrianas que compõem a Serra do Espinhaço ainda proporciona campo para amplas discussões e vem sendo objeto de sucessivas modificações.

Em decorrência das pesquisas efetuadas nos últimos anos pode-se reconhecer atualmente três importantes conjuntos litoestratigráficos. A unidade mais antiga - o Super Grupo Pré-Rio das Velhas - é composto de rochas graníticas e migmatíticas, que pelas datações radiométricas atualmente disponíveis pertencem ao embasamento arqueano. Sobreposto acha-se o Super Grupo Rio das Velhas, o qual é constituído de xistos verdes na base (Grupo Nova Lima) e quartzo-mica xistos e quartzitos na porção superior (Grupo Maquiné). Toda esta unidade encontra-se bastante deformada, dificultando sobremaneira um mapeamento sistemático das referidas sequências.

A unidade mais nova, de idade pré-cambriana média, é representada pelo Super Grupo Espinhaço. Sua parte basal (Formações São João da Chapada e Sopa Brumadinho) pode ser subdividida em 6 (seis) níveis, sendo composta de quartzitos, metaconglomerados, filitos e metavulcânicas intercaladas, depositados em ambiente marinho raso de elevada energia. Sobrepõem-se quartzitos com mega-estratificações cruzadas (Formação Galho do Miguel) depositados em ambientes de plataforma profunda, seguidos por sedimentos clásticos finos (Formação Santa Rita) possivelmente do mesmo ambiente. A parte superior (Formações Córrego dos Borges, Córrego da Bandeira, Córrego Pereira e Rio Pardo Grande) exibe sedimentos de ambiente intramaré e engloba filitos, metassiltitos e quartzitos, além de ocasionais lentes de dolomito.

Com base nos dados atualmente disponíveis e na caracterização dos ambientes sedimentológicos das formações (definidos por Pflug,1968) que compõem o Super Grupo Espinhaço na região de Diamantina, sugere-se que o mesmo seja subdividido em três grupos litoestratigráficos. A confirmação dessa subdivisão, no entanto, dependerá dos mapeamentos futuros visando o comportamento lateral das sequências litológicas em questão e do estabelecimento de suas reais relações paleogeográficas.

INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço vem sendo objeto de estudos geológicos desde o século passado. O interesse foi despertado pela descoberta do diamante na região de Diamantina no início do século XVIII. Os trabalhos pioneiros são devidos a Eschwege (1822, 1832, 1833), Derby (1881,1906) e Freiberg (1932). A estes vieram somar-se os estudos desenvolvidos por Moraes (1929, 1932, 1937), Moraes e Guimarães (1929, 1930, 1931), Barbosa (1949, 1954) e diversos outros autores.

Pesquisas de cunho mais sistemático, visando sobretudo estabelecer as primeiras subdivisões estratigráficas e correlações entre as sequências do Espinhaço Meridional e o Quadrilátero Ferrífero, tiveram início com Pflug (1963, 1965, 1968) e Pflug & Carvalho (1964). Ao redor da década de 70, iniciou-se uma programação de estudos em escala de maior detalhe: diversos orientandos do Prof. Pflug, provenientes das Universidades de Freiburg e Heidelberg (Alemanha Ocidental) contribuíram para os conhecimentos geológicos do Espinhaço (e.g. Renger, 1970; Frank, 1971; Eberle, 1972; Gorlt, 1972; Kehrer, 1972; Schöll, 1972; Engesser, 1974; Hettich, 1975; Hoppe, 1978). Dezenas de outras pesquisas vieram se juntar a estas, destacando-se por seu conteúdo regional, as de Pflug et al. (1969) e Pflug & Renger (1973).

Nesta apresentação não pretende-se discutir as controvérsias ainda existentes sobre a estratigrafia da Serra do Espinhaço, mas apresentar os dados mais recentes em disponibilidade. Neste enfoque, os trabalhos de detalhe efetuados pelo Centro de Geologia Eschwege na presente década, juntamente com aqueles produzidos por Pflug e colaboradores, permitem distinguir três unidades litoestratigráficas e geotectônicas na região de Diamantina: os Supergrupos Pré-Rio das Velhas, Rio das Velhas e Espinhaço (ou Minas, cf. Pflug, 1965). Ressalte-se no entanto, que não se trata de uma apreciação definitiva, pois o prosseguimento das pesquisas deverá propiciar refinamentos (e eventualmente modificações básicas) sempre crescentes nos conhecimentos sobre a geologia da região. Salienta-se ainda, que o Supergrupo São Francisco (constituído pelos Grupos Macaúbas e Bambuí), o qual ocupa os terrenos localizados a oeste e nordeste da Cordilheira do Espinhaço, não será discutido neste trabalho.

SUPERGRUPO PRÉ-RIO DAS VELHAS

Sob esta denominação, (de Kneidl, 1977), se agrupam as rochas gnáissicas, graníticas e migmáticas de idades arqueanas (2,8 b.a) que constituíram o embasamento das sequências mais jovens. Na Serra do Espinhaço elas ocorrem em áreas reduzidas (fig.1), e tectonicamente afloram ou em mega-anticlinais com eixos orientados N-S ou por intermédio de falhamentos inversos tipo escama. A área mais bem conhecida dessas rochas constitui o chamado Anticlinório (Anticlinal) de Gouveia (Pflug, 1965), inicialmente conhecida como "Granito de Gouveia" (Derby, 1906).

Rochas petrograficamente similares mapeadas ao norte do paralelo 18° (anticlinal de Itacambira-Riacho dos Machados - Porteirinha-Urandi) e ao sul da Serra do Espinhaço, entre Sete Lagoas e Belo Horizonte, constituem também núcleos expostos do embasamento arqueano.

Entre os termos petrográficos identificados predominam as rochas de aspecto granítico (anatexitos) constituídas de quartzo, K-feldspato, plagioclásio, muscovita e biotita (Schöll, 1979), que em muitos locais apresentam faixas migmatíticas com o desenvolvimento de dobras ptigmáticas e "schlieren". Corpos isolados de anfibolito (plagioclásio, anfibólio e biotita) são igualmente observados. Transformações retrometamórficas, consequência de eventos metamórficos posteriores (Rio das Velhas e Espinhaço), manifestam-se através de saussuritização e cloritização.

Pesquisas recentes e detalhadas do ponto de vista petrológico e estrutural dessas rochas, desenvolvidas por Hoffman (1978,1979), nos arredores de Gouveia, permitiram separá-las da sequência Rio das Velhas, anteriormente agrupadas sob o termo genérico de Supergrupo Pré-Minas (Pflug, 1965). Baseando-se no estudo da temperatura de formação dos constituintes mineralógicos dessas litologias, aquele autor concluiu que as rochas graníticas originaram-se a temperaturas mais elevadas que os xistos Rio das Velhas. A possibilidade dos "granitos" serem intrusivos no Supergrupo Minas, proposta originalmente por Pflug & Carvalho (1964), foi descartada. A orientação dos cristais de K-feldspato é próxima a E-W (infletindo para NNE-SSW na porção sul do complexo), em contraste com as direções principais de xistosidade e lineações nos xistos, marcantemente NNW-SSE.

Na maioria das vezes onde o contato com as encaixantes do Supergrupo Rio das Velhas pode ser identificado, ele é de natureza tectônica e suas rochas mostram-se cizalhadas. Nas faixas tectonizadas acham-se blastomilonitos que macroscopicamente podem ser diferenciados dos xistos Rio das Velhas apenas pela existência de K-feldspatos (Schöll, 1979). Em áreas submetidas a processos intempéricos a distinção é extremamente difícil. Com as sequências predominantemente quartzíticas do Supergrupo Espinhaço (eg. Formação Galho do Miguel), as rochas graníticas evidenciam contatos discordantes.

Tendo em vista a continuidade dos mapeamentos geológicos detalhados no Espinhaço Meridional, cabe ainda ressaltar dois aspectos de suma importância relacionados às rochas granito-gnáissicas, os quais deverão ser levados em consideração:

1 - Nas pesquisas anteriores à década de 60 predominaram relatos breves sobre as rochas graníticas. Desses trabalhos destacam-se: Eschwege (1832), Derby (1882, 1906), Guimarães (1931), Moraes (1931), v.Freiberg (1932), Schneiderhöhn (1936) e Barbosa (1937, 1951). Somente a partir da pesquisa de Pflug & Carvalho (1964) é que se obtiveram dados mais pormenorizados a respeito dessas rochas. Se houve, contudo, um tratamento mais adequado dessas litologias, por outro lado, vários termos petrográficos foram englobados genericamente sob a denominação de Série ou Supergrupo Pré-Minas, mesmo em trabalhos recentes (e.g. Pflug, 1965; Eberle & Rieper, 1968; Renger, 1970; Pflug e Renger, 1973; Kneidl, 1074; Hoppe, 1978). Dessa forma, ao lado de granitos e gnaisses/migmatitos, figuram litologias de graus metamórficos menos elevados como: xistos verdes, quartzitos, quartzo-sericita xistos, hematita-sericita xistos, filitos hematíticos, itabiritos, etc.
É justificável assim, admitir-se que nem todas as rochas até então mapeadas como Série Pré-Minas possam ser incluídas no Supergrupo Pré-Rio das Velhas. Parte delas devem pertencer a conjuntos litoestratigráficos menos antigos, como o Supergrupo Rio das Velhas ou mesmo os Supergrupos Minas ou Espinhaço.

2 - Datações radiométricas em rochas do Supergrupo Pré-Rio das Velhas são ainda escassas. A primeira datação obtida em amostras do "Granito de Gouveia" forneceu uma idade abso-

luta de 880 m.a. (Herz & Dutra, 1958). Posteriormente, Pflug (1965) ressaltou que as rochas pré-Minas do Espinhaço eram petrograficamente similares e jaziam na mesma posição geológica da Série Rio das Velhas no Quadrilátero Ferrífero (Dorr et. al., 1959), sendo intrudidas por um granito de 1.350 m.a. Datações mais recentes indicam uma idade mínima de 2,8 b.a. para os granitos gnáissicos de Gouveia (Brito Neves et. al., 1978), bem como para os migmatitos e rochas granitóides do Complexo de Bação do Quadrilátero (Almeida et al., 1976).
Idades similares a esta última foram obtidas por I.Hasui, (com.verbal) em rochas incluídas por Pflug (1965) na chamada Fácies Guanhães do Supergrupo Minas. Embora isolada, esta datação indica que, pelo menos em parte, as rochas da Fácies Guanhães possuem padrão geocronológico semelhante ao de Gouveia. Mapeamentos detalhados dessa grande área, dessa forma, poderão evidenciar a existência de sequências relacionadas a eventos geotectônicos distintos no espaço e no tempo.

SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS

Aflorando em numerosos anticlinais e sinclinais na porção longitudinal mediana da Serra do Espinhaço, o Supergrupo Rio das Velhas - definido no Quadrilátero Ferrífero por Dorr et al. (1957) - foi recentemente reconhecido na região de Diamantina por Schöll (1979) em consequência de uma paralelização litoestratigráfica entre as duas áreas. A continuidade entre a sequência do Quadrilátero, interpretada por vários autores (Engesser, 1974; Schorscher, 1975, 1978) como sendo um cinturão de rochas verdes arqueano, e as estreitas faixas presentes sobretudo a leste do Anticlinório de Gouveia (fig. 1) ainda não foi comprovada. No entanto, parte das litologias do Espinhaço Meridional, descritas por Renger (1970) como Supergrupo Pré-Minas, podem também ser correlacionadas ao Rio das Velhas do Quadrilátero. Datações radiométricas em rochas desta unidade apontam valores próximos a 2,5 b.a. (Herz, 1970).

O cinturão Rio das Velhas no Quadrilátero Ferrífero, mostrando-se bem desenvolvido e apresentando inclusive texturas "spinifex" na sua porção ultramáfica (Schorscher, 1978), foi subdividido por Dorr et al., (1957) nos Grupos Nova Lima, inferior e de maior espessura, constituído predominantemente por mica xistos e clorita xistos e Maquiné, superior, caracterizado por uma associação de quartzo-mica xistos a quartzitos com lentes de conglomerados polimíticos (seixos de quartzo de veio, formação ferrífera e quartzito). Na Cordilheira do Espinhaço, ao contrário, a sequência basal apresenta-se incompleta e pouco espessa; a superior é mais importante e abrande as maiores áreas de afloramento deste supergrupo na região de Diamantina.

GRUPO NOVA LIMA

A associação de clorita xistos e mica xistos desta unidade foi identificada apenas na borda N e NE do "Granito de Gouveia", geralmente em faixas alongadas e descontínuas, com xistosidade orientada preferencialmente para NNW.

Devido terem sofrido intensos dobramentos policíclicos, a separação entre os xistos Nova Lima e Maquiné em muitos casos é impossível. Do ponto de vista petrográfico as cloritas xistos exibem porcentagens muito baixas de quartzo; os acessórios incluem rutilo, magnetita, biotita, epidoto e turmalina.

GRUPO MAQUINÉ

Esta unidade pode ser diferenciada em duas sequências características, à semelhança do que ocorre no Quadrilátero Ferrífero: a basal é composta exclusivamente de quartzo-mica xistos com cianita e a superior constitui-se de espessos quartzitos com lentes de metaconglomerados polimíticos. Todavia, o estilo de dobramento superimposto a essas

litologias, geralmente do tipo isoclinal (o qual pode ser observado, por exemplo, a Sudoeste de Guinda, a meio caminho entre as rodovias BR 367 e Guinda-Conselheiro Mata), bem como a passagem gradativa de uma sequência para outra, impede por vezes uma separação nítida entre ambas.

Via de regra, os quartzo-mica xistos - que constituem a litologia dominante do Supergrupo Rio das Velhas na região - mostram composições bastante uniformes. Blastos de quartzo alongados e milimétricos numa "matriz" de quartzo fino conferem à rocha uma textura blastomilonítica; a muscovita dispõe-se em níveis ou faixas. Tanto turmalina quanto cianita são frequentes, com orientação preferencial segundo o eixo tectônico b. Com o aumento local de cianita, que pode também reconcentrar-se em veios discordantes na rocha, os quartzo-mica xistos passam para cianita-mica xistos.

Os quartzitos, geralmente róseos ou avermelhados, imediatamente superportos aos quartzo-mica xistos, comportam algumas variações (fig. 2): quartzitos micácios de granulação fina são frequentes em todo pacote; podem gradar a distância de alguns metros para quartzitos de granulação mais grosseira. A cianita associa-se em proporções diversas sobretudo na base e no topo da sequência. Os conglomerados polimíticos ocorrem na porção intermediária deste conjunto; os seixos incluem materiais de natureza distinta: quartzitos vermelhos (produtos de retrabalhamento sinsedimentar), quartzitos ferruginosos, itabiritos, jaspilitos e quartzo leitoso. Com relação ao itabirito, cabe ressaltar que logo ao sul de Gouveia existem afloramentos esparsos de itabirito dentro Supergrupo Rio das Velhas; o retrabalhamento dessas rochas poderia explicar a presença dos mesmos nos conglomerados polimíticos.

Entre as estruturas sedimentares preservadas do tectonismo, observa-se uma frequência acentuada de estratificações cruzadas geralmente de ângulo baixo e amplitude de dezenas de metros. Menos constantes que estas, marcas de onda de corrente também foram identificadas.

Análises de minerais pesados dos quartzitos Maquiné (Schöll & Turinsky, 1979) evidenciam que os mesmos podem ser separados dos quartzitos do Supergrupo Espinhaço, principalmente pela presença da cianita. Em locais onde se torna difícil o reconhecimento da discordância angular que separa os dois supergrupos ou quando esta é mascarada pelo tectonismo, a análise dos minerais pesados pode constituir um instrumento de grande utilidade.

Finalmente, cabe ressaltar que a individualização do Supergrupo Rio das Velhas na Serra do Espinhaço comporta poucas controvérsias. Por mostrar discordância angular e erosiva com o Supergrupo Espinhaço, por constituir uma unidade distinta das rochas graníticas e migmatíticas do Supergrupo Pré-Rio das Velhas, por evidenciar estilo de deformação peculiar - geralmente do tipo isoclinal - com eixos orientados NNW (no Espinhaço, os eixos das dobras se orientam segundo as direções N-S ou NNE) e por apresentar grau metamórfico intermediário aos dois supergrupos sub e sobrejacentes, impõe-se considerar a associação de xistos e quartzitos Rio das Velhas como uma entidade geotectônica distinta, cuja evolução tectono-metamórfica poderia ser concluída a aproximadamente 2,5 - 2,6 b.a.

SUPERGRUPO ESPINHAÇO

É adotado aqui o nome de Supergrupo Espinhaço para as sequências predominantemente quartzíticas que constituem a cordilheira homônima, em substituição à denominação Supergrupo Minas por Pflug (1965) e definida no Quadrilátero Ferrífero por Dorr et al. (1959). Todavia, não se pretende com isto, questionar os critérios de interdigitação e correlação entre os dois supergrupos, defendidos por Pflug e colaboradores em numerosos trabalhos (eg. Pflug, 1965, 1967, 1968, 1975; Pflug et al., 1969; Pflug & Renger, 1973, Pflug & Schöll, 1974, 1975).

Na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Schobbenhaus Fº et al. (1978) também adotam a denominação Supergrupo Espinhaço e colocam este conjunto litológico no mesmo horizonte geocronológico (embora com limites superiores e inferiores incertos) do Supergrupo Minas, ou seja a 1,8 b.a. Efetivamente, com relação às idades dessas rochas Pflug & Schöll (1975, p.292), já haviam observado que: "Determinações

de idades radiométricas (Herz, 1970) são ainda esparsas. Elas permitem demarcar um limite inferior de 2.700 m.a. e um superior de 1.350 m.a. para o Supergrupo Minas. Dentro deste largo intervalo devemos contentar-nos com especulações. Estas são sustentadas pelo fato de que a Formação Sopa Brumadinho formou-se no mesmo tempo das espessas formações ferríferas (itabiritos) do Supergrupo Minas (Pflug, 1965; Renger, 1970; Kehrer, 1972). Extensas ocorrências de sequências ferríferas geralmente são de idades superiores a 1800 m.a. Muito provavelmente, esta idade corresponde ao limite superior da Formação Sopa Brumadinho".

Para Schöll (1979), os dados radiométricos disponíveis no momento indicam que a idade de sedimentação desta unidade oscila entre 2,5 e 1,8 b.a. Almeida et al. (1976), por outro lado, baseando-se em datações no sul da Bahia e em comparações litológicas e tectônicas de outras áreas, (e.g. Grupos Chapada Diamantina e Santo Onofre), relacionam a evolução das sequências quartzíticas do Espinhaço ao evento tecto-orogênico do Ciclo Uruaçuano (1,3-1,1 b.a.).

Nas circunvizinhanças de Diamantina, o Supergrupo Espinhaço foi subdividido por Pflug (1968) em oito unidade lito-estratigráficas. Ressalte-se, no entanto que - a exceção das pesquisas efetuadas por Walde (1976 a,b, 1978) e Viveiros & Walde (1976) na Serra do Cabral - os demais trabalhos desenvolvidos ao sul (e.g. Renger, 1970; Kneidl, 1974; Kux, 1976; Hope, 1978) e a leste (Gorlt, 1972) da região de Diamantina, não procuraram estabelecer correlações entre as litologias descritas e as formações anteriormente propostas. Em contraste, os mapeamentos de detalhe desenvolvidos nos últimos anos pelo Instituto Eschwege (Schöll, 1979) evidenciaram a necessidade de ampliar as subdivisões das duas formações basais (Formação São João da Chapada e Sopa Brumadinho) do Supergrupo Espinhaço em seis unidades, informalmente designadas de níveis (fig. 2). Todo esse conjunto lito-estratigráfico, metamorfizado na fácies xisto verde-zona da clorita (localmente da biotita), mostra um padrão de deformação bastante regular: consiste numa sucessão contínua de dobras assimétricas com eixos mergulhando para N-NNE e denotando vergência para W, com frequentes falhamentos em escamas principalmente na parte basal.

A caracterização dessas unidades abaixo, que constituem o que Pflug (1965) denominou de Fácies Diamantina, é baseada nos diversos trabalhos existentes sobre o assunto e em dados obtidos nos mapeamentos recentes na área. Uma das melhores seções para evidenciar as relações entre as unidades basais encontra-se nas redondezas de Bandeirinha (km 110 da BR-367), na Serra da Miúda. Para as unidades superiores é tomada como referência a Rodovia Guinda - Conselheiro Mata - Rodeador e as suas imediações.

FORMAÇÃO SÃO JOÃO DA CHAPADA

Trata-se de um conjunto litológico com predominância de quartzitos na base e no topo, separados por um nível pouco espesso de rochas magmáticas. Esta disposição estratigráfica na Formaoão São João da Chapada permitiu sua individualização em 3 níveis (Schöll, 1979), informalmente designados de A, B e C. Definida por Pflug (1965) e colocada na base do Supergr3po Minas, a seção tipo desta formação foi originariamente tomada na estrada de Gouveia a Datas, englobando os níveis A e C aqui descritos.

O Nível A é constituído de metabrechas monomíticas de quartzito ou metaconglomerados polimíticos (predominam seixos de quartzo e quartzito e localmente de quartzo-mica xistos), que se estendem em lentes de alguns a dezenas de metros; a passagem tanto lateral quanto vertical para quartzitos ou quartzitos com seixos é frequente. A espessura total, apesar de variável, não ultrapassa os trinta metros.

As metabrechas monomíticas predominam sobre os quartzitos do Grupo Maquiné, enquanto sobre os xistos caracteristicamente ocorrem os metaconglomerados polimíticos ou quartzitos com seixos. Isto evidencia um retrabalhamento mais ou menos "in situ" dos quartzitos mais resistentes do Rio das Velhas. Não há certeza ainda se a deposição dessas litologias (em paleocanais) ocorreu em ambiente deltáico ou ambiente totalmente marinho (este último comprovado para as unidades superiores).

O nível A é de distribuição areal reduzida. Na sua região de ocorrência (poucos km a W de Diamantina) ele sofre um rápido adelgaçamento tanto para S quanto W. Em direção N este conjunto desaparece sob as unidades mais jovens, provavelmente em decorrência da sucessão de dobramentos com eixos mergulhantes para norte.

O nível B, cuja espessura se situa ao redor de 20 metros, é composto de filitos hematíticos. Sua mineralogia principal inclui muscovita, hematita e por vezes turmalina (em agregados fibro-radiais); como acessório aparece o rutilo. Trata-se de uma rocha densa, de coloração cinza escura, aparecendo "manchas" arredondadas de sericita na superfície dos planos de xistosidade. Localmente ocorrem também cloritóide-quartzo xistos.

A origem dos filitos hematíticos vem sendo debatida desde a longo tempo (e.g. Derby, 188a; Thompson, 1928; Rimann, 1931; Moraes & Guimarães, 1930; Barbosa, 1951). Correns (1932), interpretou os "olhos" de sericita como pseudomórfos de feldspato e atribuiu uma origem magmática para a rocha. Em um único afloramento no vale do Rio dos Cristais (N de Diamantina) conseguiu-se comprovar recentemente esta suposição: foram encontrados pequenos cristais de microclina preservados da sericitização. Esta mesma origem é defendida por Renger (1970) que realizou estudos mais pormenorizados em amostras coletadas nas proximidades de Itapoanhacanga. Segundo este autor, a interpretação magmatogenética é fundamentada pelas características de um filito hematítico que se encontra concordantemente abaixo de um pacote de itabirito: "a rocha tem textura blastoporfirítica e macroscopicamente assemelha-se a metavulcanitos ácidos. Na matriz xistosa de sericita e hematita encontram-se quartzos milimétricos e arredondados que se identificam como formações pré-metamórficas pelo fraturamento e extinção ondulante. Inclusões de bolhas alinhadas irregularmente indicam origem magmática.Ao lado aparece quartzo anguloso de granulação fina em manchas, provavelmente um relicto tufogênico" (pp. 1279 - 1280).

Se a origem magmática dessas rochas é pouco disputada, a determinação do material original é bastante problemática. Renger (1970) supõe que se trata de tufitos, cujo teor em hematita foi possivelmente conduzido por exalações contendo ferro. Schöll (1979) advoga a hipótese de que sejam tufitos ou extrusivas de quimismo básico a ultrabásico e de elevado teor em ferro e potássio. A plotação de dados obtidos por análises modais em diagramas de fase (Hoppe, 1978) não permitiu definir um campo composicional comparável a rochas magmáticas conhecidas; processos de assimilação ocorridos durante a época de sua formação provocaram a mudança do quimismo desses filitos hematíticos. Esse autor julga também pouco provável haver uma relação entre as mudanças composicionais e o metamorfismo de baixo grau exibido por essas rochas. A semelhança de Renger (1970), ressalta que se trata de tufitos ou tufos submarinos de caráter básico e com elevados teores em Fe e Ti (algumas vezes mais de 5% em TiO_2 segundo Hoppe, 1978).

A determinação da gênese dos filitos hematíticos se reveste de importância porque não é descartada a possibilidade de constituirem a rocha matriz dos diamantes encontrados nos conglomerados da Formação Sopa Brumadinho. Além disso, este nível pode ser seguido ao longo de quase toda a Serra do Espinhaço, por mais de 1.000 km de extensão e sempre no mesmo horizonte estratigráfico.

O Nível C é constituído por quartzitos de granulação média a grosseira, em bancos contínuos por dezenas de metros. Camadas delgadas de filito encontram-se intercaladas principalmente em sua porção média; próximos aos contatos superiores, observa-se (e.g. bordo noroeste do Morro do Chapéu) uma passagem rápida de quartzitos micáceos para filitos quartzosos e destes para os filitos do Nível D. Também nas proximidades da parte superior do pacote são frequentes quartzitos com seixos arredondados de quartzo (muitas vezes dispostos nos planos de estratificaoão cruzada) e lentes esparsas de metaconglomerados monomíticos ou polimíticos.

Embora possam ocorrer bancos maciços de quartzito, são extremanente frequentes estratificações cruzadas (por vezes tabulares) de 0,5 - 2m de altura e 5 - 10m de extensão. Estudos sobre a direção de transporte das correntes (Schöll e Turinsky, 1979) indicam predomínio de uma dispersão bimodal para N e E que poderia ser resultante da depo

sição por marés ou água de pouca profundidade, ou polimodal com preferência para E. Na região de Gouveia, a direção de transporte é unimodal e dirigida para N, o que pode significar um transporte paralelo à costa, ou direção de páleo-deltas. Um dos melhores indicadores de um ambiente marinho raso para este nível é a presença constante de marcas de onda simétricas (de oscilação).

A espessura desta unidade quartzítica geralmente é da ordem de 100m. Na localidade de São João da Chapada, Pflug (1968) determinou uma espessura de 185m, embora tenha ressaltado não ser visível o seu limite inferior com as sequências mais antigas.

FORMAÇÃO SOPA BRUMADINHO

As rochas conglomeráticas que ocorrem em toda porção central da Serra do Espinhaço, inicialmente conhecidas sob a denominação de Formação Sopa (Moraes & Guimarães, 1930), foram tidas como de origem flúvio-glacial: esses autores correlacionaram os conglomerados estudados na região próxima a Diamantina com a sequência fracamente metamórfica - de aparência caótica e contendo seixos facetados - descrita nos bordos sul da Serra do Espinhaço como tilito Macaúbas (Moraes, 1929). Esses conglomerados já haviam sido intensivamente estudados por outros pesquisadores (revistos pormenorizadamente por v. Freiberg, 1932).

A correlação entre as Formações Sopa e Macaúbas foi inteiramente baseada na sua suposta origem glacial, posto que não havia continuidade entre ambas no terreno. Estas sequências, por sua vez, foram correlacionadas por Moraes & Guimarães (1932) aos conglomerados diamantíferos da Chapada Diamantina na Bahia, pertencentes a Série Lavras de Derby (1905) e igualmente considerados glaciais por Moraes Rego (1930) Dessa forma, a Série Lavras tornou-se uma unidade estratigráfica em Minas Gerais, sendo subdividida nas Formações Sopa (um pouco mais antiga por apresentar um grau maior de deformação) e Macaúbas.

Essas correlações estratigráficas, sobretudo as estabelecidas com os paraconglomerados Macaúbas, foram postas de lado quando os mapeamentos regionais na área de Diamantina (Pflug, 1965, 1967, 1967, 1968; Eberle & Rieper, 1968; Renger, 1970; Frank, 1971; Eberle, 1972) mostraram que os conglomerados Sopa São intraformacionais nas sequências quartzíticas da Serra do Espinhaço.

A denominação Formação Sopa Brumadinho deve-se a Pflug (1968), que descreveu a seção-tipo ao norte do povoado de Guinda, cruzando as lavras de Lavrinha e Brumadinho. Embora caracterizada por evidenciar mudanças de fácies, Schöll (1979) individualizou nesta formação três níveis lito-estratigráficos (D, E e F), sobretudo em decorrência de facilidade de se distinguir no campo a continuidade (por mais de 1000 km^2 de extensão) do Nível D.

O Nível D é constituído predominantemente por filitos, filitos quartzosos e quartzitos micáceos; pode alcançar cerca de 30-35 metros de espessura. Sobre quantidades variáveis de quartzo predominam muscovita e clorita; os acessórios estão representados pela turmalina, hematita e magnetita. Típicas nos quartzitos são as estratificações cruzadas de pequena amplitude (10 a 50cm).

No Nível E podem ser diferenciadas duas fácies, ambas com espessuras muito variáveis dentro de um intervalo máximo de 50-60 metros: (1) áreas com predomínio de quartzitos de granulação grosseira, localmente com seixos e com elevados teores em óxidos de ferro, que tanto aparecem na laminação dos quartzitos, quanto sobre os estratos cruzados ou nas selas das marcas ondulares. Nos dois últimos casos uma origem clástica para os óxidos de ferro é evidente, enquanto no tipo laminado estariam possivelmente vinculados a uma precipitação química. Neste caso uma fonte possível das soluções ferruginosas seria atribuível a existência dos filitos hematíticos. Efetivamente, a deposição concomitante dos itabiritos e filitos hematíticos, verificada mais ao sul de Diamantina, levou alguns autores (e.g. Pflug, 1965; Renger, 1970; Hoppe, 1978) a advogarem a hipótese de que a origem do ferro nos itabiritos está ligada a eventos magmáticos sinsedimentares. Posteriormente, durante a diagênese ou metamorfismo desta fácies, o ferro é remobilizado e se distribui de maneira difusa ou como concreções ferruginosas nos quartzitos. A formação dessas concreções (cujos diâmetros podem

alcançar algumas dezenas de centímetros) deu-se certamente durante a diagênese precoce, uma vez que se encontram retrabalhadas nos metaconglomerados da mesma unidade. A importância do ferro na sedimentação é suprimida com o início da deposição da Formação Galho do Miguel.

O segundo tipo de fácies (2) é caracterizado pelos metaconglomerados polimíticos (localmente monomíticos), intercalados em quartzitos de granulação grosseira. Trata-se dos metaconglomerados mais promissores para a ocorrência de diamantes, sendo lavrados por processos manuais ou semi-mecanizados desde o século XIX. Por serem mais facilmente decompostos pelos agentes intempéricos, os metaconglomerados de matriz mais sericítica são mais propícios à extração do diamante. Entre os componentes dos seixos predominam, além de quartzo leitoso, vários tipos de quartzito; menos frequentes são filitos, efusivas ácidas e seixos de conglomerado. O tamanho dos seixos é variável numa escala centimétrica, mas pode ultrapassar 1 metro de diâmetro, o que é indicativo de energias elevadas e águas rasas (intramaré) no ambiente de deposição. Segundo Pflug (1968), a Formação Sopa Brumadinho foi depositada num período de regressão, durante o qual partes da região temporariamente emersas acarretaram uma sedimentação descontínua. Para aquele autor "interrupções na sedimentação também são indicadas pela repetida ocorrência de conglomerados tipicamente costeiros em um só perfil". (Pflug, 1968, p.14).

De qualquer modo, é geralmente aceita a origem desses metaconglomerados a partir de um retrabalhamento intraformacional para vários componentes, com exceção dos seixos bem arredondados de quartzo de veio que devem ser provenientes de áreas continentais. Até a presente data não foi possível comprovar se os diamantes foram oriundos de região cratônica (Pflug, 1965) ou dos metamagmatitos sinsedimentares (filitos hematíticos incluídos), conforme proposto por Moraes & Guimaraes (1930).

O Nível F tem a sua maior distribuição e espessura (em torno de 25-30m) ao Norte do Guinda até além de São João da Chapada, sendo então recoberto (devido ao caimento geral para N dos eixos das dobras) pela Fm. Galho do Miguel. Ao sul de Guinda aflora apenas em afloramentos esparsos. Aonde foi observado sempre ocupa uma posição estratigráfica definida: abaixo da Formação Galho do Miguel, a unidade imediatamente mais jovem. É constituído de filitos e metassiltitos, com intercalações de metabrechas quartzíticas, que graduam verticalmente para quartzitos micáceos e quartzitos de granulação fina e a seguir aos quartzitos da Formação Galho do Miguel. Localmente as metabrechas podem conter diamantes. Na Lavra Brumadinho (próxima a Guinda), os seixos e fragmentos quartzíticos desta metabrecha geralmente apresentam-se angulosos e com dimensões médias de 10-15cm. Em afloramento esses seixos guardam orientação pouco clara, mas parecem dispor-se segundo o acamamento. Segundo R. Pflug (com.oral), a gênese das metabrechas não é segura, mas talvez resulte de correntes de lama na bacia de deposição.

Estes 6 níveis basais do Supergrupo Espinhaço, a exceção dos filitos hematíticos, representam em termos sedimentológicos e paleogeográficos um conjunto depositado em águas rasas bastante enérgicas. As requentes mudanças faciológicas em escala de dezenas de quilômetros são devidas a uma deposição num páleo-relevo subdividido em bacias menores e/ou afundamento diferenciado da bacia como um todo (p.ex. atividade magmática associada). Deste modo, coloca-se em discussão a idéia de agrupar, nos futuros trabalhos, os atuais níveis numa formação ou grupo com as devidas subdivisões e de redefinir portanto, definitivamente a coluna proposta por Pflug (1968).

FORMAÇÃO GALHO DO MIGUEL

Os quartzitos Galhos do Miguel, (Pflug, 1968), geralmente em bancos espessos e com mega-estratificação cruzada, possuem a maios distribuição areal na região de Diamantina quando comparados com as demais unidades lito-estratigráficas. Foram descritos também na Serra do Cabral por Walde (1976a, b, 1978).

Trata-se de uma sequência monótona composta exclusivamente de quartzitos puros que atingem espessuras da ordem de 500 m nas proximidades de Gouveia e aumentam, em direção a norte, para possíveis 2.000m.

cos, restritos provavelmente ao topo da unidade, podem conter até 10% de feldspato e cerca de 2-5% de sericita; acessórios (turmalina e opacos) são componentes raros. Os grãos de feldspato detrítico (microclina), de tamanho médio (0,3-0,4 mm) e subarredondados, exibem às vezes bordas recristalizadas de albita, demonstrando assim condições brandas de metamorfismo.

Os estratos menos espessos (10-20cm) acham-se mais restritos aos quartzitos micáceos, ao passo que nos quartzitos puros são comuns bancos com espessura média de 1 metro. Além das estratificações cruzadas de baixo ângulo (geralmente tabulares), três outros tipos de estruturas sedimentares foram identificadas: diques de arenito, bolas de argila ("mud balls") e laminações convolutas.

Os diques de arenito foram descritos por Schöll e Walde (1979) como similares aos da Formação Santa Rita, ou seja, constituem injeções sinsedimentares em camadas regularmente a não consolidadas. Na Formação Córrego Pereira esses pequenos diques (de espessuras centimétricas), por vezes contorcidos nas camadas de metassiltito, foram identificados em dezenas de locais e exclusivamente no topo da sequência. Num exame superficial, eles assemelham-se a perfurações vermiformes, mas o traçado linear sobre o plano de acamamento indica o seu caráter tabular. Embora o requisito essencial para a formação dos diques seja a deposição alternada de estratos argilosos e arenosos - comum a vários ambientes deposicionais - são mais característicos em ambientes de águas rasas, especialmente em locais onde a argila de deposita rapidamente e é interrompida pela deposição de areia (Reineck & Singh, 1975). Da mesma forma que para os diques, uma deposição rápida é requerida para materiais de natureza imatura. Efetivamente, tanto os diques quanto os quartzitos feldspáticos ocorrem no topo desta formação. Este argumento é reforçado, além disso, pela presença de bolas de argila nos estratos quartzíticos em horizontes estratigráficos similares aos anteriores. Trata-se de pequenas bolas (1-2,5cm de diâmetro) sub-arredondadas, compostas de material argiloso vermelho-alaranjado bastante intemperizado.

Laminações convolutas foram identificadas sobretudo na porção mediana do pacote quartzítico. Essas estruturas, restritas a estratos ou bancos interpostos entre camadas não perturbadas ou maciças, lateralmente variam de laminações sinuosas à dobras irregulares com cristas fechadas e quilhas mais amplas. Anteriormente tidas como típicas de sequências turbidíticas, essas estruturas são também abundantes em ambientes de águas rasas (intermaré). A deformação é resultante sobretudo da atuação de forças verticais pela sobrecarga de sedimentos sobrepostos, embora deslizamentos de sedimentos inconsolidados possam também explicar o fenômeno.

Uma descrição detalhada das estruturas sedimentares, dos vetores da sedimentação bem como da interpretação do paleoambiente desta e da unidade subsequente está sendo feito por Turinsky (tese doutoramento, em preparação).

FORMAÇÃO RIO PARDO GRANDE

Esta unidade está presente sobretudo a nordeste de Conselheiro Mata e suas camadas, dispostas concordantemente sobre os quartzitos da Formação Córrego Pereira amoldam-se num sinclinal de grande envergadura e extensão de quilômetros. Foi colocada por Pflug (1968) no topo do Supergrupo Espinhaço. A sudeste de Conselheiro Mata possui expressão areal reduzida e coloca-se em contato (ainda não definido) com quartzitos conglomeráticos e dolomitos do Grupo Macaúbas.

As litologias predominantes desta formação consistem de uma alternância de metassiltitos e metargilitos, sendo os primeiros mais frequentes na sua base - o que pode indicar uma passagem gradual da unidade inferior para esta. Todavia, Pflug (1968) observa que esse limite é marcado; às vezes, por ligeira discordância. Os metassiltitos apresentam uma liminação definida por níveis quartzosos. Além do quartzo e sericita, associam-se em porcentagens reduzidas, a turmalina (até 5%), zircão e opacos. Quando euedrais, estes últimos foram identificados como pirita limonitizada, que tanto pode se apresentar disseminada na rocha, quando arranjada em leitos irregulares e descontínuos. Os estratos mostram espessuras reduzidas, raramente ultrapassando 12-15cm.

Segundo medições efetuadas em fotos aéreas, Pfluq (op. cit.) estimou para o pacote uma espessura superior a 1.000 m; contudo, na região de Conselheiro Mata não deve ultrapassar os 60 metros.

Camadas de quartzitos finos e lentes de dolomitos intercaladas em metargilitos surgem próximas ao topo da formaoão. Uma das lentes identificadas possui espessura média de 3 metros e lateralmente estende-se por alguns metros; é constituída de dolomitos acinzentados microcristalinos com frequentes intercalações argilosas irregulares. Dada a ocorrência de intercalações similares nos dolomitos da Formação Macaúbas - interpretadas por Schöll e Fogaça (1979) como restos de esteiras algais - não se descarta a possibilidade de que essas laminações também constituam recristalizados de indivíduos algais.

Estratificação tipo "flaser" e laminações lenticulares foram observadas em alguns locais (e.g. no corte da E.F.C.B. próximo ao cruzamento com a estrada Conselheiro Mata - Rodeador). Há transições entre um e outro tipo, sendo que a última predomina quando a fração argila é superior à fração areia. A formação de estratificação tipo "flaser" é resultante da alternância de períodos de atividades de corrente e períodos de quiescência: após a deposição do silte pelas correntes, a argila, anteriormente em suspensão, recobre as lâminas ondulares síliticas durante a fase de quiescência. A sucessão dessas estruturas deve-se à repetição dos ciclos turbulentos e calmos no local da deposição, característicos de zonas subtidais e intertidais.

Crostas lateríticas com concreções ferro-manganesíferas a partir de metargilitos/metassiltitos são frequentes. Destacam-se na paisagem por constituirem tabuleiros residuais em meio a grandes extensões pediplanizadas da Formação Rio Pardo Grande.

Tendo em vista a similaridade litológica desta unidade com a porção basal do Macaúbas, a deposição em ambiente sedimentar propício à precipitação de carbonatos, e a possibilidade (cf. ressaltado por Pflug, 1968) de serem reconhecidos contatos discordantes com a Formação Córrego Pereira subjacente, Torquato e Fogaça (1979) sugerem que a Formação Rio Pardo Grande seja desmembrada do Supergrupo Espinhaço e incluída no Grupo Macaúbas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tomando-se como referência o ambiente sedimentológico das diversas unidades do Supergrupo Espinhaço (à exceção possível da Formação Rio Pardo Grande) observa-se uma nítida subdivisão em três compartimentos maiores. Um basal, composto dos 6 "níveis" (Formações São João da Chapada e Sopa Brumadinho) depositados em ambiente marinho raso, de alta energia e dominado por diversas altos estruturais. Um intermediário, englobando as atuais Formações Galho do Miguel e Santa Rita, com deposição em plataforma mais profunda e pelo menos inicialmente, com ambiente bastante enérgico, tornando-se depois mais calmo. As unidades superiores (com exclusão ou não da Formação Rio Pardo Grande) compõem um conjunto de deposições em águas pouco profundas, porém de baixa energia no ambiente.

Considerando-se essa compartimentação sedimentológica pode-se propor uma revisão do atual quadro lito-estratigráfico. Sugere-se que o Supergrupo Espinhaço, na região de Diamantina, seja subdividido em três grupos com suas respectivas formações e/ou membros, conforme exposto anteriormente. Tendo-se em vista os mapeamentos futuros sugere-se também erigir colunas chaves, bem como verificar o comportamento lateral das unidades litológicas em questão e estabelecer suas relações paleogeográficas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y. & BRITO NEVES, B.B. de, 1976 - The Upper Precambrian of South America. Inst. Geocienc. Bol. 16 (7), 45 -80, São Paulo.

BARBOSA, O., 1949 - Contribuição a geologia do Centro de Minas Gerais. Min. Metal: XIV, nº 79, 3-19, Rio de Janeiro.

-------, 1951 - Contribuição a origem do diamante em Diamantina, Minas Gerais. DNPM, Div. Geol. Min., Bol. 136, 35 pp., Rio de Janeiro.

-------, 1954 - Evolution du géosynclinal Espinhaço. 19. Int. Geol. Congr., Sect. 13, Fasc. 14, 17-36, Alger.

BRITO NEVES, B.B. de; KAWASHITA, K.; CORDANI, U.G. & DELHAL, J.,1978 - A evolução geocronológica da Cordilheira do Espinhaço: dados e interpretação. Rev. Bras. Geocienc., no prelo.

CORRENS, W.C., 1932 - Uber die Diamantlagerstätten des Hochlandes von Diamantina, Minas Gerais, Brasilien, Z. prakt. Geol., 40, 161-168u. 177 - 192, Halle.

DERBY, O.A., 1881 - Contribuições para o estudo da geologia do Vale do São Francisco Arch. Mus. Nac., 4, 89-119, Rio de Janeiro.

-------, 1882 - Modes of occurence of the diamond in Brazil. Amer. J. Sci., 24, 34-42.

-------, 1905 - The geology of the diamond and carbonado washings of Bahia, Brazil. Econ. Geol., 1, 134-142.

-------, 1906 - The Serra do Espinhaço. J. Geol., 14, 394-401.

DORR, J.V.N.II.; GAIR, J.E.; POMERENE, J.B. & RYNEARSON, G.A., 1957 - Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero, DNPM, Div., Fom. Prod. Min., Av.,81, 31 p., Rio de Janeiro.

DORR, J.V.N.II; HERZ, N.; BARBOSA, A.L.M. & SIMMONS, G.C., 1959 - Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil, DNPM, Publ. Espec., 1, 115 pp., Rio de Janeiro.

EBERLE, W., 1972 - Petrographische und geologische Untersuchungen in der Ungebung von Diamantina (Espinhaço-Zone, Minas Gerais,Brasilien). Geol. Jb., Beih., 121, 5-58, Hannover.

EBERLE, W. & RIEPER, M.C., 1968 - A folha Diamantina 1:100.000. Rel. inde. GEOEXPLORAÇÕES / DNPM, Rio de Janeiro.

ENGESSER, W., 1974 - Geologie, Petrographie und Altersstellung der Gesteine der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien). Diss., 38 pp., Freiburg i. Br.

ESCHWEGE, W.L.V., 1822 - Geognostisches Gemälde von Brasilien und wahrscheinliches Muttergestein der Diamanten. 44 pp., Weimar (Landes - Industrie - Comptoir).

-------, 1832 - Beitrage zur Gebirgskunde Brasiliens. 488 pp., Berlin (reimer).

-------, 1833 - Pluto Brasiliensis. Berlin.

FRANK, R., 1971 - Geologie der nördlichen Serra Mineira auf Grundeiner Kartierung 1:50.000 (Südl. Espinhaço Kordilleire, Minas Gerais, Brasilien). Dipl. Arb., 42 pp., Heidelberg.

FREYBERG, B.V., 1932 - Ergebnisse geologischer Forschungen in Minas Gerais (Brasilien). N. Jb. Min.Geol. Paläont., Sonderbd. 2, 403 pp., Stuttgart.

GORLT, G., 1972 - Fazieswechsel und Metamorphose in der westlichen Serra Negra (Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien). Geol. Rdsch., 61, (1) 166-201, Stuttgart.

GUIMARÃES, D., 1931 - Contribuição a geologia do Estado de Minas Gerais. DNPM, Serv. Geol. Min., bol., 55 pp., Rio de Janeiro.

GUIMARÃES, D., 1932 - Sobre a rocha matriz do diamante de Minas Gerais. An. Acad. Bras. Cien., t. IV, nº 4, 173-176, Rio de Janeiro.

HERZ, N., 1970 - Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. U.S. Geol. Surv., Prof. pap. 641 - B, 58 pp., Washington.

HERZ, N. & DUTRA, C.V., 1958 - Preliminary spectrochemical and age determination results on some granitic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Brasil. Soc. Bras. Geol., Bol. v7, nº 2, 181-195, São Paulo.

HETTICH, M., 1975 - Zur Genese des Macaúbas und Geologie des Gebietes nordlich der Serra Negra (Minas Gerais, Brasilien). Geol. Jb.,B 14, 47-85, Hannover.

HOFFMANN, C., 1978 - Neugliederung und petrologische Phasenanalyse der "Präminas" - Gesteine in der südlichen Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien. 6. Geowiss. Lateinamer. Kolloqu., Vortragskurzfass. Stuttgart.

HOFFMANN, C., 1979 - Neugliederung und geologische Geschichte der "Praminas-Gesteine" in der südlichen Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien. Münst. Forsch. Geol. Paläont., (no prelo).

HOPPE, A., 1978 - Beitrage zur Geologie und Paläogeographie der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais Brasilien). Tese dout. ined., 102 pp., Freiburg.

KEHRER, P., 1972 - Zur Geologie der Itabirite in der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien). Geol. Rdsch. 61, 216-249 , Stuttgart.

KNEIDL, V., 1974 - Geologia da área Bom Jesus do Amparo - Ipoema Senhora do Carmo. Conv. CVRD/Inst. Eschewege, 48 pp., (ined.).

-------, 1977 - Zum Unterbau, zur Liegendgrenze und tieferen Schichtfolge der Minas-Supergruppe (Mittl. Prakambrium) NE Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasilien). Habil. Schr., 120 pp., Freiburg, i.Br.

KUX, H.J., 1976 - Geologische, geomorphologische und sedimentologische Untersuchungen bei Diamantina, Serra do Espinhaço (Minas Gerais,Brasilien). Tese dout. ined., 45 pp., Freiburg.

MORAES, L.J. de, 1929 - Geologia do norte do Estado de Minas Gerais. DNPM, Ser. Form. Prod. Min., Bol. 3, 61 pp., Rio de Janeiro.

-------, 1937 - Geologia Geral. In: Geologia econômica do norte de Minas Gerais. DNPM, Serv. Fom. Geol. Min., Bol. 19, 7-111, Rio de Janeiro.

MORAES, L.T. & GUIMARÃES, D., 1929 - Estudo sobre a rocha matriz do diamante. DNPM, Serv. Geol. Min., Rel. Ann. Dir., 171-174, Rio de Janeiro.

MORAES, L.J. de & GUIMARÃES, D., 1930 - Geologia da região diamantífera do norte de Minas Gerais. An. Ac. Sci. Bras., II, 153-186, Rio de Janeiro.

MORAES, L.T. & GUIMARÃES, D., 1931 - The diamond bearing region of northen Minas Gerais, Brazil. Econ. Geol., 26, 502-530.

MORAES REGO, L.F. de, 1930 - Glaciação eopaleozóica no centro do Brasil. Ann. Acad. Bras. Sci., 2, 109-112, Rio de Janeiro.

PFLUG, R., 1963 - Contribuição à paleogeografia da Serra do Espinhaço (Quartzitos da região de Diamantina, Minas Gerais). DNPM, Div.Geol., Min., Not. Prel. Estud., 119, 16 pp., Rio de Janeiro.

-------, 1965 - A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais. Div. Geol. Min., Bol. 226, 55 pp., Rio de Janeiro.

-------, 1967 - Die präkambrische Miogeosynklinale der Espinhaço Kordillere, Minas Gerais, Brasilien. Geol. Rdsch., 56, 825-844,Stuttgart.

PFLUG, R., 1968 - Observações sobre a estratigrafia da série Minas na região de Diamantina, Minas Gerais. DNPM, Div.Geol. Min., not.Prel. Estud., 142, 20 pp., Rio de Janeiro.

-------, 1975 - Reconnaissance Mapping in the Precambriam of Eastern Brasil. In: Seminarbericht der Deutschen UNESCO nº 29, 52-59 e 252-255 (Deutsche Unesco-Komission, Verlag Dokumentation).

PFLUG, R. & CARVALHO, R.T. de, 1964 - A evolução estrutural da região de Gouveia, Serra do Espinhaço, Minas Gerais. DNPM, Div. Geol. Min., Bol. 213, 37 pp., Rio de Janeiro.

PFLUG, R. & RENGER, F., 1973 - Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do Craton Sanfranciscano. XXVII. Congr. Bras. Geol., An. 2, 5-19, Aracaju.

PFLUG, R.; SCHOBBENHAUS, C. & RENGER, F., 1969 - Contribuição à geotectônica do Brasil Oriental. SUDENE, Div. Geol. Ser. Esp., 9, 59 pp., Recife.

PFLUG, R.& SCHÖLL, W.U., 1974 - Sedimentary Structures of the Santa Rita Formation, Minas Supergroup, at Curimatã, Minas Gerais. An.Acad. Bras. Cien., 46, 127-131.

PFLUG, R. & SCHÖLL, W.U., 1975 - Proterozoic glaciations in eastern Brazil: a review. Geol. Rdsch., 64, 287-299, Stuttgart.

REINECK, H.E. & SINGH, I.B., 1975 - Depositional Sedimentary Environments. Springer Verlag, 2º ed., 439 pp., Heidelberg.

RENGER, F., 1970 - Fazies und Magmatismus der Minas-Serie in der südlichen Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien. Geol. Rdsch., 59, (3), 1253-1292, Stuttgart.

RIMANN, E., 1931 - Uber das Muttergestein der Diamanten von Minas Gerais (Brasilien). Fortschr. Min. Krist. Petr., 16, 349,352, Berlin.

SCHNEIDERHOHN, P., 1936 - Brasilianische Gesteine. Neues Jahrb, Geol. Min. Pal., BB70, Abt.A.

SCHOBENHAUS Fº, C. et alii, 1978 - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha Belo Horizonte (mapa geológico). DNPM, Brasília.

SCHÖLL, W.U., 1972 - Der südwestliche Randbereich der Espinhaço-Zone,Minas Gerais, Brasilien. Geol. Rdsch., 61, 201-216, Stuttgart.

-------, 1979 - Estratigrafia, sedimentologia e paleografia na região de Diamantina (Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil). Münst. Forsch. geol. paläont., (no prelo).

SCHÖLL, W.U. & FOGAÇA, A.C.C., 1979 - Estromatólitos, diques de arenito e diques de metabasito em dolomitos do Supergrupo São Francisco na borda Oeste da Serra do Espinhaço. (em preparação).

SCHÖLL, W.U. & TURINSKY, F., 1979 - O espectro de minerais pesados Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. Münst. Forsch, geol. paläont., (no prelo).

SCHÖLL, W.U. & WALDE, D., 1979 - Diques sedimentares no Supergrupo Minas da Serra Mineira e Serra do Cabral (Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil). Münst.Forsch.geol.paläont., (no prelo).

SCHORSCHER, H.D., 1975 - Entwicklung des polymetamorphen präkambrischen Raumes Itabira, Minas Gerais, Brasilien. Diss., 302 pp.,Heidelberg.

THOMPSON, L.S., 1928 - The upland diamond deposits of the Diamantina district, Minas Gerais, Brazil. Econ. Geol., 23, 705 - 723.

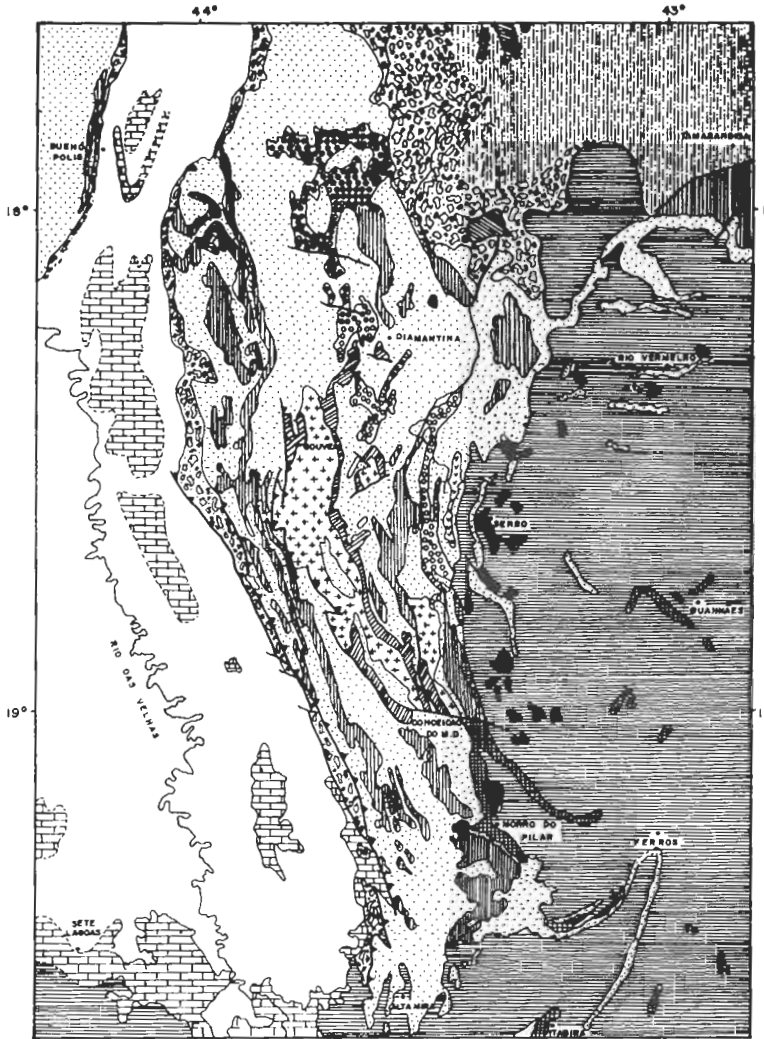
TORQUATO, J.R. & FOGAÇA, A.C.C., 1979 - Correlação entre o Supergrupo Espinhaço no Brasil, o Grupo Chela em Angola e as Formações Nosib e Khoabendus da Namíbia. Trabalho a ser apresentado no "Simpósio sobre o Craton de São Francisco", novembro de 1979, Salvador.

VIVEIROS, J.F.M. & WALDE, D., 1976 - Geologia da Serra Cabral Minas Gerais, Brasil. Münster. Forsch. Geol. Paläont., H. 38/39, 15 - 27, Münster.

WALDE, D., 1976a - Fazielle Entwicklung des Präkambriums zwischen Serra Mineira und Serra do Cabral (Minas Gerais, Brasilien). Diss.,47, pp., Freiburg, i. Br..

-------, 1976b - Neue Hinweise für eine proterozoische Vereisung in Ostbrasilien. Münster. Forsch. Geol. Paläont., 38/39, 47-49, Münster (Westf.).

WALDE, D., 1978 - Desenvolvimento faciológico do Precambriano entre a Serra Mineira e a Serra do Cabral (região sudoeste da Serra do Espinhaço, Minas Gerais). Anais XXX Cong. Bras. Geol., V. 2, 711-725, Recife.



LEGENDA

GRUPO BAMBUÍ

ARDÓSIAS, FILITOS

CALCÁRIOS

GRUPO MACAÚBAS

XISTOS VERDES

FILITOS, QUARTZITOS

TILITOS

SUPER GRUPO ESPINHAÇO

FILITOS, METASSILTITOS, METAARGILITOS

QUARTZITOS

CONGLOMERADOS (FILITOS, QUARTZITOS)

ITABIRITOS

SUPER GRUPO RIO DAS VELHAS

CLORITA XISTOS, MICAXISTOS, QUARTZITOS

SUPER GRUPO PRÉ RIO DAS VELHAS

GNAISSES, GRANITOS, MIGMATITOS

PRÉ-CAMBRIANO INDIVISO

XISTOS, QUARTZITOS, GNAISSES E ROCHAS GRANÍTICAS

ITABIRITOS

ROCHAS ULTRAMÁFICAS

METABASITOS

0 30Km

FIG. 1 MAPA GEOLÓGICO DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL E ÁREAS ADJACENTES (MODIFICADO DE PFLUG & RENGER, 1973).

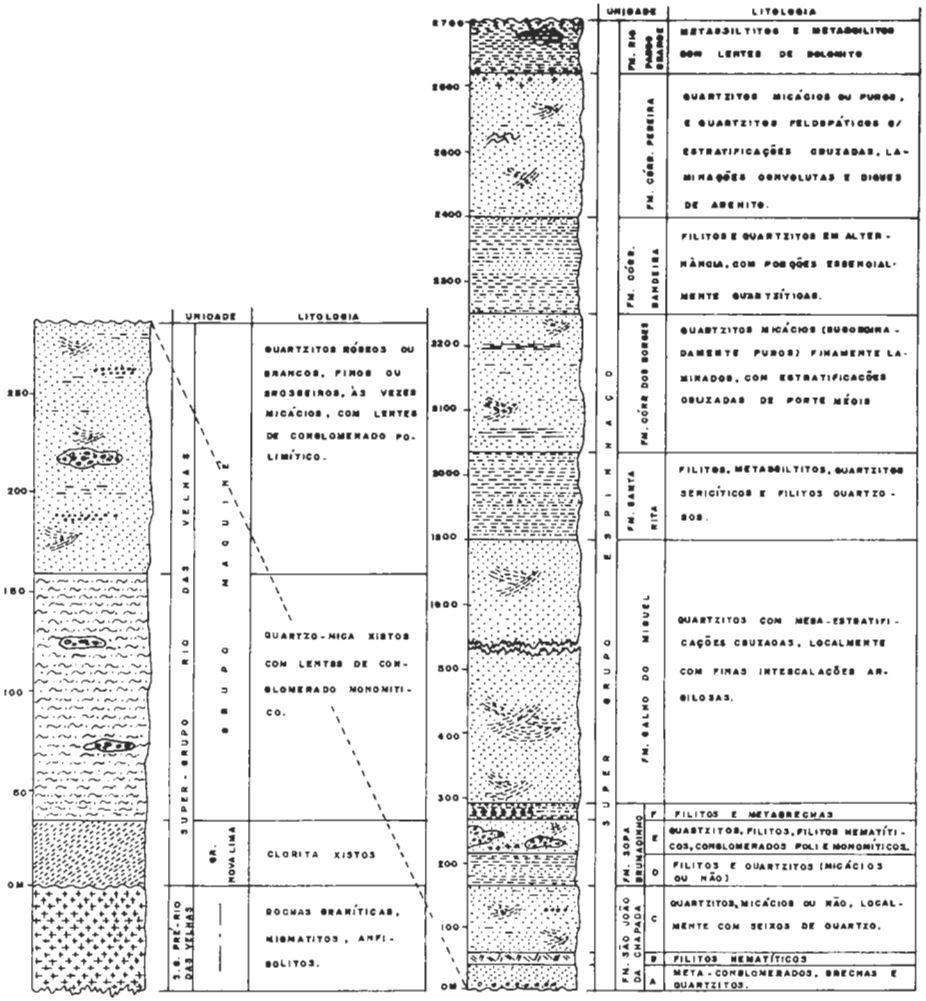


FIG.2 — COLUNAS ESTRATIGRÁFICAS SIMPLIFICADAS DAS SEQUÊNCIAS DA SERRA DO ESPINHAÇO NA REGIÃO DE DIAMANTINA (MG.)

GEOLOGIA DOS VALES DOS RIOS PEIXE BRAVO E ALTO VACARIA, NORTE DE MINAS GERAIS.

José Francisco M.Viveiros
Eurípedes L. Sá
Otoniel V. Vilela
Otávio Miranda Santos
José Maria P.Moreira
Frederico Holder Neto *
Walter S. Vieira **

C.V.R.D. - M.G.

* Atualmente na NUCLEBRAS

** Atualmente na C.P.R.M.

ABSTRACT

Since 1973 the Cia. Vale do Rio Doce has investigated the iron ore deposits situated in the northern part of Minas Gerais State, Brazil, in the valleys of Peixe Bravo and Alto Vacaria rivers. The investigation included geological mapping of a 575 km^2 área, at scale 1:20.000. The stratigraphic colunn established is as follow, from base to top: ESPINHAÇO SUPER-GROUP, mainly silicified-fine grained quartzites, ocurring only in the western part of the mapped área. SÃO FRANCISCO SUPER-GROUP, represented solely by Macaúbas Group which can be sub-divided into Rio Peixe Bravo formation at the base, and Nova Aurora formation on top. Rio Peixe Bravo Formation is composed of phyllites - sometimes graphitic, and secondarily of quartzites; thickness is about 700 m to the north, diminishing significantly southward. The Nova Aurora Formation is about, 1,200 m thick comprising principally diamicts, quartzites an phyllites; gray diamicts and hematitic diamicts (iron formation) were grouped as Riacho Poções Member. Folding trends N-S and NNE; rocks of the Macaúbas Group exhibit overturned folds, their limbs dipping to the east. Normal faults occur striking N65E; thrust faults parallel fold axis. Metamorphism is low grade all over the área. Two hipothesis concerning the origin of the Macaúbas rocks are discussed, focussing on the hematite bearing diamicts.

INTRODUÇÃO

Desde 1973 a Cia. Vale do Rio Doce, através de sua Superintendência de Pesquisas Minerais, vem pesquisando os depósitos de ferro dos vales dos rios Peixe Bravo e Alto Vacaria, munícipios de Rio Pardo de Minas, Porterinha, Riacho dos Machados e Grão Mogol, Norte de Minas Gerais. Neste período foram executados levantamentos geológicos em escalas 1:60.000 e 1:20.000; 88 km de linhas topográficas; aproximadamente 10.000 de sondagens, distribuídos por 61 furos; 125 poços de pesquisa, 160 metros lineares de galerias; 132 metros lineareas de trincheiras; 3 500 análises químicas e diversos estudos de reconhecimento e concentração do minério de ferro. Os trabalhos mencionados permitiram a quantificação de 3,5 bilhões de toneladas de minério com teor médio de 35% de ferro. Estudos de concentração, em escala de laboratório, através dos métodos de concentração magnética, floculação seletiva e flutuação mostraram como resultado um produto final com 66% de Fe numa granulometria de "pelletfeed" (< 0,149 mm).

O presente artigo refere-se aos resultados do mapeamento geológico em escala 1:20.000, de uma área de 575 km^2, realizado no âmbito da pesquisa dos depósitos de ferro. A área mapeada é delimitada por um polígno cujos vértices têm as seguintes coordenadas:

Latitude Sul	Longitude Oeste
15º 52' 30"	42º 37' 30"
16º 07' 30"	42º 37' 30"
16º 07' 30"	42º 45' 00"
16º 15' 00"	42º 45' 00"
16º 15' 00"	42º 52' 30"
16º 03' 00"	42º 52' 30"
16º 03' 00"	42º 46' 30"
15º 52' 30"	42º 46' 30"

O mapeamento teve como base plano-altimétrica folhas topográficas em escala 1:20.000, com curvas de nível em intervalos de 10 metros, confecionadas pela Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A. Para estudos fotogeológicos e localização no campo foram utilizadas fotografias aéreas em escala 1:60.000, tomadas pela USAF em 1964.

Os afloramentos ao longo das faixas ferríferas foram delimitados com apoio de linhas topográficas. Os trabalhos de campo relativos à parte centro-norte da área foram executados em 1974, a parte sul foi levantada no decorrer de 1977.

GEOLOGIA REGIONAL / TRABALHOS ANTERIORES

Moraes (1973) apresentou a seguinte coluna estratigráfica para a Região Norte de Minas Gerais:

IDADES	UNIDADES	Autores que introduziram as Unidades e regiões em que estas foram originalmente definidas
Paleozóico Inferior	Série Bambuí	Riman (1917); centro de Minas Gerais
Proterozóico Superior	Série Lavras: FM' Macaúbas Sopa	Moraes e Guimarães (1930; Norte de Minas Gerais
Proterozóico Médio	Série Itacolomi	Harder e Chamberlin (1965), Ouro Preto, Minas Gerais
Proterozóico Inferior	Série Minas	Derby (1906); Serra do Espinhaço, Minas Gerais
Arqueozóico	Complexo Cristalino	-

Pflug (1963) verificou que os conglomerados Sopa e Macaúbas, que constituiam a Série Lavras, estão separados por uma espessa sequência, predominantemente constituída por quartzitos. O mesmo autor (1965 e 1968) reformulou a estratigrafia da Serra do Espinhaço Meridional, aplicando o conceito de ortogeossinclinal com sua distribuição de fácies: correlacionou as sequências da Região de Diamantina, do Quadrilátero Ferrífero e da Região de Guanhães e englobou a Formação Macaúbas e a Série Bambuí numa mesma unidade, mais recente. Renger (1970) e diversos autores subsequentemente empregaram para esta última unidade a denominação de Série São Francisco (Derby, 1881). Posteriormente Pflug e Renger (1973) abrangeram no Super-Grupo São Francisco todos os sedimentos pré-cambrianos depositados após o soerguimento da Cadeia Minas, resultando o esquema estratigráfico abaixo:

IDADES	UNIDADES	REGIÃO		
		Serra do Espinhaço Meridional	Quadrilátero Ferrífero	Guanhães
Proterozóico Superior	Super-Grupo São Francisco	Fácies Bambuí, Macaúbas e Jequitaí	Fácies Itacolomi Santo Antônio	-
Proterozóico Médio	Super-Grupo Minas	Fácies Diamantina (Miogeossinclinal)	Fácies Itabira (Z.de transição	Fácies Guanhães (Eugeos sinclinal)
Proterozóico Inferior / Arqueozóico	Super-Grupo Rio das Velhas/Pré-Minas			

Schobbenhaus (1972 a) estudou a Serra do Espinhaço e adjacências na Região de Porteirinha - Monte Azul, Norte de Minas Gerais, adotando os conceitos estratigráficos de Pflug. Este autor (1972 b) descreveu os depósitos de ferro do vale do Rio Peixe Bravo e apresentou mapas geológico em escala 1:60.000 da área que abrange a porção centro-norte destes.

Hettich (1973 e 1977) e Karfunkel e Karfunkel (1975) dividiram o Grupo Macaúbas em unidades litoestratigráficas nas regiões de Couto de Magalhães - Itamarandiba - Carbonita e Terra Branca - Caçaratiba - Botumirim respectivamente.

GRUPO MACAÚBAS					
Couto de Magalhães - Itamarandiba - Carbonita (Hettich, 1973 e 1977)			Terra Branca - Caçaratiba - Botumirim (Karfunkel e Karfunkel, 1975)		
Unidade	Espessura	Composição	Unidade	Espessura	Composição
Unidade F	200 m	Quartzitos	Fm. Carbonita	50-350 m	Quartzitos, Metassiltitos e Xistos-verdes
Unidade E	50-150 m	Xistos-verdes			
Unidade D	300 m	Quartzitos			
Unidade C	200-300 m	Metassiltitos, Filitos e Quartzitos	Fm.Terra Branca	30-350 m	Metatillitos, Quartzitos e Metassiltitos
Unidade B	200 m	Metagrauvacas c/seixos	Fm.Califorme	0-200 m	Quartzitos Imaturos e Metaconglomerados
Unidade A	150-200 m	Quartzitos			

GEOLOGIA LOCAL

Estratigrafia e Petrografia

A área mapeada é constituída na sua maior parte por rochas pertencentes ao Grupo Macaúbas do Super-Grupo São Francisco, as quais jazem a oeste, sobre os quartzitos do Super-Grupo Espinhaço*, concordantemente.

Foi possível subdividir o Grupo Macaúbas em duas unidades li

---

* Tendo em vista que a correlação da sequência dos bordos da Serra do Espinhaço com a Série Minas, proposta por Pflug, não é aceita por diversos autores, neste artigo será empregada a denominada neutra para esta sequência, de SUPER-GRUPO ESPINHAÇO, introduzida por V. Freyberg (1932), e utilizada também por Karfunkel e Karfunkel (1975).

to-estratigráficas denominadas Formações Rio Peixe Bravo, a basal e Nova Autora, a superior. Nesta última foi separado um membro chamado de Riacho Poções, ao qual estão associadas rochas hematíticas.

Super-Grupo S.Francisco Grupo Macaúbas	Fm.Nova Aurora (diamictitos e quartzitos predominantes, filitos subordinados)	Membro Riacho Poções (diamictitos cinza e diamictitos hematíticos predominantes, quartzitos hematíticos e xistos hematíticos subordinados)
	Fm.Rio Peixe Bravo (filitos predominantes, quartzitos e filitos grafitosos subordinados)	
	Super-Grupo Espinhaço (quartzitos)	

Super-Grupo Espinhaço

O Super-Grupo Espinhaço ocorre a oeste da área, formando a vertente leste da Serra do Espinhaço. É constituído por quartzitos, muito puros, normalmente de granulação fina a média, de coloração branca e com os grãos mostrando estrutura em mosaico devido à recristalização metamórfica. A orientação geral destes metassedimentos varia entre N-S e N30E, com mergulhos em torno de 30º para oeste.

O magmatismo básico que aparece comumente cortando esta sequência não foi observado na área; entretanto, a observação de fotografias aéreas leva a crer na sua presença em regiões próximas.

A Serra do Espinhaço é a unidade morfológica proeminente da região, elevando-se a mais de 1.300 m e determinando um relevo contrastante com as regiões aplainadas adjacentes.

Super-Grupo São Francisco

GRUPO MACAÚBAS

O Grupo Macaúbas é constituído por filitos, quartzitos, diamictitos e diamictitos hematíticos. A morfologia característica deste Grupo é a de extensas superfície aplainadas, que vêm sendo dissecadas, através de um novo ciclo de denudação. Estas superfícies situam-se ao nível de 1.000 m e são referidas ao Ciclo Sul Americano (King, L., 1957 in Schobbenhaus 1972 a). Ao longo do traço das rochas hematíticas, em certos trechos, sobressaem cristas ou saliências com desníveis de até 70 m em relação às superfícies.

Formação Rio Peixe Bravo

Esta unidade é constituída predominantemente por quartzo-filitos com intercalações de quartzitos e menos frequentemente por filitos grafitosos.

Os quartzo-filitos são de coloração acinzentada, apresentando frequentemente veios ou "olhos" centimétricos de quartzo recristalizado. O exame microscópico destas rochas revelou uma textura granolepidoblástica, sendo as micas hipidioblásticas e o quartzo xenoblástico. Os grãos de quartzo são sub-arredondados ou angulosos e mostram extinção ondulante fraca. Às vezes aparecem semi-leitos de quartzo e sericita levemente ondulados. Uma amostra estudada apresentou a seguinte composição: quartzo 40 a 50%, sericita e subordinadamente clorita 40 a 50%, turmalina, zirconita e opacos, 5%.

Os quartzitos estão comumente intercalados nos quartzo-filitos. Estas intercalações em geral são de pequena espessura, não mais do que 30 metros, porém de grande extensão lateral. Análises petrográficas revelaram uma textura granoblástica, com uma composição de 95% de quartzo e 5% de opacos, sericita, minerais argilosos e ferruginosos e zirconita.

Localmente ocorrem filitos grafitosos. Uma amostra destas rochas revelou a seguinte composição mineralógica: 70% de sericita, caolinita e grafita; 30% de quartzo de turmalina, zirconita e opacos, sendo a grafita granular, muito fina e associada às micas.

Crostas superficiais manganesíferas aparecem em diversos locais ao nível da Superfície de Aplainamento Sul-Americana desenvolvida sobre esta unidade.

A noroeste da área, a espessura desta formação foi estimada em 700 metros, sendo que para tanto levou-se em consideração um possível repetição de camadas, acarretada pelo estilo de dobramento em isoclinais apertados. Ao sul, há uma diminuição da espessura desta unidade, tornando-se a mesma mais arenosa, sugerindo uma mudança de fácies.

Formação Nova Aurora

Recobrindo a Formação Rio Peixe Bravo, com passagem gradacional, ocorre a Formação Nova Aurora, constituída predominantemente por quartzitos e diamictitos e, subordinadamente, filitos.

Nos diamictitos, os seixos na sua maioria são de quartzitos; verificando-se ainda seixos de rochas de composição granítica, filito, calcário/dolomito, e material limonitizado. Estão geralmente orientados e, dependendo da competência do material, estirados paralelamente à xistosidade. O tamanho mais frequente dos seixos é da ordem de 1 a 2 centímetros, no entanto existem também locais onde os mesmos atingem de 10 a 20 cm. Matacões de até 1 metro podem ser encontrados isoladamente.

A matriz dos diamictitos é constituída de quartzo, sericita, muscovita e clorita. O quartzo varia de anguloso a sub-anguloso estando estirado paralelamente à xistosidade e apresentando extinção ondulante de fraca a forte. As micas envolvem os grãos de quartzo estando pigmentadas por limonita. Em zonas de metamorfismo elevado pode-se observar a substituição da clorita pela biotita e o arranjo textural dos minerais perfeitamente orientados, apesar destes ainda guardarem um caráter clástico relicto. O contraste entre os grânulos e a matriz é então menor, pois esta apresenta-se recristalizada.

Os quartzitos geralmente são bem classificados e de granulação fina a média. Apresentam textura granoblástica e uma composição de 99% de quartzo, mostrando como acessórios minerais argilosos, argilosos, rutilo, hematita, sericita e zirconita. A ocorrência destes geralmente condiciona o aparecimento de saliências de alguns metros e grande continuidade lateral, que sobressaem na topografia, fato mais evidente nas encostas mais acentuadas.

Raros níveis de filito intercalados nesta sequência são também observados. São constituídos essencialmente de quartzo e sericita tendo como acessórios biotita e dolomita.

A espessura da Formação Nova Aurora, incluindo o membro Riacho Poções, foi estimada entre o córrego José Costa e o riacho dos Porcos como sendo da ordem de 1.200 metros.

Membro Riacho Poções

Esta unidade engloba as rochas hematíticas ocorrentes no Grupo Macaúbas, na região investigada. Seu posicionamento estratigráfico corresponde à uma intercalação na Formação Nova Aurora, sendo considerada como um membro desta. Sua espessura atinge até 600 m. É constituído predominantemente de diamictitos cinzas, os quais apresentam transição para diamictitos hematíticos, e contêm intercalações de quartzitos hematíticos.

Os diamictitos cinzas distinguem-se dos demais diamictitos da Formação Nova Aurora pela coloração, por sua matriz mais fina e pela relação matriz/seixo que é menor.

O estudo microscópico da matriz dos diamictitos cinzas mostrou como características genéricas uma textura clástica, e uma composição mineralógica constituída de quartzo 60-70%, opacos 10-15%, seri

cita 15-20%, biotita verde, clorita, carbonatos, albita, minerais argilosos, turmalina, apatita e zirconita até 5%. O quartzo ocorre em duas granulometrias, cada uma sensivelmente equidimensional, sendo que a maior (0,3 mm) está envolta por uma matriz de quartzo (0,04 mm) e sericita, à qual estão associados os opacos e acessórios.

A transição dos diamictitos cinza para diamictitos hematíticos se dá através de um aumento de hematita na matriz destes últimos, existindo uma perfeita gradação do teor de ferro, o que leva ao estabelecimento de um limite arbitrário de 20% de ferro total, para sua separação. O aumento do conteúdo em hematita nestas rochas, condiciona uma mudança na coloração para tons mais escuros e dá origem à micro-dobramentos.

Certos níveis, de até 15 m de espessura, intercalados nos diamictitos hematíticos, apresentam enriquecimento em ferro. O minério rico é constituído quase exclusivamente por hematita em lâminas muito finas, podendo conter algum quartzo. Amostras de superfície destes níveis revelam teores de ferro de até 69%.

Os quartzitos hematíticos são rochas bandeadas, sendo constituídos por leitos quartzotos contendo sericita, fosfato (?), opacos, clorita e zirconita, alternando-se com leitos de hematita contendo magnetita/marmita, com lamelas de ilmenita. Apresentam a seguinte composição mineralógica: quartzo 55-60%, hematita 35-40%, outros 5%.

Localmente ocorre uma rocha, verificada exclusivamente em sondagens, classificada como hematita-sericita-quartzo-xisto. Ao microscópio apresenta um bandeamento constituído de duas faixas. Uma com predominância de quartzo sobre sericita e outra com predominância de sericita sobre quartzo. A hematita distribui-se uniformemente pela rocha e tem granulação fina.

Esta sequência de rochas hematíticas apresenta-se em grande parte sob uma cobertura de canga que ocorre ao nível da superfície Sul-Americana ou forma pequenas cristas acima desta. A espessura de canga não raro atinge 20 metros, o que pode ser observado nas escarpas oriundas do atual estágio de rejuvenescimento do relevo. Sua composição é geralmente limonita pura, podendo apresentar também fragmentos detríticos de minério rico e constituintes argilosos. A canga transiciona para um solo laterítico ferruginoso através de um incremento de argila às expensas de limonita em sua composição.

Estruturas

Estratificação e Xistosidade

As estruturas sedimentares geralmente estão obliteradas pela recristalização devida ao metamorfismo e pela laminação superimposta às rochas pela tectônica. Desta forma só é possível determinar com segurança as atitudes dos planos de estratificação (SO) em afloramentos que apresentem variações litológicas mais ou menos bruscas.

Duas xistosidades podem ser observadas, uma devida ao arranjo paralelo dos grãos ou seixos estirados e das micas, outra causada por pequenos deslocamentos ao longo de planos estreitamente espaçados (clivagem de transposição).

A primeira (S1) é paralela aos planos axiais das dobras, o que pode ser comprovado, em afloramentos favoráveis e em escala regional. Sua direção oscila em torno de N-S e seus mergulhos são para NE e SE, podendo variar de 20º a 80º, sendo mais comum 40º.

A segunda (S2) é mais evidente em rochas de composição predominantemente pelítica. Sua direção pode ser paralela ou oblíqua a S1, com mergulhos, geralmente maiores que 45º, para NW e SW.

A presença de duas xistosidades (S1 e S2) aliada a evidências petrográficas indicam que o Grupo Macaúbas sofreu apenas uma fase diastrófica na qual mais de uma fase do paroxismo ocorreram.

Dobramentos

As rochas hematíticas do Membro Riacho Poções constituem um excelente horizonte guia, permitindo a determinação dos dobramentos principais. Através deste horizonte foi verificado que as dobras maiores são isoclinais, com os flancos mergulhando para este.

A porção norte da área é ocupada por um sinclinal e um anticlinal conjugados, cujos eixos têm direção N30E e caimento suave para SW, infletindo no centro da área para sul. Ao sul o flanco ocidental do sinclinal, não comum às dobras mencionadas, apresenta dobramento subordinados sob a forma de um braquissinclinal.

Dobras em escala de afloramentos são também frequentemente observadas. As rochas hematíticas são as mais propícias a apresentarem tais dobramentos, que mostram estilos variados, geralmente com dobras de arrasto subordinadas.

Fraturamentos e Falhamentos

Os quartzitos do Super-Grupo Espinhaço apresentam-se bastante fraturados, contrastrando com a sequência sobrejacente do Grupo Macaúbas. O intemperismo e as extensas superfícies terciárias podem mascarar as fraturas, entretanto, parece mais provável que estas rochas tenham apresentado um comportamento predominantemente plástico em resposta aos esforços tectônicos.

O membro Riacho Poções, que aflora continuamente na porção norte da área, é truncado na porção sudeste por falha, com direção N65W, que ocasiona um refeito aparente da ordem de 3 km. Na zona de falha ocorre um quartzito sericítico de textura cataclástica.

Possantes veios de quartzo dispostos paralelamente à direção da sequência metassedimentar, indicam a possibilidade de falhamentos, entretanto, não foram observadas zonas de brechas com esta orientação e os estudos petrográficos não revelam evidência de cataclase nas rochas próximas aos veios. É possível que tenham ocorrido apenas pequenos movimentos de empacotamento paralelos aos planos axiais das dobras.

Metamorfismo

As rochas da região sofreram metamorfismo moderado de tipo regional dinamoternal.

Segundo Schobbenhaus (1972 a) a sequência do Super-Grupo Espinhaço, nesta região, foi metamorfisada ao nível de epizona (fácies xisto-verde, Winkler, 1967). A composição mineralógica do Grupo Macaúbas permite enquadrá-lo num grau de metamorfismo equivalente ao de seu embsamento.

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ORIGENS DO GRUPO MACAÚBAS E DOS DIAMICTITOS HEMATÍTICOS

A origem glacial dos diamictitos da Região de Jequitaí-Serra do Cabral e da vertente oeste da Serra do Espinhaço Meridional foi sugerida por Branner (1919) e, em seguida, defendida por diversos autores, dentre os quais destacamos: Moraes Rego (1930, Moraes & Guimarães (1930) e Moraes (1937). Estes autores basearam suas conclusões no fato dos diamictitos apresentarem seixos facetados, estriados, em forma de ferro de engomar, de lançadeira, etc. A descoberta de um pavimento estriado coberto por diamictito com seixos estriados, próximo à cidade de Jequitaí, por Campbell et al (1967) (redescrito por Isotta et al, 1969) reforçou a hipótese de uma glaciação proterozóica. Alguns autores, entretanto, puseram em dúvida a origem glacial diamictitos: Cobra-(1969) estudando seixos de rochas análogas, nos arredores de Francisco Sá, concluiu que a forma destes foi resultante de tectonismo; Schmidt (1972) considerou os diamictitos em questão depósitos de correntes de lama e os pavimentos estriados de origem tectônica. A hipótese glacial

foi retomada por Hettich (1973, 1977), Karfunkel e Karfunkel (1975), Pflug e Sch"oll (1975) e Almeida (1977). Os últimos autores consideram os diamictitos de Jequitaí correlativos dos diamictitos contidos no Grupo Macaúbas à leste da Serra do Espinhaço; os primeiros corresponderiam a depósitos continentais, enquanto que os últimos seriam glacio-marinhos.

Os depósitos de ferro do Rio Peixe Bravo, localizam-se na região onde são supostos depósitos glacio-marinhos. O ambiente geotectônico de deposição seria geossinclinal, segundo Almeida (1977) ou molasse, conforme Pflug e Renger (1973) e Costa, MT (1976).

Os ambientes de sedimentação glacio-marinhas pré-orogênica ou sinorogênica não fornecem indícios seguros de glaciação devido à natureza estratificada dos depósitos e às deformações tectônicas subsequentes. Mesmo assim Costa, M.T. 1976, estudando os diamictitos hematíticos da área levantada, verificou seixos contornados por estruturas da matriz possivelmente sedimentares, assemelhando-se a seixos pingados

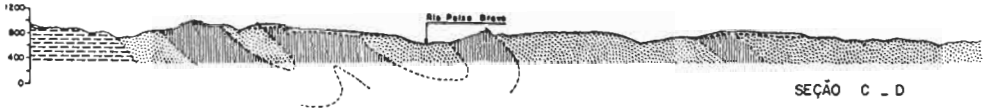
Pelo que foi exposto, parece mais provável que os diamictitos hematíticos correspondem efetivamente a sedimentos, ao menos em parte, glacio-marinhos. Por outro lado, uma revisão das rochas hematíticas que constituem o Membro Riacho Poções mostra que:

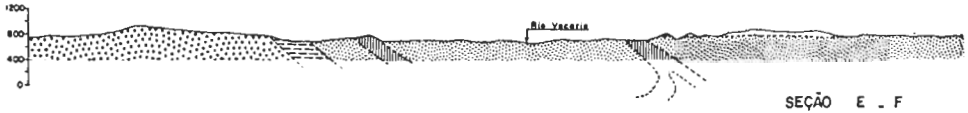
- o ferro ocorre tanto em rochas de provável origem glacial (diamictitos), como em rochas certamente não glaciais (quartzitos e filitos), intercaladas nas primeiras;
- nos diamictitos não são encontrados seixos ou grânulos de formações ferríferas, mesmo quando a hematita é abundante na matriz;
- enquanto os seixos e grânulos contidos nos diamictitos podem, em certos níveis estratigráficos, apresentar predominância relativa ou absoluta de determinadas rochas, tais como granito, quartzito ou calcário, a composição da matriz permanece aproximadamente inalterada em todo o pacote.

Estes fatos levam a crer que parte significativa da matriz dos diamictitos, incluindo todo o ferro, provêm de fonte diferente da dos seixos e não foi transportada por gelo.

A formação dos diamictitos hematíticos poderia ser explicada satisfatoriamente, supondo-se o preenchimento simultâneo da bacia por sedimentos de fonte longínqua, transportados por blocos de gelo e por sedimentos ferruginosos depositados através do potencial gravitacional de áreas adjacentes e/ou condições físico-químicas reinante na bacia.

Obviamente o ferro contido nas rochas do Membro Riacho Poções poderia ser de origem clástica ou química. A primeira hipótese sofre restrições, tais como: localização da fonte do ferro em áreas próximas e homogeneidade apresentada pelas partículas constituintes do minério. Outrossim a hipótese de origem química é de difícil comprovação e a especulação do assunto fugiria ao escopo deste trabalho. Desta forma a questão permanece em aberto.





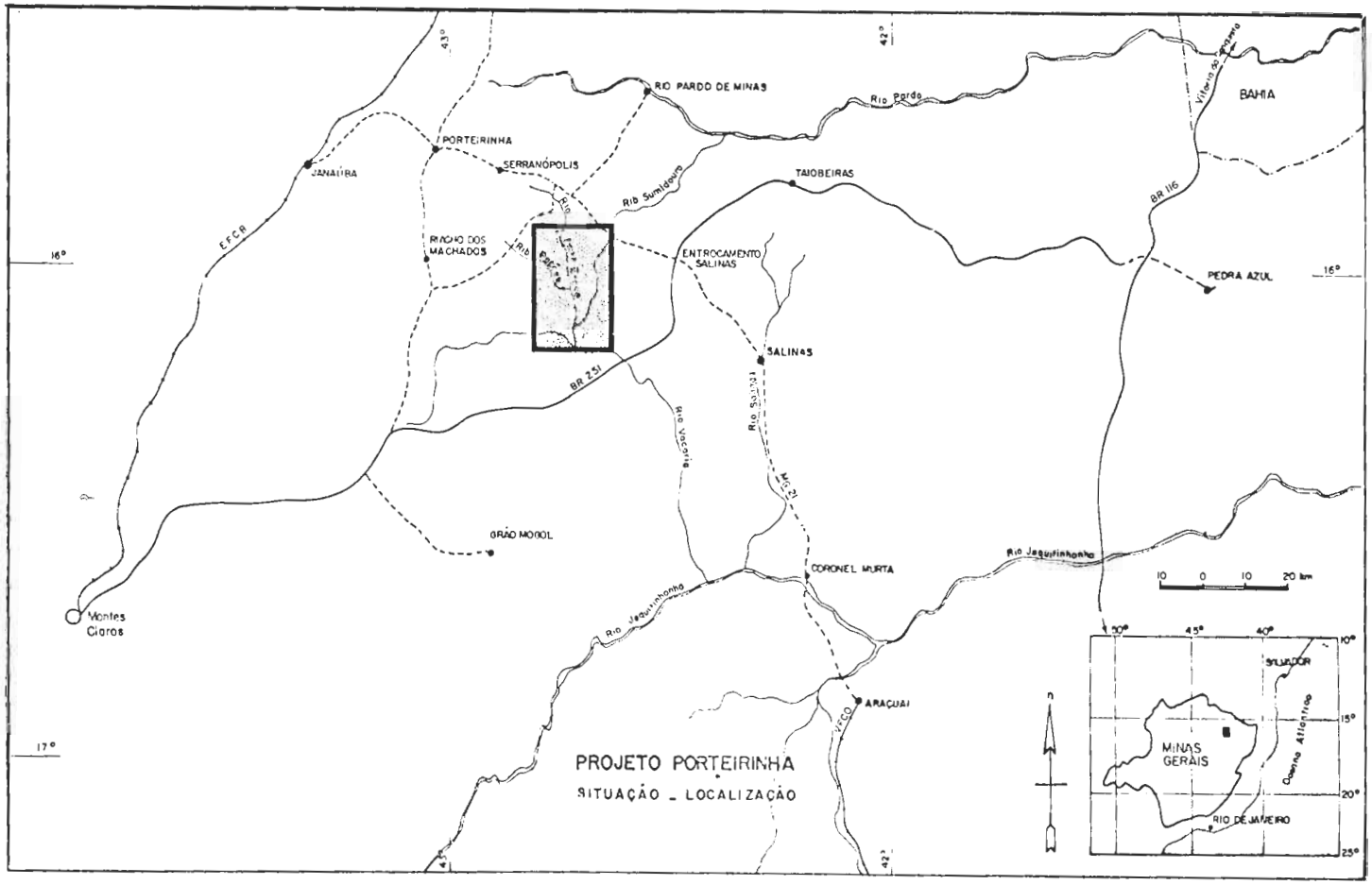
CONVENÇÕES

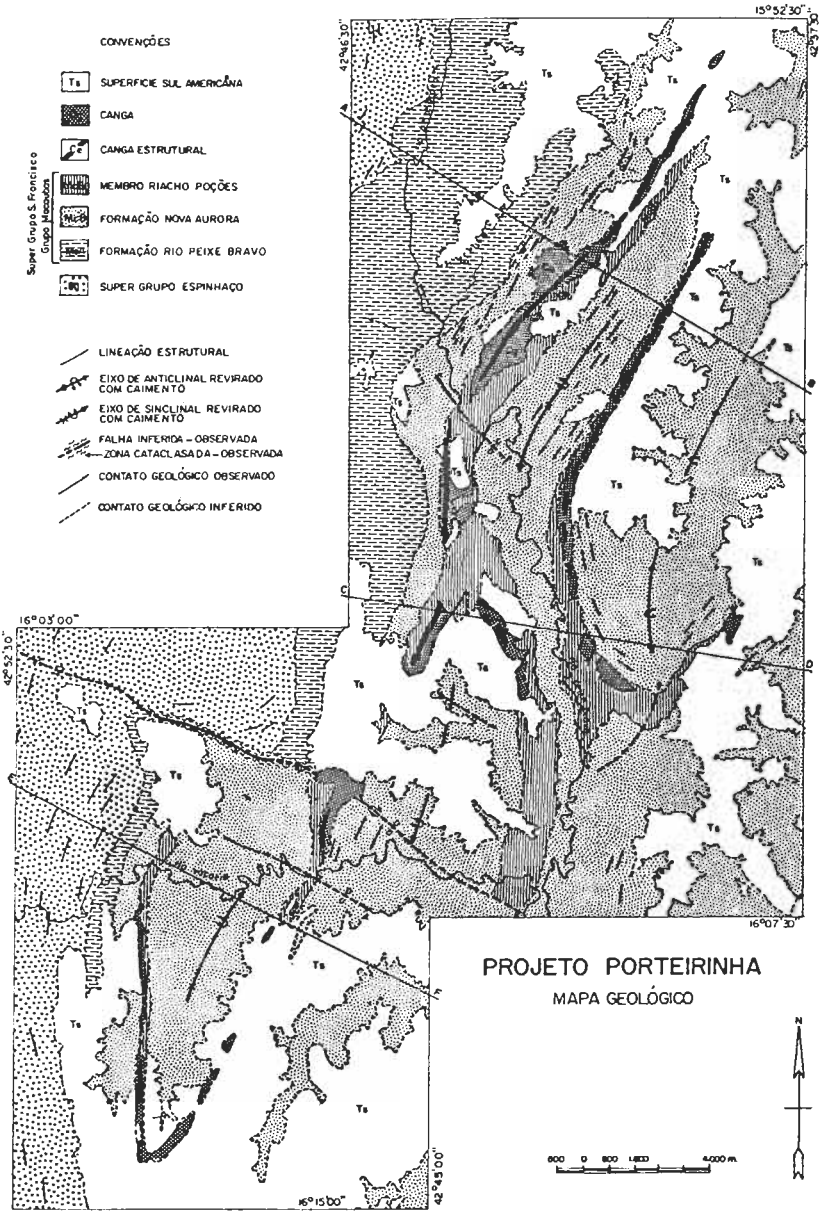
- Ts — SUPERFÍCIE SUL AMERICANA
- CANGA
- CE — CANGA ESTRUTURAL
- Super grupo S. Francisco, Grupo Macaúbas:
  - MEMBRO RIACHO POÇÕES
  - FORMAÇÃO NOVA AURORA
  - FORMAÇÃO RIO PEIXE BRAVO
- SUPER GRUPO ESPINHAÇO
- CONTATO GEOLÓGICO

PROJETO PORTEIRINHA

SEÇÕES GEOLÓGICAS

400 0 400 1000 2.200 m


RIO PARDO DE MINAS
Rio Pardo
BAHIA
PORTEIRINHA
SERRANÓPOLIS
JANAÚBA
TAIOBEIRAS
Rio Sumidouro
BR 116
EFCB
RIACHO DOS MACHADOS
ENTROCAMENTO SALINAS
PEDRA AZUL
SALINAS
BR 251
Rio Vacaria
Rio Salinas
MG 21
GRÃO MOGOL
CORONEL MURTA
Rio Jequitinhonha
Montes Claros
ARAÇUAÍ
VICO
PROJETO PORTEIRINHA
SITUAÇÃO - LOCALIZAÇÃO
SALVADOR
MINAS GERAIS
Oceano Atlântico
RIO DE JANEIRO
10 0 10 20 km


CONVENÇÕES
Ts SUPERFICIE SUL AMERICÂNA
CANGA
CANGA ESTRUTURAL
Super Grupo S. Francisco
Grupo Macaúbas
MEMBRO RIACHO POÇÕES
FORMAÇÃO NOVA AURORA
FORMAÇÃO RIO PEIXE BRAVO
SUPER GRUPO ESPINHAÇO
LINEAÇÃO ESTRUTURAL
EIXO DE ANTICLINAL REVIRADO COM CAIMENTO
EIXO DE SINCLINAL REVIRADO COM CAIMENTO
FALHA INFERIDA - OBSERVADA
ZONA CATACLASADA - OBSERVADA
CONTATO GEOLÓGICO OBSERVADO
CONTATO GEOLÓGICO INFERIDO
15°52'30"
42°46'30"
16°03'00"
42°52'30"
16°07'30"
16°15'00"
42°45'00"
PROJETO PORTEIRINHA
MAPA GEOLÓGICO
N
800 0 800 1600 4000 m

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.F.M. de - 1977 - O Cráton do São Francisco. Rev. Bras. Geoc. 7 (4): 349 - 364, São Paulo.

BRANNER, J. C. - 1919 - Outlines of the Geology of Brazil to Accompany the Geological Map of Brazil, Geol. Soc. Amer. Bull 30: 189 - 338, New York.

CAMPBELL, D. F., FONSECA, M. J., LEITE, L. C. & MANSANARES, V.E. 1967- Tentative Stratigraphic Correlation of Major Rocks Units Between the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, and South-Central Bahia. USGS, Technical Letter, Brazil Investigations BR-13 (rel. Int.), 19 pp.

COBRA, R. Q. - 1969 - Laminação de Fluxo e Cisalhamento na Serra do Espinhaço, Minas Gerais. SUDENE, Div. Geol., Ser. Esp. 11, 38 pp, Recife.

COSTA, M.T. - 1976 - Gênese da Jazida de Minério de Ferro de Porteirinha-MG. CVRD/CPM, P. Porteirinha, Rel. XII (real. int.), 14 pp, Belo Horizonte.

DERBY, O. A. - 1881 - Contribuição para o Estudo da Geologia do Vale do São Francisco. Arch. Mus. Nac. 4: 89 - 119, Rio de Janeiro.

DERBY, O. A. - 1906 - The Serra do Espinhaço, Brazil, J. Geol. 14:374-401, Chicago.

FREYBERG, B. V. - 1932 - Ergbnisse Geologischer Forschungen in Minas Gerais, Brasilien, N. Jb. Geol. Min. Paleont. - 2, Stuttgart.

HARDER, E. C. & CHAMBERLIN, R. T. - 1915 - The Geology of Central Minas Gerais, Brazil, J. Geol. 13: 341 - 378, 385 - 424, Chicago.

HETTICH, M. - 1973 - Zur Stratigraphie und Genese des Macaúbas Nörclich der Serra Negra, Espinhaço. Zone (Minas Gerais, Brasilien). Tese de Doutoramento, 42 pp., Freyburg.

HETTICH, M. - 1977 - A Glaciação Proterozóica no Centro - Norte de Minas Gerais - Rev. Bras. Geoc. 7 (2), São Paulo.

ISOTTA, C. A., ROCHA CAMPOS, A.A. e UOCHIDA, R. - 1969 - Striated Pavement of the Upper Precambrian Glaciation in Brasil. Nature 222 (5192): 466 - 468, London.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J. - 1975 - Fazielle Entwicklung der Mittleren Espinhaço - Zone mit Besonderer Berücksichtigrun der Tillit Problems (Minas Gerais/Brasilien). Tese de Doutoramento, 86 pp. Freyburg.

MORAES, L. J. - 1937 - Geologia Geral in: Geologia Econômica do Norte de Minas Gerais. DNPM, Serv. Fom. Prod. Min., Bol. 19: 7 - 111, Rio de Janeiro.

MORAES, L. J. & GUIMARÃES, D. - 1930 - Geologia da Região Diamantífera do Norte de Minas Gerais. An. Acad. Sci. Bras. II: 153 - 186, Rio de Janeiro.

MORAES REGO, L. F. de - 1930 - Glaciação Eopaleozóica no Centro do Brasil. Ann. Acad. Bras. Sci. 2: 153 - 186, Rio de Janeiro.

PFLUG, R. 1963 - Contribuição à Paleogeografia da Serra do Espinhaço (Quartzitos da Região de Diamantina, Minas Gerais). DNPM, Div. Geol. Min., Not. Prel. e Estud. 119, 16 pp, Rio de Janeiro.

PFLUG, R. - 1965 - A Geologia da Parte Meridional da Serra do Espinhaço e Zonas Adjacentes, Minas Gerais. DNPM, Div. Geol. Min., Bol. 226, 51 pp., Rio de Janeiro.

PFLUG, R. - 1968 - Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na Região de Diamantina, Minas Gerais. DNPM, Div. Geol. Min. Not. Prel. e Estud. 142, 20 pp., Rio de Janeiro.

PFLUG, R. & RENGER, F. - 1973 - Estratigrafia e Evolução Geológica da Margem SE do Craton Sanfranciscano. An. do XXVII Congr. Bras. Geol. 2: - 5 - 19, Aracaju.

PFLUG, R. e SCHOLL, W. U. - 1975 - Proterozoic Glaciations in Eastern Brazil; a Review. Geol. Rdsch. 64: 287 - 299, Stuttgart.

RENGER F. - 1970 - Fazies und Magmatismus der Minas-Série in der Südlichen Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien. Geol. Rundsch. 59: 1253 - 1292, Stuttgart.

RIMANN, E. - 1917 - A Kimberlita no Brasil. An. Esc. Minas 15: 27 - 32, Ouro Preto.

SCHMIDT, H. L. - 1972 - Fazieswechsel in der São Francisco - Série (Bambuí) bei Bocaiúva, Espinhaço - Zone, Minas Gerais/Brasilien Beih. Geol. Jb. 121: 59 - 94, Hannover.

SCHOBBENHAUS, C. - 1972 a - Geologia da Serra do Espinhaço entre Porteirinha e Monte Azul, Norte de Minas Gerais. SUDENE, Div. Geol. Rel. Inéd., 19 pp., Recife.

SCHOBBENHAUS, C. - 1972 b - Estudo Geoeconômico Preliminar do Depósito de Ferro do Rio Peixe Bravo, Norte de Minas Gerais. SUDENE, Div. Geol. Rel. Inéd., 36 pp., Recife.

WINKLER, H. G. F. - 1967 - Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 2a. ed., New York, Springer - Verlag, 337 pp.

VARIAÇÕES DE FÁCIES NA SÉRIE MINAS

Aluízio Licínio de M. Barbosa

U.F.M.G.

RETROSPECTO SOBRE OS MÉTODOS DE MAPEAMENTO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Em palestra anterior deste Simpósio o conferencista Frederico Renger mostrou claramente que, de Derby até os nossos dias, houve evolução dos conceitos estratigráficos aplicados ao Espinhaço e ao Quadrilátero Ferrífero. É necessário que se diga também que tal evolução se deve em grande parte à criação dos recursos indispensáveis a uma investigação geológica mais eficiente. Homens como Derby percorriam enormes distâncias, integrando na memória impressões desconexas de afloramentos esparsos, por não contarem com mapas topográficos sequer razoáveis para um registro satisfatório da geologia. A maneira de prestar uma justa homenagem a estes pioneiros é trabalhar as mesmas áreas com mais riqueza de pormenor através do mapeamento geológico, que eles mesmos teriam empreendido se dispusessem dos meios, e não a de retroagir em relação a tanto conhecimento acumulado depois de Derby.

Os primeiros geólogos a fazerem mapeamento no Quadrilátero Ferrífero foram Harder e Chamberlin, que tinham atrás de si o apoio financeiro da companhia organizada por Van Hise e Leith para a exploração das jazidas de minério de ferro de Itabira. Graças a eles o conceito de Série de Minas pode adquirir um mínimo de precisão. Ao contrário, as expressões genéricas como as que foram utilizadas na designação Série Minas de Derby ou Série Barbacena de O. Barbosa, sem a indicação de seções - tipo e sem definição de topo e base, faltam os requisitos essenciais para firmarem prioridade.

Os mapas levantados a prancheta por topógrafos do grupo de Harder e Chamberlin serviram de base a uma cartografia geológica onde a Série Minas começa a aparecer como um sequência ordenada de estratos, mas que não foi suficiente, por si só, para elucidar todos os problemas estratigráficos e estruturais da área. Entre outras coisas, aqueles geólogos deixaram de perceber a não equivalência entre os quartzitos que formam a massa principal da Serra do Caraça e o quartzito bem mais modesto que ocorre em um dos seus flancos, como também não perceberam a importância da discordância pré-Itacolomi. Novamente, foi o mapeamento mais detalhado, possibilitado com o emprego de maiores recursos materiais e humanos, que permitiu a redefinição das unidades estratigráficas.

O levantamento do Quadrilátero Ferrífero do Programa DNPM - USGS foi efetuado no campo, marcando-se os afloramentos sobre fotografias aéreas à escala média de 1:22.000, às vezes ampliadas até 1:10.000 nas áreas que necessitavam maior detalhe. O recobrimento longitudinal foi corretamente mantido em 60% e o transversao em 30%. O exame perfunctório de algumas fotografias utilizadas por este membro do projeto mostra que a densidade de pontos de observação assegura uma cobertura adequada para a escala utilizada. Para efetuar tal cobertura foram feitos percursos exaustivos a pé, acampamentos móveis foram estabelecidos em áreas de difícil acesso, escarpas íngremes foram escaladas a corda,

e camadas-chave foram seguidas passo a passo, procurando-se sob o mato, em trechos não aflorantes, entre os fragmentos de rochas inclusos no solo, os vestígios da sua continuidade. Quem quiser se dar ao trabalho de acompanhar as curvas caprichosas das formação ferríferas do Grupo Nova Lima na Quadrícula de Nova Lima, ou repetir a proeza de descer com cordas as escarpas da Serra do Caraça, poderá verificar estas informações. Inúmeras jazidas foram levantadas a prancheta, à escala de 1:5.000 ou maior. Os pontos marcados sobre as fotografias aéreas foram, projetados sobre os mapas plano-altimétricos por meio de um sketchmaster, e as distorções foram evitadas utilizando-se só o miolo de cada fotografia e reajustando continuamente a posição desta para obter a coincidência dos detalhes topográficos em torno dos pontos a serem projetados. Os afloramentos foram assinalados na fotografia com suas coordenadas e descritos nas cadernetas de campo em termos litológicos e estruturais, antes de se lhes atribuir uma posição estratigráfica em termos de continuidade e homotaxialidade. Esta última nem sempre foi encontrada de inopino, mas a aplicação racional de múltiplas hipóteses de trabalho mostrou que, em áreas assim deformadas, no momento em que a natureza litológica dos estratos e sua posição estratigráfica se casam de modo consistente para determinada área, as estruturas, antes indecifráveis, tornam-se significativas. Após o mapeamento de cada Quadrícula, os problemas críticos, especialmente os referentes aos limites entre áreas de mapeamento contíguas, foram examinadas no terreno por todo o grupo de geólogos do projeto. Das discussões sobre o terreno surgiram mudanças de interpretação, ao mesmo tempo que dados novos trazidos à luz pelo geólogo responsável em determinada área vieram enriquecer a experiência dos demais. Em decorrência das observações em grupo, a concordância dos mapas nos bordos de quadrícula é muito mais expressiva do que as discrepâncias eventuais, devidas à escassez local de afloramentos, e cuja manutenção é um atestado da liberdade de interpretação assegurada pela chefia do projeto e que cada geólogo fez questão de manter até o fim.

Não é apenas o orgulho de haver participado da tarefa gigantesca de mapeamento do Quadrilátero Ferrífero que conduz a sustentá-la perante esta audiência, mas também a necessidade de sua preservação contra ataques infundados.

Nesta tarefa foram levantadas 42 quadrículas de sete minutos e meio, em um esforço correspondente a cem homens-ano de trabalho. A composição cartográfica foi editada por pessoal especializado do U.S.G.S., onde a experiência em problemas de cartografia geológica não é excedida pela de nenhuma outra organização do mundo.

O geólogo Hugh Rovert, antigo companheiro de Harder e Chamberlin, que acrescentou a sua experiência no Quadrilátero Ferrífero com trabalhos feitos nas principais províncias ferríferas da América do Norte, na apresentação de um dos Professional Papers do projeto em questão redigida para a revista Economic Geology, exprimiu os conceitos lisonjeiros cujas palavras finais tomo a liberdade de citar.

Diz Robert: "Para quem passou a vida de trabalho, na sua maior parte, ocupado com a exploração de jazidas de ferro, foi do maior interesse acompanhar a configuração das jazidas... e participar, como disse certa vez Leonard da Vinci, desse nobre prazer, que é a alegria da compreensão. Que trabalho excelente é este Professional Paper para ser posto nas mãos do estudante que já demonstrou possuir os pré-requisitos essenciais do geólogo... e então deixá-lo seguir esta Odisséia Pré-cambriana".

Felizes os profissionais como Robert, capazes de experimentar a alegria da compreensão, que é um dos maiores prêmios da nossa profissão. Aqueles a quem faltam os pré-requisitos essenciais do geólogo só podem mergulhar na tristeza da incompreensão, neste sentido devendo ser interpretada a ininteligência por parte de alguns críticos das belas estruturas cartografadas na região de Ouro Preto.

Não incluo neste número, repito, as divergências, em número muito reduzido, surgidas de mapeamento de partes do Quadrilátero Ferrífero em escala maior do que a utilizada pelo grupo de trabalho U.S.G.S. - D.N.P.M. . Tais divergências, antes de serem aceitas ou recusadas, devem ser comparadas com os dados apresentados pelos componentes do referido grupo de trabalho.

Por outro lado, preocupa-me saber que muitos jovens geólogos que não tiveram o tempo ou a oportunidade de ler qualquer um dos Professional Papers do Quadrilátero Ferrífero, nem sequer outras publicações do mesmo grupo de trabalho, estão sob a influência de críticas e pseudo-revisões feitas com açodamento, que lançam dúvidas infundadas e até ridículas sobre diversos aspectos da geologia do Quadrilátero.

A esses jovens, peço que reflitam sobre a diferença incomensurável entre o volume de trabalho realizado para levantar a geologia do Quadrilátero Ferrífero, e a daquela crítica com características de alta rotatividade, através da qual se tenta desmoralizar esta obra. Propósito mais sério, e mais propício a demonstrar a capacidade de um geólogo, seria mapear alhures uma quadrícula com o mesmo grau de detalhe empregado no Quadrilátero Ferrífero. Se quem orienta na área governamental o mapeamento geológico regional de terrenos pré-cambrianos tivesse sempre uma experiência deste tipo, não estariamos assistindo agora uma tentativa de degradação dos métodos de trabalho, como as normas de que tive conhecimento na região Centro-Oeste, e que podem retirar dos mapas geológicos sua maior utilidade. Tais normas são no sentido de negar fundamento a qualquer arranjo lito-estratigráfico em áreas metamórficas, e explicam, de certo modo, os ataques a esmo de certos mentores de equipes jovens contra o melhor mapeamento já realizado no Pré cambriano Brasileiro, e que não mereciam contestações, não fosse o meu intuito, como único componente do grupo de trabalho U.S.G.S. - D.N.P.M. ainda em atividade na região, o de provocar nos jovens a busca da informação direta, contida nas publicações do grupo.

As idéias geológicas de certos críticos

Muitas das discussões de campo entre membros do grupo U.S.G.S. - D.N.P.M. foram demoradas e até irritantes, mas conflitos de opinião foram mantidos dentro do razoável. Em um mapeamento de detalhe, quando a evidência ainda não se acha completamente levantada, um trecho de 500 m sem afloramentos pode ocasionar tais conflitos. Entretanto nunca se deu curso à fantasia pondo em cheque o óbvio. As definições de rocha não foram matéria de discussão. Os quartzitos da Formação Moeda foram reconhecidos por todos como quartzitos, e as metagrauvacas da Formação Sabará como meta-metagrauvacas. Nenhum geólogo do projeto, ao visitar o Distrito de Ouro Preto, propôs chamar de rocha ígnea ácida o quartzito Moeda que, na rua das Lages como alhures, tem zircão rolado e apresenta conglomerado basal. Ao examinar a secção-tipo da Formação Sabará na Quadrícula deste nome, ninguém manifestou pruridos extravagantes de anatematizar aqueles xistos, que, junto aos contatos com migmatitos apresentavam venulações de material quartzo-feldspático, para dizer que se tratava de uma originalíssima injeção lit-par-lit de rocha ígnea básica em granito. Muito menos se ouviu qualquer sugestão, em tom de pilhéria que fosse, de que quartzito com abundante e diversificado resíduo pesado exposto perto de Belo Horizonte na BR-40, integrante do Grupo Nova Lima e intercalado entre xistos deste grupo, tivesse qualquer parentesco íntimo com quartzito Moeda que, a parte o zircão e os minerais provinientes do metamorfismo da fração argilosa, não tem outras impurezas.

Mencionei tais rochas e localidades porque elas são bem acessíveis aos geólogos em vilegiatura que trafegam nas estradas asfaltadas, e podem se entregar a devaneios à passagem por estas exposições.

Variações faciológicas no Quadrilátero Ferrífero

O acordo geral do Grupo de trabalho não foi obra do acaso ou qualquer imposição. É nosso propósito mostrar que, dentro do Quadrilátero Ferrífero, não existem variações faciológicas capazes de prejudicar a extensão a toda a área das definições litológicas de unidades estratigráficas obtidas nas secções-tipo, em que pesem alegações em contrário deste ou aquele autor. Existem, entretanto, diversificações dentro de cada formação, as quais, em suas manifestações extremas, não são suficientes para que elas percam sua identidade litológica. Tal fato já foi indicado nas publicações do grupo de trabalho que fez o levantamento detalhado do Quadrilátero Ferrífero e tem sido corrobora-

do por trabalhos mais minuciosos envolvendo partes limitadas da coluna geológica em áreas específicas.

Mesmo correndo risco da redundância, queremos esclarecer as implicações do que acaba de ser afirmado.

Em princípio, dois aspectos devem ser considerados em matéria de facies. Quando o mapeamento de uma série marinha se estende em direção perpendicular à antiga margem continental, uma camada de composição definida, mapeada continuamente, pode não ter rigorosamente a mesma idade em todos os pontos. A extensão lateral de determinadas litologias é função do tempo e dos fenômenos transgressivos e tectônicos operantes na bacia. Quando os efeitos específicos destes processos migram lateralmente, as sequências depositadas nos vários pontos são basicamente constituídas pelos mesmos tipos de sedimentos depositados na mesma ordem, registrando as mesmas variações no ambiente de deposição, continuamente defasadas de um lugar para outro.

Este é um aspecto da variação faciológica que torna necessário desvincular a lito-estratigrafia da crono-estratigrafia, mas que por si só não afeta as correlações lito-estratigráficas.

Por outro lado, o predomínio de fatores locais pode fazer com que pilhas de sedimentos depositadas simultaneamente em área da mesma bacia sejam diferentes. Neste caso, a coluna lito-estratigráfica estabelecida em lugar não pode ser estendida a toda a bacia, sem se levar em conta as possíveis correlações entre litologias diferentes. Ocorre, entretanto, que estas diferentes litologias contemporâneas nunca são separadas por planos verticais, porque os depocentros da bacia não são compartimentos estanques. De um lugar para outro existirão sempre gradações e interdigitações. Assim, variações faciológicas, antes de postuladas, devem ser provadas. Em áreas onde não há escassez de afloramentos como é o caso do Espinhaço e do Quadrilátero Ferrífero, não podem passar despercebidos os registros de uma transição lateral ou interdigitação de facies se eles existirem. A noção esporadicamente eventada, para o Quadrilátero Ferrífero, de compartimentos contíguos, sem nenhum deslocamento relativo, com espessuras de centenas de metros de metassedimentos contemporâneos mas totalmente diferentes de cada lado de um plano transversal imaginário foge à realidade física do fenômeno da sedimentação.

De modo análogo, admitir-se que uma linha geométrica, traçada dentro de uma bacia sedimentar para delimitar bruscamente duas áreas adjacentes, uma das quais lito-estratigráfica claramente individualizadas, enquanto na outra uma suposta Série Minas escamoteia todas estas unidades e as substitui por uma litologia diferente é aplicar o conceito de facies de maneira subjetiva.

ATUALIDADE DO TRABALHO CONJUNTO - DNPM-USGS

Desde a conclusão do mapeamento do Quadrilátero Ferrífero pelo grupo DNPM - USGS os trabalhos de detalhe na referida região têm se limitado quase exclusivamente a jazidas individuais, fornecendo excelentes secções locais ainda não integradas numa reinterpretação compreensiva da estratigrafia e da estrutura do Quadrilátero. Tanto quanto seja do meu conhecimento, os trabalhos em questão confirmam ou detalham os conceitos fundamentais estabelecidos pelo grupo DNPM - USGS. Não negamos a possibilidade de retificações e revisões meritórias, desde que realizadas através de mapeamento em escala igual ou maior do que a do levantamento que se deseja corrigir. Alegar o contrário é questionar a probidade profissional de todo um grupo de geólogos selecionados. Diante destes fatos, julgo oportuno declarar aos mais jovens que a incontinência revigora demonstrada por alguns geólogos, após rápido golpe de vista ao longo dos cortes de estradas asfaltadas demonstra falta de maturidade científica. Após o mapeamento efetuado pelo grupo DNPM - USGS houve dois Congressos Brasileiros de Geologia na área do Quadrilátero Ferrífero, com excursões guiadas através do Quadrilátero até a região de Ouro Preto, onde ocorrem algumas das estruturas mais interessantes e complexas. Nenhum dos atuais revisionistas tomou parte em tais excursões onde caminhando fora das estradas, poderiam ter visto, sob a orientação do guia as evidências das estruturas mais im-

portantes que figuram no mapa do Distrito de Ouro Preto. É embaraçoso constatar que geólogos que deveriam ter certa experiência com áreas metamórficas sentem-se perplexos ante a estratigrafia do Quadrilátero Ferrífero, que julgam ser baseada no empilhamento de litologias de validade local. É logico que unidade lito-estratigráficas são baseadas na litologia, mas não em tipos petrográficos específicos, e sim em complexos litológicos geneticamente unitários. No Quadrilátero Ferrífero, tais complexos não são empilhamentos locais. De Itaúna a Monlevade, e de Caetê a Ouro Preto, a respeito da complexidade estrutural e de variações na intensidade do metamorfismo, reconhece-se, dentro de cada estrutura, a continuidade das unidades litológicas por muitos quilômetros no sentido do strike, e a correlação entre as estruturas mostra as mesmas litologias ordenadas na mesma sequência. É o princípio da homotaxialidade, e não apenas a natureza petrográfica das amostras de mão que serve de base à classificação utilizada com uma finalidade única e exclusiva, de estabelecer uma lito-estratigrafia do Quadrilátero Ferrífero. Muitos tipos de rocha são recorrentes através da coluna estratigráfica; as rochas banais, como filito sericítico ou quartzito, sem uma caracterização mais completa, e mesmo outras menos comuns, como formação ferrífera, cujos afloramentos geralmente são meteorizados e dificultam esta caracterização, por si mesmas seriam insuficientes para definir um nível estratigráfico. Isto bastou para que alguns críticos taxassem de contraditória a estratigrafia adotada. Se fossem encarregados de mapear o Quadrilátero, estes censores não poderiam resolver problemas comezinhos de correlação estratigráfica.

Acontece que a distribuição de litologias não é inteiramente caótica. Na Série Minas, quartzito sericítico em camadas de muitos metros de espessura, não associado a quartzito ferruginoso, só ocorre na base, filito grafitoso em camadas extensas só aparece imediatamente acima desse quartzito ou imediatamente abaixo dos cloritaxistos e para conglomerados que formam a unidade da série, etc. Portanto não há nenhum problema em estabelecer uma classificação lito-estratigráfica, desde que a esta tarefa se dedique o tempo e a capacidade necessários.

Mapeamento estratigráfico no Quadrilátero Ferrífero

Apesar das muitas falhas existentes no Quadrilátero Ferrífero, a impressão dominante é de continuidade. É possível caminhar-se quilômetros a fio ao longo da direção das camadas, e encontrar, em toda a extensão do percurso, uma sequência invariável de estratos, pelo menos no que concerne aos caracteres litológicos fundamentais. Além do mais, as inversões não são suficientes para perturbar o estabelecimento do topo e da base da sequência, pelo menos a partir da base da Série Minas, onde há numerosas estruturas geopetálicas. Notemos de passagem que a idéia exótica de que a sequência de estratos da Serra do Curral nos arredores de Belo Horizonte está em ordem normal sucumbiria com outros apriorismos comodistas após algumas horas de observações sérias naquela serra.

A lógica de todo mapeamento é partir das áreas estruturalmente mais simples para se estender as mais complexas. Isto foi feito no Quadrilátero Ferrífero, onde a Serra do Curral fornece secções bastantes simples ao passo que a região oriental é muito mais complexa, mas nem por isso, deixa de mostrar absoluta concordância com a estratigrafia da Serra do Curral. No Distrito de Ouro Preto, por exemplo, apesar das numerosas falhas de empurrão, há uma secção, a leste de Mariana, exposta quase ininterruptamente, onde podem ser observadas todas as formações estabelecidas na Serra do Curral para a Série Minas, em sua ordem normal.

O que poderia ser questionado é a escolha de certas secções-tipo, mas esta reflete o desenvolvimento do trabalho de mapeamento através dos anos, a precedência cronológica nem sempre correspondendo à melhor exposição de determinada formação. Assim, por exemplo, não é em Sabará que se encontram as melhores exposições da formação deste nome, e sim na Quadrícula de Ouro Preto.

Estratigrafia da Série Minas

Passamos a descrever os traços essenciais da estratigrafia da Série Minas. Conforme se lê no Professional Paper 641-A de J.V.N. Dorr, esta série compreende os grupos Caraça, Itabira e Piracicaba. O primeiro é constituído pelas formações Moeda e Batatal, o segundo por Cauê e Gandarela. Quanto ao terceiro, apresenta as formações Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões, Barreiro e Sabará, aqui discutidas como subgrupo Cercadinho - Fecho do Funil, subgrupo Taboões - Barreiro e Formação Sabará.

FORMAÇÃO MOEDA

A Formação Moeda é a unidade basal da Série Minas. A opinião de Dorr de que se poderia ampliar esta série para nela incluir o Grupo Tamanduá não tem muita força a vista da discordância que separa a Formação Moeda deste Grupo, e é irrelevante no que respeita a discussão sobre variações faciológicas na Série Minas, pois nem Dorr nem qualquer outro geólogo do Grupo DNPM - USGS considerou a possibilidade de correlacionar o Grupo Tamanduá com outra ou outras formações mapeadas no Quadrilátero Ferrífero. Ao contrário, Dorr acentua a diferença dos ambientes de sedimentação do Grupo Tamanduá em relação às camadas que se lhe sobrepõem, e reconhece a existência de um hiato entre elas.

A Formação Moeda é constituída predominantemente por quartzito sericítico de cor clara, em camadas de granulação grosseira alternadas com outras de granulação mais finas na maioria das secções. Em toda a extensão do Quadrilátero Ferrífero ela apresenta lentes basais de conglomerados. Localmente há conglomerados em outros níveis, e em algumas áreas há camadas mapeáveis de filito intercaladas no quartzito.

Esta Formação tem provavelmente uns 100 m de espessura na parte ocidental da Serra do Curral, aumentando para algumas centenas de metros na região onde ela se aproxima da Serra da Moeda. Nesta Serra ela pode alcançar uns 1 000 m de espessura, mas no flanco E do sinclinal de Moeda cai para 200 m. No sinclinal de Gandarela a espessura varia desde uns 15 m até 300 m, o valor máximo sendo encontrado na extremidade sul do sinclinal. Na Serra de Ouro Preto a espessura estratigráfica é de uns 50 m, embora localmente se estreite, por efeito tectônico, até um mínimo de 10 m.

Para NE, nos Distritos de Itabira e Monlevade, a Formação Moeda é muito delgada e chega a desaparecer.

FORMAÇÃO BATATAL

A Formação Batatal é constituída predominantemente por filito sericítico cinzento, moderada e fortemente grafitoso, quase sempre destituído de quartzo, exceto nas camadas de transição de topo e da base, mas eventualmente contendo pequenas lentes de quartzito. Em alguns locais apresenta microbandeamento, em bandas cinzento-claras e cinzento-escuras, estas últimas sendo nitidamente grafitosas.

Nas áreas de metamorfismo mais intenso ele se transforma em micaxisto granatífero, que se diferencia dos micaxistos em posições estratigráficas diferentes pela presença de grafita nos planos de xistosidade.

A espessura provável do Batatal na Serra do Curral é de 30 a 200m e a zona de transição para o Grupo Itabira, constituída por filito hematítico, alcança vários metros de espessura. Na Serra da Moeda ele pode ultrapassar os 200 m. Na Quadrícula de Monlevade ele fica entre 20 e 50 m, ao passo que na região de Ouro Preto é consistentemente fino, geralmente não ultrapassando 5 m.

Apesar das variações de espessura, esta litologia é absolutamente contínua, não só sendo mapeada separadamente em certas áreas, como no Distrito de Ouro Preto, por falta de afloramentos de largura cartografável. Neste Distrito, o Batatal é atravessado por inúmeras galerias abertas para ouro, que provêm a sua continuidade.

GRUPO ITABIRA

Este Grupo compreende a Formação Cauê e a Formação Gandarela. A primeira, que é inferior, é constituída predominantemente por itabirito "sensu stricto", também chamado itabirito silicoso, que é rocha bandeada constituída por quartzo, hematita e magnetita. Também ocorrem nesta formação itabirito anfibólico e itabirito dolomítico.

Na base do itabirito podem ocorrer alguns decímetros ou até alguns metros de filito hematítico; esta litologia de transição foi incluída na Formação Batatal. As litologias predominantes da Formação Gandarela são dolomito, calcáreo dolomítico e dolomito itabirítico ou itabirito dolomítico, mas também ocorrem intercalações de filito, xisto e quartzito, e localmente um xisto amarelo brilhante é a pedra predominante. Em certas secções, imediatamente acima do Batatal em uma sequência espessa de itabirito silicoso sem intercalações de outro tipo, e a delimitação entre as Formação Cauê e Gandarela corresponde ao nível onde aparece, pela primeira vez, na ordem ascendente, o dolomito ou itabirito dolomítico. Entretanto, onde estas litologias ocorrem intercaladas no itabirito propriamente dito, a delimitação das formações é baseada nas proporções destas litologias, que reconhecimento é um critério arbitrário. Em muitos trechos dos mapas de Quadrilátero o Grupo é mantido indiviso.

Levando em conta este fato e a plasticidade demonstrada pela deformação do itabirito, a variação da largura de afloramento da formação Cauê registrada nos mapas não pode ser levado a conta só de variações de espessura decorrentes do processo de sedimentação. De qualquer modo, as variações de espessura mostram correlações positivas com as da Formação Moeda.

A espessura original da Formação Cauê foi estimada com 200 a 400 m por Dorr. Na região de Belo Horizonte a Formação Gandarela tem contato bem definido com a Formação Cauê e sua espessura é de cerca de 400 m. Na Serra da Moeda ela é de 500 m, e aumenta para E, no Quadrilátero Ferrífero, atinge 750 a 900 m em certas áreas.

O dolomito é mais ou menos micáceo e ferruginoso, e onde o grau de metamorfismo é mais acentuado, pode ser representado por um anfibolito, como ocorre na Quadrícula de Monlevade.

Subgrupo Cercadinho - Fecho do Funil (Tipos grandes)

Uma coluna estratigráfica levantada por Pomerene ilustra bem a constituição fundamental destas formações.

Na área tipo a Formação Cercadinho tem 317 m de espessura mas esta se reduz a 80 m a 3 km de distância. As litologias características desta formação, que se apresentam multiplamente intercaladas são quartzito ferruginoso e filito prateado, e um conglomerado altamente ferruginoso com rolados que vão de micro a megaseixos, ocorre na área tipo e em vários outros lugares. Tanto o quartzito ferruginoso de cor cinzenta quanto o quartzito branco que a ele se associa em menos proporção mostram visualmente o contorno de grãos rolados, em torno dos quais houve deposição de quartzo em continuidade ótica com eles.

A hematita especular tende a produzir um bandeamento decimétrico a centimétrico devido à variação na sua concentração. Quando ela é abundante, a rocha pode ser confundida com itabirito por um geólogo pouco experimentado. Um bandeamento em escala maior é proporcionado pela alternância de filito prateado em camadas centimétricas interpostas entre bancos de alguns decímetros de espessura, lembrando os ritmos do "flysch". A estratificação cruzada é muito frequente na Formação Cercadinho, e em certos lugares nota-se a truncatura de lâminas de granulação mais fina por outras com granulometria maior, indicando deposição em meio turbulento. A seleção granulométrica por correntes produziu localmente concentrações de grãos de areia de cerca de 2 mm de diâmetro com a forma de grãos de arroz, cuja forma provavelmente é resultado de deformação. O filito prateado é uma litologia tão distintiva quanto o quartzito ferruginoso para a caracterização do Cercadinho, mas ele ocorre também na Formação Fecho do Funil, onde pode constituir a litologia dominante.

ra dolomito é efetuada a 100 m ou mais da base do Grupo Itabira, mas localmente as intercalações dolomíticas já ocorrem desde a base do Grupo, sendo tão numerosas as interdigitações e tão comum o itabirito dolomítico que as duas unidades devem ser consideradas como isócronas para a maior parte da espessura do grupo embora a sedimentação ferrífera tenha cessado mais cedo do que a de carbonatos, e a fase final desta tenha sido acompanhada de um maior afluxo de material argiloso à bacia de sedimentação. Este afluxo pode ser o reflexo de uma reativação incipiente da erosão no cráton, pois é seguido por uma disconformidade, que na área pericratônica marca a erosão do topo do Grupo Itabira que precedeu a sedimentação Cercadinho.

O Subgrupo Cercadinho - Fecho do Funil foi depositado em uma plataforma instável, com variações bruscas na profundidade e na turbulência das águas. O contato discordante mostra que a parte da bacia correspondente à Serra do Curral esteve emersa durante algum tempo,mas o restante da bacia continua submerso. O equilíbrio delicado entre a taxa de subsidência e a de assoreamento é o responsável pela notável estratificação em bancos quartzíticos e interbancos filíticos do Cercadinho, e a erosão das camadas emersas de itabiritos é a fonte mais provável do seu alto teor de ferro. A litologia Cercadinho ocorre sempre no topo do Grupo Itabira, mas a litologia Fecho do Funil, por motivos diversos, falta em muitas secções. As camadas do topo da Formação Cercadinho fazem transição gradual para o Fecho do Funil, e esta parece representar, em parte, uma facies local, desenvolvida em águas continuamente menos turbulentas e mais propícias à deposição de carbonatos. No conjunto, o subgrupo, tem limites bem definidos e marca uma fase bem caracterizada na evolução da bacia.

O Subgrupo Taboões-Barreiro marca um episódio de subnutrição da bacia, em consequência de nova redução do relevo do Cráton Franciscano. Na área pericratônica a deposição arenosa precede a argilosa, mas tal separação é cada vez menos nítida à medida que nos afastamos para leste, onde são as diferenças locais de profundidade que controlam a distribuição destas litologias.

No Distrito de Ouro Preto vê-se claramente que se trata de litologias contemporâneas, com predomínio local de uma ou de outra. Por este motivo, só uma unidade foi mapeada, sendo designada Barreiro nos mapas, por ser esta a litologia predominante.

O início da Sedimentação Sabará marca a fase de inversão tectônica da bacia. As variações litológicas indicam que os sedimentos provêm de um soerguimento a leste, e não mais do Cráton Franciscano. A base da Formação Sabará pode ser aparentemente concordante com a Formação Barreiro, mas localmente ela trunca o Barreiro e o Fecho do Funil, para assentar diretamente sobre a Formação Cercadinho. Esse fato e a existência de conglomerado basal com mega-seixos de quartzitos ferruginoso e de dolomito indicam que houve emersão parcial da bacia antes do início da subsidência que formou os 3 000 m ou mais da Formação Sabará. Na área pericratônica o Sabará é constituído por xistos cloritomicáceos com lentes subordinadas de grauvaca ou subgrauvaca e raras camadas finas de quartzito, localmente rico em ferro. Na base há um filito conglomerático. Mais para dentro da bacia começam a aparecer os paraconglomerados a boulders, como no planalto da Moeda, e na região de Ouro Preto abundam com todos os níveis do Sabará, as camadas de xistos com feldspato clástico, uma grande proporção deste mostrando intercrescimento gráfico com quartzo, e mostrando assim sua origem granítica ou pegmatítica. Nesta mesma região são notáveis os clastos rolados de granito com até 40 cm de diâmetro, dispersos em matriz argilosa, o que caracteriza o sedimento original como um pebbly mudslone. É também notável a proporção de cobbles e boulders de quartzito, em contraste com a virtual ausência de quartzo de veio. Todos os fragmentos maiores de quartzo, que examinamos são intercrescidos com feldspato, tratando-se de detritos pegmatíticos. Só isto basta para caracterizar um contraste não só litológico mas ambiental entre esta Formação e a Formação Itacolomi sobrejacente.

Não pretendemos nos estender na descrição e análise da Série Itacolomi, mas diremos apenas que episódio de soergimento realizado a leste no tempo Sabará confirmou na própria área do Quadrilátero Ferrífero pela deformação e metamorfismo antes da sedimentação Itacolomi. Fragmentos de itabirito dobrados e com planos de xistosidade inclina-

das em relação à xistosidade da matriz são encontradas no Itacolomi. Bem assim o quartzo de veio, que constitui os clastos predominantes da Formação Itacolomi deve ser originário das abundantes vênulas quartzosas que recortam a Formação Sabará em todas as direções. Na sequência da deposição, se o caráter sintectônico do Sabará permite designá-lo como flischoide, os sedimentos continentais intermontanos do Itacolomi correspondem a uma fase molassóide. Entretanto, o episódio tectônico mais intenso do Quadrilátero Ferrífero foi seguramente pós-Itacolomi.

CONCLUSÃO

Terminando, volto a afirmar: para quem conhece bem o Quadrilátero Ferrífero não existe margem de dúvida quanto aos traços essenciais da estratigrafia levantada pelo grupo de trabalho DNPM - USGS nem quanto ao estilo estrutural do Quadrilátero. Algumas incorreções locais na posição estratigráfica das rochas virão a ser detetadas mas só através de mapeamento em escala maior que o já efetuado. A identidade essencial das diversas unidades da coluna geológica, e não as variações faciológicas, é que predominam através de todo o Quadrilátero Ferrífero, e dificilmente da Série Minas, fora do Quadrilátero, poderia apresentar outras fácies a não ser através de uma transição gradual.

CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DA REGIÃO DE GUANHÃES

N.R.A. Borges
J.F.M. Viveiros
J.M.P. Moreira
I.G. Guimarães

C.V.R.D. - M.G

ABSTRACT

Guanhães lies on the eastern margin of the Serra do Espinhaço, 100 minortheast of Belo Horizonte, Minas Gerais - Brazil. Research work to evaluate local iron-ore occurrences from 1972 to 1977 showed a metasedimentary sequence with banded iron-formations, quartzites, pyroxene-granulites, marble, amphibolites and apparently minor metamagmatic rocks in a structurally complex setting of gnaissic migmatites. Regional metamorphic grades reach high amphibolite to granulite facies. There is some evidence of local anatexis.

A stratigraphic sequence associated to the BIF was defined. Magmatic rocks are described. Tectonic contacts with metamorphic domains on the Atlantic coast and with westward less metamorphosed Espinhaço are suggested.

General features of both the BIF occurring in Guanhães and its regional setting were considered to infer that they are not probably correlated to the massive "Lake Superior" type itabirites in Minas Gerais. Reference was made to geochronological evidence pointing to ages older than 2.000 m.y.

1. INTRODUÇÃO

Em 1968 a Companhia Vale do Rio Doce contratou levantamento aeromagnetométrico de uma faixa de direção norte-sul com cerca de 30 km de largura que se estenderia de Nova Era até Itamarandiba. O levantamento, cujo objetivo era integrar informações diversas sobre ocorrência de formações ferríferas na região, mostrou uma concentração maior de anomalias em uma área de cerca de 30 km x 30 km, enquadrando as cidades de Guanhães (fig. 1), Senhora do Porto e Sabinópolis, na margem oriental da Serra do Espinhaço, Minas Gerais.

A verificação de campo das principais anomalias magnéticas na área em questão levou ao requerimento e pesquisa para minério de ferro de cerca de 20 áreas no período de 1972 a 1977. Participaram dos trabalhos, além dos autores, os geólogos J.C. Rodrigues, L.J.H. D'El Rey, L. C. Real, J.A. Ferreira, E.L. Sá, F. Holder Neto e A.M. Gutierrez Laguna, sob supervisão dos geólogos E. Geisel Sobrinho e T.M. Barsotti. O apoio de petrografia foi dado pela equipe técnica do laboratório de pesquisas da CVRD com consultoria de M. Teixeira da Costa.

A pesquisa constou da execução de cerca de 800 km^2 de mapeamento regional sobre base topográfica de 1.600 km^2, restituída de fotos 1:60.000 para escala 1:20.000. Os trabalhos de detalhe consistiram de 19 km^2 de mapeamento em escala 1:2.000 ao lado de execução de 28.000 m de sondagem complementados por 890 m de galerias, além de trincheiras e poços de pesquisa. Foram feitas 58 análises petrográficas, ao lado dos

demais testes tecnológicos. Os trabalhos comprovaram uma reserva de 460 milhões de toneladas de itabirito, gerador principalmente de sinter-feed, 58% reserva medida. Paralelamente à pesquisa para ferro foi feita uma campanha de amostragem geoquímica cobrindo os 1.600 km^2 da base topográfica restituída, tendo sido coletadas e analisadas 934 amostras de sedimentos de corrente e 376 amostras de concentrados de bateia.

A presente contribuição é uma síntese dos resultados da pesquisa que são pertinentes ao conhecimento da geologia da região.

2. GEOLOGIA

A geologia da região de Guanhães é pouco conhecida. No século XIX foram feitas algumas observações sobre mineralização aurífera associada a formações ferríferas em Candonga. Em 1949, Barbosa, A.L. Miranda, reconheceu uma alternância de gnaisses graníticos e anfibolitos na região da foz do rio Guanhães. Foi proposta uma origem clástica para os gnaisses sendo os anfibolitos considerados equivalentes metamorfizados de extrusões básicas sin-sedimentares. Pflug, em 1965, apresentou correlação dos filitos e quartzitos hematíticos, itabiritos finos e conglomerados da região de Diamantina aos itabiritos possantes de Morro do Pilar. Considerando a disposição de zonas de fácies assim como a evolução orogênica e metamórfica da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes semelhante a modelos da correlação apresentada aos itabiritos do Quadrilátero Ferrífero, Itabira e Guanhães. Sugeriu a existência de três zonas de fácies sedimentares na Série Minas, que representariam evolução de sedimentos de plataforma para eugeossinclinal. Guanhães corresponderia a uma fácies de sedimentos eugeossinclinais da Série Minas, atualmente representados por gnaisses e xistos.

Os trabalhos realizados pela CVRD evidenciaram uma região constituída predominantemente por migmatitos gnáissicos. Subordinadamente ocorrem formações ferríferas representadas tanto por itabiritos quanto por magnetita-quartzo-piroxênio granulitos, quartzitos, piroxênio granulitos, mármores, xistos, anfibolitos e meta-magmatitos. As formações ferríferas foram utilizadas como horizontes-guia no reconhecimento, permitindo correlacionar ocorrências diversas e delinear uma estrutura regional complexa com dobras plásticas de amplitudes e direções axiais variáveis (fig. 2). As rochas regionais foram submetidas a metamorfismo de alto grau havendo localmente indicações de anatexia e de metamorfismo de fácies sanidinito. Verificaram-se direções preferenciais de falhamentos com atividade ígnea associada.

3. ESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA

A definição de uma estratigrafia regional teve limitações em trabalhos de superfície devido à espessura do manto de intemperismo e à pequena quantidade de afloramentos que se restringem preferencialmente a rochas mais resistentes. Os trabalhos de reconhecimento regional identificaram um predomínio absoluto de migmatitos gnáissicos os quais não foi possível diferençar. Sua amostragem e petrografia revela gnaisses sem contrastes mapeáveis, conforme se pode verificar na tabela 1.

As microclinas se apresentam frequentemente micropertíticas a pertíticas com bordos mirmequíticos em contato com os plagioclásios, da faixa oligoclásio-andesina, também frequentemente antipertíticos. Ambos os feldspatos podem apresentar inclusões recíprocas. O quartzo se apresenta intersticial e como inclusão nos feldspatos. Os minerais são predominantemente xenomórficos com exceções ocasionais da biotita e dos anfibólios hipidiomórficos. Ocorrem como acessórios apatita, zirconita, fluorita e allanita. A gênese dos gnaisses não ficou claramente diagnosticada. Por indicações de campo sugeriu-se origem sedimentar.

A pesquisa de detalhe das ocorrências de minério de ferro evidenciou uma associação variada de meta-sedimentos a formações ferríferas que apresentam bastante continuidade regional. Como formações ferríferas foram consideradas unidades estratigráficas de rochas bandeadas nas quais leitos de minerais de ferro se alternam com leitos de quartzo ou carbonatos, sendo que a estrutura bandeada se apresenta concordante com planos de acamamento de rochas sedimentares ou meta-sedi

mentares adjacentes (Gross, 1970). Apesar de que uma história tectônica e metamórfica complexa tenha contribuído para obliterar parte das feições sedimentares primárias, foi possível, com base na sondagem realizada, definir duas sequências regulares e propor um modelo estratigráfico regional que infere a existência de um pacote de cerca de 200 m de meta-sedimentos encaixados nos migmatitos gnaíssicos indiferenciados. A sequência denominada Rio Guanhães foi detalhada em maior grau, concentrando cerca de 90% da sondagem realizada na pesquisa. A sequência Rio Corrente teve menor detalhamento mas é bastante análoga à outra, da qual foi considerada uma provável variante.

3.1. Sequência Rio Guanhães

A sequência Rio Guanhães é definida por uma associação típica de meta-sedimentos a uma unidade principal de itabiritos, interpretados como equivalentes metamórficos de formações ferríferas de fácies óxido, que constituem as principais jazidas de minério de ferro da região. Foi assim denominada considerando que a maior parte das ocorrências de fácies óxido pesquisadas encontra-se na bacia do rio Guanhães. Apresenta-se assim constituída:

	Migmatitos indiferenciados	
	Gnaisse leucocrático	
Unidade Superior	Xistos	
	Piroxênio Granulito Superior	
Unidade Inferior	Quartzito	200 m
	Itabirito	
	Quartzito Ferruginoso	
	Piroxênio Granulito Inferior	
	Gnaisse leucocrático	
	Migmatitos indiferenciados	

A espessura de 200 m é estimativa, verificando-se uma variação muito grande, observada principalmente nos itabiritos que oscilam de espessuras da ordem de 5 m até 150 m. Delimita-se tanto no topo como na base por gnaisse leucocrático de espessura não determinada que passa a migmatitos gnaíssicos indiferenciados.

As duas unidades foram individualizadas por características próprias, sendo as seguintes as relações de contato entre ambas e com os gnaisses leucocráticos:

	Gnaisse Leuc. Sup.	Unidade Sup.	Unidade Inf.
Unidade Superior	3	-	-
Unidade Inferior	não verificado	2	-
Gnaisse leuc.inf.	não verificado	não verificado	1

1) Contato bastante conhecido, gradacional, sem descontinuidade;

2) Contato bastante conhecido com características complexas: verificou-se que os xistos da unidade superior podem estar em contato direto com qualquer um dos tipos de rocha da unidade inferior e que o itabirito sofre variações laterais muito bruscas se interdigitando a curtas distâncias com os mesmos;

3) Contato pouco conhecido; ocorre algumas vezes com passagens finas de formação ferrífera, tanto itabiritos como magnetita piroxênio granulitos.

Considerando que efeitos posteriores à sedimentação não teriam sido suficientes para produzir a variedade de situações encontradas no contato entre as duas unidades, assumiu-se que a Unidade Superior não foi necessariamente subsequente à Inferior. Representaria uma sedimentação simultânea a subsequente, espacialmente descontínua, de caráter clástico, distribuída por um agente de transporte que teria atuado sobre os sedimentos da unidade inferior de forma parcialmente erosiva dando origem a diversos tipos de relação de contato.

3.1.1. Gnaisse Leucocrático

É a litologia encaixante da sequência Rio Guanhães. Contatos mais ou menos bruscos a gradacionais. Muito resistente ao intemperismo formando frequentemente escarpas. Interdigitações com o piroxênio granulito inferior. A biotita é bem pouco representada, ocorrendo em leitos finos, milimétricos, concordantes com o piroxênio-granulito inferior, ocasionalmente interdigitado. A textura é fina a média e o quartzo bem mais representado que no gnaisse da unidade superior. A biotita pode aumentar em proporção até constituir leptinito. Eventualmente ocorrem feldspatos róseos associados.

Nas amostras estudadas (tabela 2) os minerais são xenoblásticos, exceto as micas que são hipidioblásticas e o plagioclásio, que pode ter tendência hipidioblástica. A textura é granoblástica, sendo que as rochas podem apresentar textura grano-lepidoblástica dependendo da maior ou menor orientação e quantidade das micas. A microclina micropertítica é pouco pertítica e pode incluir produtos de saussuritização do plagioclásio; em algumas amostras isto é raro e em outras é comum. O plagioclásio é pouco antipertítico, está pouco a moderadamente saussuritizado e exibe auréolas de reação e mirmequita quando em contato com a microclina. O quartzo, com tensão interna forte e caráter biaxial, mostra evidências de mais de uma geração. A cloritização da biotita varia de incipiente a moderada. A biotita tem inclusões de zirconita com halos pleocróicos. A muscovita é orientada e se associa à biotita. Os opacos também se associam às micas quando são produtos de alteração metamórfica das últimas. A sillimanita ocorre em agregados aciculares, semi-orientados, dando xistosidade macroscópica à rocha, e em cristais dispersos, possuindo às vezes biotita associada.

3.1.2. Unidade Inferior

Piroxênio Granulito

Frequentemente associado à base da formação ferrífera, relaciona-se gradacionalmente ao quartzito-ferruginoso e ao gnaisse leucocrático. Pode aparecer em leitos intercalados, tanto na base do itabirito, quanto no topo do gnaisse leucocrático. É muito semelhante em características macroscópicas e microscópicas ao piroxênio granulito superior. Pode apresentar-se bandeado, com alternância de leitos carbonáticos e leitos de minerais verdes, com espessura de ordem sub-decimétrica, ou, mesmo, apresentar a mesma mineralogia homogeneamente disseminada. Aproximando-se da formação ferrífera pode ocorrer em leitos finos, milimétricos, de magnetita. Produz eventualmente solos característicos, de cor vermelho-forte, muito pulverulentos, pouco plásticos, com formação localizada de concreções de canga sub-decimétricas.

A análise petrográfica de uma amostra típica, VL-16, mostra a seguinte composição mineralógica:

Diopsídio	92-86%
Hornblenda/Tremolita	5- 8%
Plagioclásio	3- 6%
Quartzo, Apatita, Titanita, Saussurita	traços

Os opacos têm a magnetita como o principal constituinte, seguindo de hematita, pirrotita, ilmenita, pirita, marcassita, goethita e calcopirita. Nesses minerais metálicos pode-se notar a transformação de magnetita em hematita, representada pela martitização da magnetita

segundo seus bordos e fraturas. Há também substituição/alteração de pirrotita pela pirita e marcassita, ocasionando textura olhos-de-pássaro; os sulfetos normalmente estão associados e a pirita pode, também, ocorrer isolada, às vezes preenchendo fraturas dos minerais e da rocha. A ilmenita está comumente associada à magnetita. A goethita é alteração desses minerais, mas, principalmente, da magnetita e marcassita.

A amostra possui granulometria média e seus minerais são xenoblásticos, às vezes hipidioblásticos, formando uma textura granoblástica: nem sempre há orientação dos minerais, mas pode-se encontrar uma tendência à orientação da magnetita e às vezes do piroxênio. O diopsídio pode ser incolor até esverdeado e, neste caso, os cristais exibem ligeiro pleocroismo. O anfibólio varia em composição desde hornblenda verde escura, até tremolita pálida. Na maioria dos casos nota-se que o anfibólio é produto metamórfico do piroxênio. A variação de composição de plagioclásio ocorre entre An_{25} e An_{35} (oligoclásio cálcico e andesina sub-cálcica); normalmente se apresentam saussuritizados, parcial a quase totalmente. O quartzo é de origem secundária, e juntamente com outros acessórios, está disperso e, às vezes, intersticial.

A amostra VL-11/161-164 é uma transição entre mármore e granulito. Refere-se a um leito rico em carbonatos de piroxênio granulito inferior e tem a seguinte composição:

Calcita	56,0%
Diopsídio	6,0%
Hortonolita	21,0%
Biotita	5,0%
Opacos	1,0%
Espinela	traços

A mica é sempre orientada hipidioblástica, às vezes levemente cloritizada. Os máficos se apresentam em faixas visíveis apenas macroscopicamente.

Quartzito Ferruginoso

Definido eventualmente na base do itabirito por empobrecimento progressivo em hematita. Observa-se desorganização da estrutura típica do itabirito com desenvolvimento de porfiroblastos de magnetita tanto intersticiais ao quartzo como euédricos, associados a minerais verdes. Aumento eventual de carbonatos e minerais verdes calco-silicatados em transição para o piroxênio granulito inferior.

Itabirito

Apresenta-se essencialmente com alternância de leitos milimétricos de quartzo e hematita, com granulometria variando de 0,1 mm a 1 mm, consideravelmente mais grosseiro do que os itabiritos tradicionalmente descritos e conhecidos no Quadrilátero. Estrutura geralmente uniforme com passagem localizada de micro-falhas e micro-dobras.O teor de quartzo e de hematita é variável. Ocorrem passagens não muito representativas de hematita granular.

O itabirito relaciona-se por um contato brusco com o quartzito que se encontra superposto, com bastante frequência, se bem que foram verificadas passagens diretas aos xistos da Unidade Superior. Para a base seu contato é eventualmente gradacional por empobrecimento progressivo e modificações na textura.

Petrograficamente foi descrita uma amostra de itabirito duro com teores pobres, que melhor se prestam à laminação. É característico o quartzo xenoblástico com extinção ondulante moderada a muito forte, com contatos indentados e, às vezes, em mosaico, quando aglomerado. Os cristais mostram-se sempre, conspícua ou inconspicuamente, estirados segundo uma orientação geral. A hematita hipidioblástica também se mostra estirada segundo esta direção. Embora os minerais principais formem semi-leitos alternados entre si, nem sempre há perfeita segregação entre eles. O quartzo, quase sempre, contém inclusões de pequenos cristais de hematita idioblástica e a hematita pode entremear os cristais de quartzo. A limonita está presente em maior ou menor percentagem, de

pendendo do grau de alteração da rocha, e ocorre envolvendo os minerais constituintes principais e interligando-os.

Quartzito

Puro, grosseiro, sacaróide, muito recristalizado, duro, podendo se apresentar fragmentado em blocos angulosos muito puros. Friável em passagens mais impuras quando ocorre com granulometria média; contaminação de caulim e mineral fibroso, eventualmente disperso. Pequenas inclusões de hematita nos cristais de quartzo. Contato bastante brusco com as litologias encaixantes. O contato com o itabirito ocorre muito frequentemente com passagem, de ordem decimétrica, de material decomposto, semelhante aos xistos da Unidade Superior. Não preserva sinais de estrutura primária, podendo ser confundido no campo com veios de quartzo.

Na amostra ES-17/157-160 o quartzo compõe quase 100% do total. Como acessórios foram descritos traços de biotita, muscovita, clorita, zirconita e limonita. A biotita alterou-se em clorita liberando-se óxido de ferro. A muscovita ocorre em palhetas dispersas ou associadas à clorita.

O quartzito apresenta granulometria variável com cristais milimétricos rodeados de cristais menores, sugerindo um tectonismo quase cataclástico, contribuindo para este aspecto a tensão interna do quartzo que se revela forte a muito forte. Os acessórios, quando metálicos encontram-se, normalmente, intersticiais, enquanto que os acessórios micáceos quase sempre estão inclusos no quartzo. O contato entre os cristais pode ser indentado, mas nota-se uma tendência maior a textura granoblástica poligonal, encontrada na fácies granulítica dos quartzitos.

Piroxênio Granulito Superior

O piroxênio granulito superior é frequentemente associado a mármore gradacional. Pode apresentar-se bandeado, em leitos sub-decimétricos, alternando carbonatos e piroxênios verdes ou, também, apresentar a mesma mineralogia homogeneamente disseminada. Efervesce com HCl em passagens de textura característica associada à presença de magnetita sub-milimétrica. Pode apresentar um aumento dos minerais verdes em detrimento dos carbonatos. Passagem gradacional para xistos e gnaisses com aumento no teor de biotita. Sempre muito compacto, não desagregado. Quando muito espesso altera-se em solo característico, vermelho forte, pulverulento, pouco plástico. Petrograficamente se assemelha ao piroxêni granulito inferior.

O mármore apresenta-se compacto, não friável. Geralmente é pouco impuro com contaminação de flogopita e minerais verdes em leitos preferenciais. Granulometria fina a média com recristalização localmente acentuada. Eventualmente é muito puro, dolomítico. Mostra transições laterais bruscas e contatos, ora bruscos, ora gradacionais, com litologias variadas, se bem que mais frequentemente com o piroxênio granulito. Petrograficamente foram consideradas como mármores, amostras com mais de 80% de carbonatos. As amostras VL-13/126-29 e VL-12/94-96 têm a seguinte composição média:

Calcita	85%
Diopsídio	2%
Tremolita	1%
Forsterita	3%
Flogopita	6%
Opacos, quartzo, clorita	traços

Sua textura é granoblástica, às vezes com a tendência dos ferro-magnesianos a se orientarem. Os minerais estão bastante fraturados; os cristais de calcita são xenoblásticos, enquanto que os ferro-magnesianos se mostram hipidioblásticos. Ora a olivina, ora a tremolita, tem fraturas preenchidas pelo carbonato. O diopsídio pode ocorrer como relicto na tremolita, evidenciando origem metamórfica. A flogopita está ligeiramente cloritizada e o quartzo é intersticial.

As amostras ES-22/40,03-41,23; ES-22/56,08-57,58 e ES-22/118,95-120,45 têm a seguinte composição média:

Dolomita - Calcita	93%
Muscovita, Flogopita, Clorita	4%
Diopsídio	3%
Tremolita, Forsterita-Serpentina, Opacos, Espinela verde, talco, zirconita, apatita	traços

O normal da textura é ser granoblástica, embora se encontre certa orientação das micas. A granulometria é variada, predominantemente fina para as micas e média para o restante. A tremolita é produto metamórfico do diopsídio. Processos de baixa temperatura e pressão ocasionam alteração dos ferros magnesianos em montmorillonita e nontronita.

A amostra MI-02/81,72-83,32 é um mármore olivínico com média expressa por:

Calcita, Dolomita	85%
Forsterita, Serpentina	11%
Pirrotita, Magnetita, Pirita	4%
Espinela verde, piroxênio, talco, clorita, goethita, marcassita, calco-pirita	traços

A olivina exibe todos os graus de alteração em serpentina. Os sulfetos estão dispersos e associados entre si e a magnetita está associada à serpentina.

3.1.3. Unidade Superior

Xistos

Os xistos considerados como pertencentes à Unidade Superior são rochas características, heterogêneas e sempre se apresentam decompostas a grandes profundidades, não tendo sido possível estudá-las em seção delgada. A plasticidade do material decomposto é variável em função de minerais semi-decompostos e/ou teor de quartzo finamente granulado. Ocasionalmente há ausência total de quartzo. Apresentam-se como material argiloso de cores variadas, definindo leitos menos ou mais grosseiramente. A textura preservada pode ser grosseira com identificação de núcleos porfiroblásticos até eventual pegmatização. Pode ser também muito fina, preservando detalhe sub-milimétrico de estratificação. Podem ocorrer argilas verdes em leitos finos ou como passagens bastante espessas. Podem ocorrer grafitosos com palhetas finas de brilho metálico que se confundem com hematita ou biotita semi-decomposta. Os contatos são bruscos a gradacionais. Os contatos bruscos podem ser ligeiramente discordantes, conforme já mencionado. Os contatos gradacionais podem apresentar composição e características intermediárias particulares.

Acidentalmente, também sempre decomposto, interestratificado nos xistos da Unidade Superior, ocorre um quartzito impuro, ora como leitos muito finos, ora assumindo proporções mais consideráveis. Diferencia-se caracteristicamente por cor creme-amarelada. É bastante impuro localmente, apresentando o quartzo finamente disseminado em massa caulínico-argilosa. O grau de contaminação é variável chegando a constituir um quartzito mais puro ou gradando para os xistos. Há definição local de leitos por alternância de níveis de ordem decimétrica e centimétrica. A granada ocorre como porfiroblastos decompostos, muitas vezes euédricos, até centimétricos em diâmetro. A textura, exceto pela granada, é sempre mais fina do que nos quartzitos associados diretamente à formação ferrífera.

3.2. Sequência Rio Corrente

A sequência Rio Corrente é definida por uma associação, em parte análoga à sequência Rio Guanhães, de meta-sedimentos a uma unidade principal de magnetita-quartzo-piroxênio-granulito, interpretado como equivalente metamórfica de formação ferrífera de fácies carbonática e

que se correlacionou com o nível principal de itabiritos Rio Guanhães. A sequência foi assim denominada considerando que as principais ocorrências pesquisadas da formação ferrífera típica encontram-se na bacia do Rio Corrente.

Ao contrário da sequência Rio Guanhães, onde várias ocorrências distintas foram sondadas, somente duas ocorrências foram pesquisadas com maior detalhe na Rio Corrente, apresentando uma sequência estimada em 200 m de espessura:

Migmatitos Indiferenciados	

Piroxênio Granulito Superior	
Quartzito	200 m
Piroxênio Granulito Inferior	

Migmatitos Indiferenciados	

Piroxênio Granulitos

São bastante semelhantes aos piroxênio granulitos das ocorrências descritas na sequência Rio Guanhães. Não foram verificados, entretanto, relações de contato com gnaisse leucocrático, tendo-se inferido um contato direto com migmatitos gnaíssicos indiferenciados. Macroscopicamente apresentam-se como rocha verde-escura, muito densa, podendo ocorrer bandeada, como alternância de leitos sub-decimétricos de minerais verdes e carbonatos, ou mesmo, apresentar a mesma mineralogia homogeneamente disseminada. As relação com níveis de carbonatos parecem indicar passagem gradacional para lentes de mármore olivínico interestratificados.

A associação mais característica é com um nível de quartzito puro, descrito adiante. Abaixo deste nível ocorrem como um magnetita-quartzo-piroxênio-granulito com estrutura laminada por alternância de leitos claros, sub-decimétricos, quartzo-magnetíticos às vezes carbonáticos e leitos de diopsídio verde escuro, também magnetíticos. Os níveis claros podem eventualmente desaparecer, permanecendo a laminação através de níveis milimétricos de magnetita que podem grupar-se constituindo passagens sub-decimétricas menos ou mais ricas em matriz homogênea de piroxênio. Eventualmente, também a laminação pode-se descaracterizar pela dispersão homogênea da magnetita.

A magnetita-quartzo-piroxênio granulito foi alvo de pesquisa referente a um possível aproveitamento de magnetita. Esta rocha é responsável pelas maiores anomalias magnéticas regionais e seu detalhamento mostrou gradação lateral para itabiritos com os quais, ressalvada a composição química, se assemelham tanto em textura quanto em estrutura. As relações de campo e os dados estratigráficos levaram a que se propusesse a correlação das duas sequências regionais.

Quartzito

Características semelhantes ao quartzito descrito na sequência Rio Guanhães. As espessuras verificadas são variáveis até 10 m, não tendo sido observada grande continuidade lateral.

3.3. Rochas Magmáticas

3.3.1. Metamagmatitos de Composição entre Diorito, Gabro e Norito

Os metamagmatitos de composição entre diorito, gabro e norito tem ampla distribuição na região, ocorrendo geralmente sob a forma de diques, mas também como pequenos "stocks", como a SE de Sabinópolis e na Vila Taquaral. As relações de campo comprovaram que são mais recentes que a sequência metassedimentar regional.

As rochas dioríticas metamorfizadas mostram textura granonematoblástica e a seguinte composição:

Hornblenda	42,0%
Plagioclásio	31,0%
Quartzo	15,0%
Biotita	5,0%
Zirconita	3,5%
Apatita	2,0%
Opacos	1,5%

O hornblenda é de idio a hipidioblástica, bem orientada, com pleocroísmo acastanhado e verde azulado. Os plagioclásios são geralmente xenoblásticos, raramente geminados segundo albita e periclina, mostrando duas composições: oligoclásio cálcico (An28%) e andesina cálcica (An48%). O quartzo é granular, ocorrendo também,como inclusão, na hornblenda. A biotita é castanha e está sub-orientada; os opacos alongados acompanham a biotita, os granulares estão disseminados na rocha, como a apatita e a zirconita.

As rochas metamórficas, originalmente gabróicas, apresentam também textura grano-nematoblástica. A composição mineralógica média é:

Hornblenda	48,0%
Labradorita	37,0%
Diopsídio + augita	8,0%
Quartzo	7,0%
Granada, apatita, zirconita, titanita, clorita, opala, pirrotita, marcassita e calco-pirita	traços

O anfibólio demonstra ser produto do retrometamorfismo,já que são encontrados piroxênios como relictos. O plagioclásio pode apresentar-se, ou não, geminado polissinteticamente. O quartzo, pode ser secundário, aparecendo de forma inconstante. As amostras mais periféricas mostram miscigenação com as rochas encaixantes.

As rochas noríticas, que sofreram metamorfismo, possuem textura granoblástica heterogranular, sendo compostas de:

Plagioclásio	60,0%
Hornblenda	12,0%
Hiperstênio	11,0%
Augita	5,0%
Almandina	5,5%
Biotita	5,0%
Apatita	1,0%
Opacos, quartzo, epidoto, zirconita	0,5%

O plagioclásio tem granulometria média, opacos e hornblenda são variáveis em granulação e o restante dos minerais tem granulometria fina. A composição do plagioclásio é variável entre An28% e An38% (oligoclásio cálcico e andesina); estes mostram-se zonados, de hipidioblásticos a xenoblásticos, e geminados segundo albita e carlsbad-albita, ou granulares, sem geminação (principalmente a andesina); vários indivíduos tem inclusões de finas palhetas de biotita segundo suas clivagens. A hornblenda é hipidioblástica que, algumas vezes, mostra halos pleocróicos devidos a associações ou inclusões de zirconita. O hiperstênio tem pleocroísmo esverdeado e rosado e raramente a extinção é oblíqua (clino-piroxênio). A augita esverdeada está associada ao hiperstênio e/ou dispersa. A almandina forma cordões às vezes envolvendo aglomerados constituídos de hiperstênio, hornblenda e epidoto, evidenciando sua origem metamórfica.

3.3.2. Rochas Magmáticas de Composição entre Granito e Granodiorito

Rochas de composição entre granito e granodiorito foram encontradas na jazida de Mirandinha, nas proximidades da jazida do Moreira

e na localidade de Ponte de Pedra, a leste de Guanhães. Comparativamente são mais restritas que os metamagmatitos básicos, tanto em volume como em distribuição.

O estudo de três amostras da jazida de Mirandinha mostrou as seguintes composições mineralógicas que as classificam respectivamente como granodiorito, granito e quartzo-monzonito:

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Quartzo	27,0%	28,0%	42,0%
Microclina	26,0%	38,0%	38,0%
Oligoclásio	41,0%	31,0%	20,0%
Biotita	6,0%	3,0%	Traços
Clorita, zirconita, opacos, saussurita, fluorita, apatita	Traços	Traços	Traços

A granulometria destas rochas é bastante variada, mas só a microclina apresenta-se, às vezes, em cristais milimétricos. O quartzo sugere mais de uma geração,pois ocorre intersticial, incluso nos feldspatos e em cristais dispersos, além de ser constituinte da mirmequita intergranular. A microclina é sempre micropertítica, mas pouco pertítica e, raramente, inclui produtos de alteração do plagioclásio. Este ocorre quase sempre geminado segundo albita, estando levemente saussutitizado. Há uma ligeira cloritização, e esta, embora dispersa, apresenta uma semi-orientação. A fluorita encontra-se nos bordos ou segundo as clivagens da biotita: grande parte dos opacos e alguma zirconita, esta provocando halos pleocróicos, também se associam a este mineral, estando o restante dos acessórios dispersos.

3.3.3. Meta Peridotitos

Intercalados nos gnaisses regionais foram verificados meta peridotitos cujas relações de campo tanto indicam corpos concordantes quanto discordantes, sempre de pouca expressão regional. Os meta peridotitos foram identificados em estreita associação com as formações ferríferas, supondo-se que se inter-relacionam e que representam extrusões ultramáficas gradando lateralmente para os meta-sedimentos ferríferos, conforme parecem indicar certas relações de campo assim como alguns elementos-traço no minério de ferro.

Duas amostras descritas apresentaram uma composição mineralógica semelhante com cerca de 20% de olivina e 20% de um piroxênio na faixa de bronzita e hiperstênio. Os cristais de ambos estão imersos em uma trama de prismas curtos de tremolita-actinolita com pequenas inclusões de opacos. A rocha é rica em um espinélio verde também com pequenas inclusões de opacos, algumas das quais com bordos castanhos translúcidos.

4. ESTRUTURAS

As rochas descritas regionalmente apresentam caráter migmatítico com estruturas de processo incipiente de segregação até estruturas de maior desorganização. Não foram verificados extremos de anatéxia. Ficaram evidentes, entretanto, áreas dômicas localizadas, possivelmente representando núcleos anatexíticos ainda não expostos pela erosão (fig. 2). O estudo petrográfico dos gnaisses regionais evidencia em escala microscópica a segregação de félsicos e máficos assim como o intercrescimento mirmequítico frequente entre plagioclásios e microclina, indicando uma possível fusão parcial.

4.1. Dobramentos

A intensa recristalização metamórfica obliterou, principalmente nos gnaisses as feições primárias sedimentares. O mapeamento regional orientou-se com segurança apenas onde foi possível verificar contatos entre rochas de composição química muito diferentes. As formações

ferríferas permitiram, desse modo, delinear uma estrutura regional com dobramentos complexos, condizente com a migmatização observada nos afloramentos de gnaisses. Ficaram caracterizados dobramentos de grande amplitude com direções axiais variáveis, distinguindo-se dois domínios principais com feições próprias, delimitados pela direção aproximada NW/SE, sobre a cidade de Guanhães.

O domínio SW apresenta maior irregularidade de atitudes que se dispõem ao redor de duas áreas dômicas com cerca de 5.000 m de diâmetro aproximado, dispostas de um e outro lado da rodovia BR-120, a meio caminho entre Guanhães e Senhora do Porto. A formação ferrífera, em menor escala, tanto aparece como monoclinais de mergulhos muito variados ou como dobras fechadas de amplitudes de 200 a 1.000 m com planos e eixos axiais em atitudes diversas produzindo alguns braqui-sinclinais e dobras recumbentes.

O domínio NE é mais regular, obedecendo a orientação de um eixo aproximadamente NW/SE, ao qual se subordinam direções de camadas com dobras de maior amplitude. Nas imediações de Guanhães predominam direções NW/SE. A nordeste, nas proximidades de São João Evangelista, verifica-se inflexão da direção das camadas para EW.

Nos estudos de caráter local, as dobras apresentam-se como a feição estrutural mais característica, evidenciando um comportamento predominantemente plástico das formações ferríferas e rochas associadas em resposta aos esforços tectônicos. As rochas estratiformes associadas à formação ferrífera e a própria, de maneira mais restrita, mostram espessamento nas cristas e calhas e um adelgaçamento nos limbos das dobras. Feições de arrasto, que evidenciam o escorregamento de camadas mais competentes sobre outras, não foram observadas.

4.2. Falhamentos

Extensos alinhamentos orientados preferencialmente nas direções NNW/SSE e NNE/SSW são identificados em fotointerpretação regional. Nos mapas do levantamento aeromagnetométrico de Minas Gerais esses alinhamentos delimitam, a cerca de 20 km a leste da cidade de Peçanha, a nordeste de Guanhães, áreas com texturas características, correlacionadas em reconhecimento geológico às ocorrências ferríferas de Guanhães, estabelecendo um possível contato tectônico regional para os gnaisses e granulitos do Grupo Paraíba. Um segundo alinhamento de mesma direção encaixa o rio Guanhães a oeste da cidade do mesmo nome e define um contato com quartzo-micaxistos extensos coincidentes também com passagem brusca para domínios de fraca atividade magnética. Essas observações foram interpretadas como um segundo contato tectônico regional para os domínios de menor grau de metamorfismo da Serra do Espinhaço.

Nos levantamentos de campo foram observados fraturamentos orientados preferencialmente nas direções N-S, N60W, N30W, N30E e EW. Nas áreas pesquisadas a formação ferrífera está frequentemente deslocada ou truncada por falhas normais.

5. METAMORFISMO

Estudos petrográficos concluiram que as rochas regionais sofreram pelo menos duas fases de metamorfismo, associadas a fases diastróficas do pré-Cambriano brasileiro. Na primeira fase o metamorfismo atingiu a fácies granulítica. Paragêneses e texturas dessa primeira fase foram definidas em rochas particularmente favoráveis como os metasedimentos carbonáticos, mármores, quartzitos e itabiritos. Nos gnaisses a indicação da fácies granulítica é a presença do anfibólio Fe-hastingsita que, além de sua ocorrência clássica em rochas alcalinas, aparece, segundo M. Teixeira da Costa (comunicação oral), em rochas de transição para a fácies granulítica em vários locais no Brasil. A segunda fase de metamorfismo foi acompanhada de metassomatose alcalina com hidratação das paragêneses anidras anteriores. Atribuiu-se a esta segunda fase a formação de gnaisses de caráter migmatítico e rochas graníticas.

O significado da ocorrência de rochas na fácies granulítica foi discutido sob dois pontos de vista. Considerou-se em primeiro lugar a observação de que a coexistência de rochas com paragêneses ani-

dras e hidratadas no caso de fácies transicionais de alto anfibolito a granulito pode representar um único episódio metamórfico (Touret, 1974). Em Guanhães, o aparecimento de paragêneses granulíticas típicas ocorre em tipos preferenciais de rocha; a migmatização é observada nos gnaisses. Os meta-sedimentos carbonáticos, em particular, teriam favorecido paragêneses localizadas de fácies granulítica típica devido a pressões parciais de CO_2 relativamente mais elevadas, produzidas por reações de níveis dolomíticos com sílica, liberando CO_2 que inibiria por imiscibilidade a circulação de H_2O localmente. Em segundo lugar, considerou-se a observação de Den Tex (1974) de que sedimentos saturados de água nunca atingiriam a fácies granulítica em um único ciclo metamórfico, o que implicaria em qualquer caso em uma natureza policíclica para as rochas de Guanhães.

Em algumas amostras (foto 6) verificou-se o aparecimento de sanidina como feldspato alcalino estável, indicando um super-aquecimento localizado. Considerou-se provável a existência de anomalias geotérmicas causadas ou pela presença de corpos ígneos básicos intrusivos ou de degradação térmica de energia mecânica em torno de estruturas dômicas. A cloritização dos anfibólios e biotitas formados durante a última fase de metamorfismo não foi colocada como indicativa de uma fase metamórfica posterior.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ocorrências ferríferas pesquisadas na região de Guanhães se enquadram na categoria de depósitos estratiformes de tipo formação ferrífera (Gross, 1970). A gênese das formações ferríferas estratificadas é assunto controvertido. Salvo exceções, entretanto, os diversos autores lhes atribuem, uma origem sedimentar, relacionada ou não a vulcanismo conforme a natureza das sequências em que essas formações se encontrem. As opiniões, contudo, não são muito uniformes no que se refere a processos e ambientes de sedimentação.

A pesquisa não deixou clara evidências de pacotes espessos de rochas vulcânicas na região de Guanhães. Os migmatitos gnaissicos regionais têm gênese incerta apesar de que, nas proximidades do contato com a formação ferrífera, mostrem indícios de origem sedimentar. Nada ficou concluído em definitivo sobre contribuição vulcanogênica original. Foi observado, entretanto, que seu melanossoma é ligeiramente mais rico em titanita do que seria de se esperar em rochas de origem puramente terrígena.

A indefinição de uma contribuição sedimentar vulcanogênica pode reforçar argumentos de que as formações ferríferas regionais são de tipo "Lago Superior" (Gross, 1970). Essa classe é representada por rochas ricas em chert, finamente bandeadas com camadas ferríferas. Comumente se estendem por centenas de quilômetros ao longo das margens de bacias geossinclinais relacionadas a sedimentos químicos em sequências clásticas a químicas, como o Itabirito Cauê.

A ocorrência de ouro paladiado associado às formações ferríferas de Guanhães, com ressalva de uma origem epigenética, ao lado de alguma possível semelhança com o tipo "Lago Superior" podem ser levantadas como argumentos favoráveis à sua correlação com o Itabirito Cauê. Deve-se notar entretanto, que os itabiritos de Guanhães mostram teores mais altos dos elementos traços Cr, Mn e Ti comparativamente às jazidas de Itabira e Casa de Pedra. Concordantemente foi verificado no campo que se relacionam lateralmente a meta-peridotitos, constituindo um quadro genético aparentemente próprio.

Não se verificou no reconhecimento regional nem direções de vergência para oeste nem sequência ofiolíticas que caracterizassem uma fácies eugeossinclinal dentro de um ortogeossinclinal, conforme proposto por Pflug (1965). As características lito-estratigráficas, estruturais e metamórficas descritas em Guanhães se assemelham mais ao que se descreve para o cinturão móvel de Limpopo, entre os crátons do Kaapvaal e da Rodésia (Beukes, 1973) o qual registra idades de 2.700 m.a. e 2.000 m.a. Não é possível correlacionar a região em termos do seu grau de metamorfismo. Os gradientes tanto do diastrofismo Minas quanto do pré-Minas são crescentes na direção de Guanhães e as rochas do Grupo Paraíba, com que a região se limita a leste, estão metamorfizadas am-

bas na fácies granulítica. Geocronologicamente, Cordani et al (1975) definiram uma isócrona de referência em 2.000 m.a. para os migmatitos de Guanhães. Sugeriram, entretanto, uma isócrona mais antiga para o seu paleossoma, que seria interpretada como uma idade arqueana rejuvenescida por um episódio de idade trans-amazônica.

TABELA 1 - Migmatitos gnaissicos regionais : análises petrográficas

AMOSTRA	MICROCLINA	PLAGIOCLÁSIO	QUARTZO	BIOTITA	Fe-HASTINGS e Hb	OUTROS
R9-81	45	20	10	15	10	tr
83	50	20	20	2	8	tr
98	50	20	15	8	7	tr
99	50	20	15	5	10	tr
15	33	48	11	tr	1	3
04	35	20	38	7	-	tr
05	29	30	29	4	8	tr
06	45	19	32	3	1	tr
7A	43	22	27	4	3	1
7B	35	20	34	5	6	tr
12	25	27	42	-	6	tr
19B	43	18	33	-	5	tr
20	48	20	28	2	2	tr
21	37	24	28	5	6	tr
25	27	32	28	3	9	1
R7-17	40	12	40	5	5	2
03	50	25	15	6	3	1
01	50	30	16	10	3	1
16	40	35	20	4	1	-
43	50	15	15	15	-	5
R7-108	20	15	30	14	-	1
110	40	25	30	1	3	2
R4-79	45	40	10	5	-	-
115	35	35	17	8	5	-
54	40	20	30	8	1	-
111	36	20	30	8	1	-
110	20	30	15	30	-	4
107	30	15	13	24	10	8
54	40	25	20	5	-	-

TABELA 2 - Gnaisse Leucocrático: análises petrográficas

AMOSTRAS (FURO)	CZ-55	VL-15	CZ-32	MI-02	39
Plagioclásio	41.0	36.0	24.0	3.0	22.0
Quartzo	28.0	38.0	33.0	42.0	34.0
Microclina	22.0	15.0	37.0	44.0	37.0
Biotita	3.0	10.0	2.0	4.0	4.0
Clorita	2.0	Traços	2.0	Traços	Traços
Muscovita	1.0	-	1.0	-	2.0
Opacos	Traços	-	-	-	Traços
Apatita	Traços	Traços	Traços	-	-
Zirconita	Traços	Traços	-	-	Traços
Titanita	Traços	Traços	-	-	-
Saussurita	3.0	Traços	1.0	Traços	1.0
Monazita	-	-	Traços	-	-
Sillimanita	-	-	-	7.0	-

FOTO 1 - GNAISSE LEUCOCRÁTICO - CZ55

Plagioclásio moderadamente alterado em sericita, quartzo límpido, microclima com geminação típica e no centro palhetas de Biotita.

Escala 1cm = 0.2717mm Nicóis cruzados

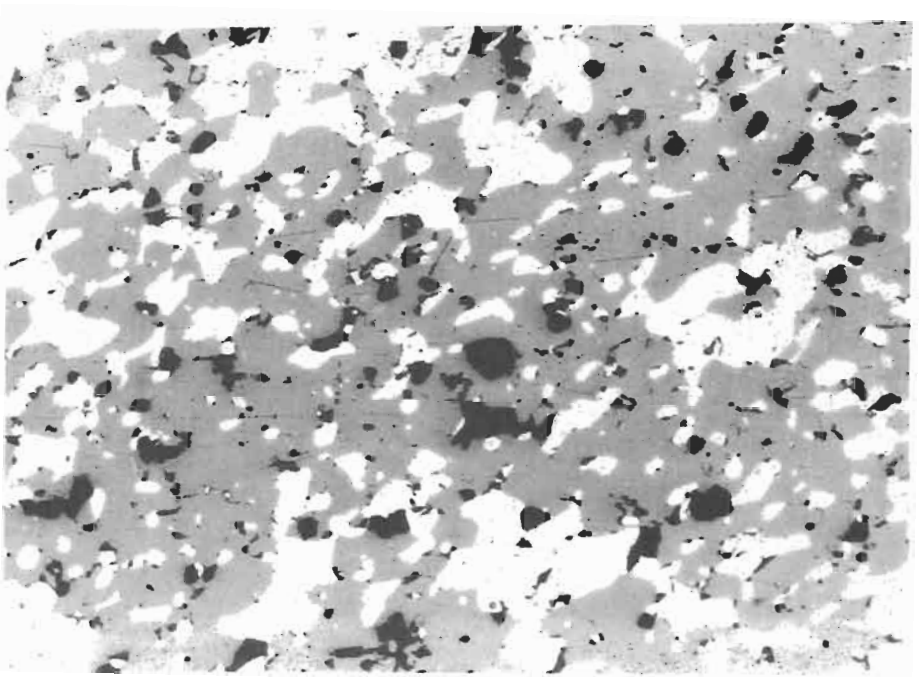


FOTO 2 - ITABIRITO 01CZ

Textura semi-orientada dos cristais. Inclusões de hematita no quartzo.

Escala 1cm = 0.2717mm Nicóis descruzados

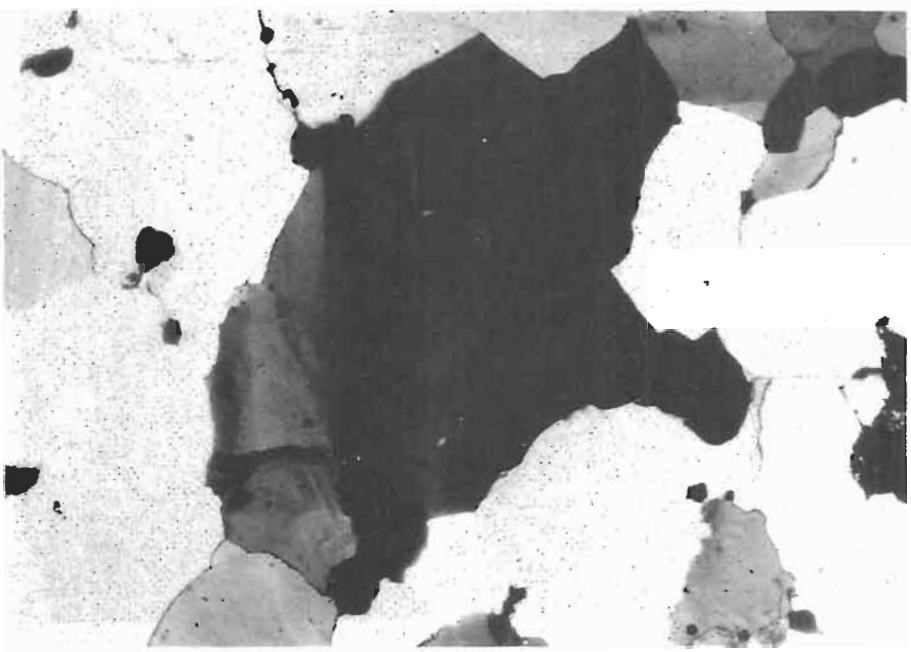


FOTO 3 - QUARTZITO

Tendência a textura poligonal e tensão interna forte no quartzo.

Escala 1cm = 0.2717mm Nicóis cruzados

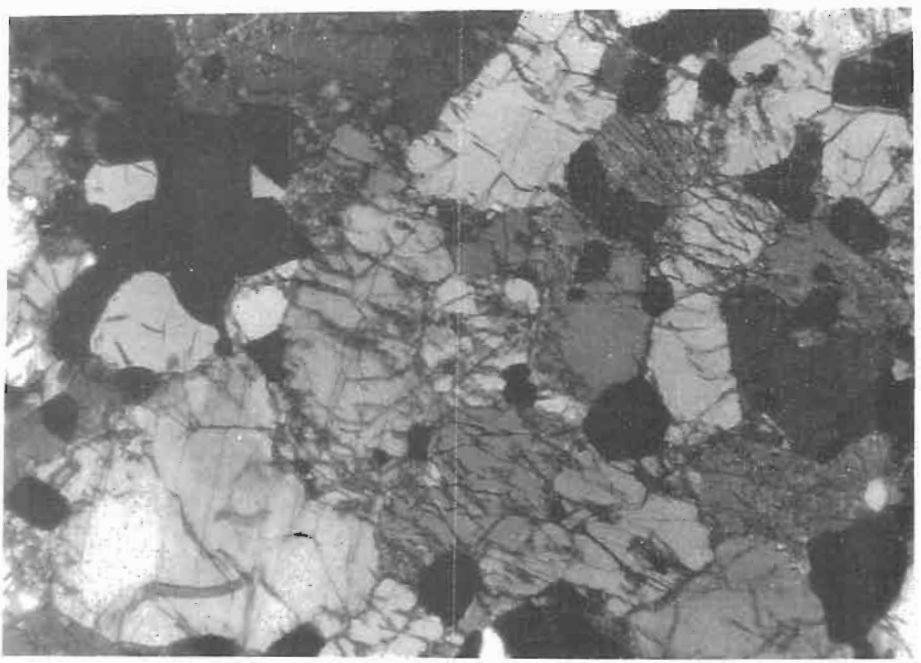


FOTO 4 - PIROXÊNIO GRANULITO MI10

O negro é magnetita e o restante é diopsídio. Textura granoblástica e uma ligeira tendência à orientação dos minerais.

Escala 1cm = 0.2717 Nicóis cruzados

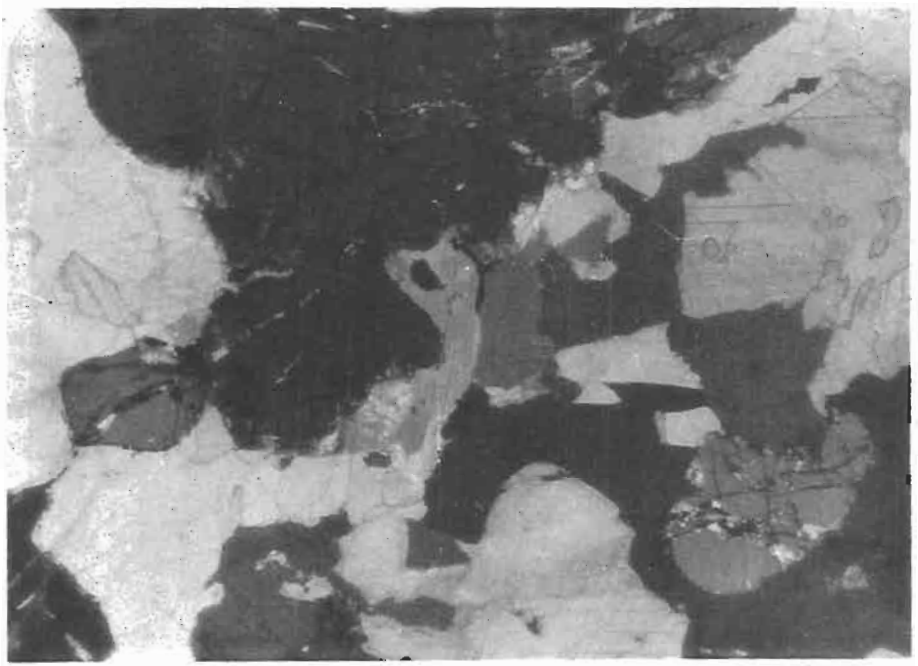


FOTO 5 - MÁRMORE OLIVÍNICO MI-02

No centro, piroxênio notando-se sua clivagem. Agregado a ele um grande cristal de olívina e outro cristal de olivina no canto direito inferior.

Escala 1cm = 0.2717 Nicóis cruzados

FOTO 6 - SANIDINITO ES10

Os cristais cinza, pequenos são sanidina, e os brancos, quartzo. Piroxênio na parte superior bastante fraturado, alguns esparsos pouco fraturados. O restante é carbonático.

Escala 1cm = 0.2717mm Nicóis cruzados

43°45'

42°52'

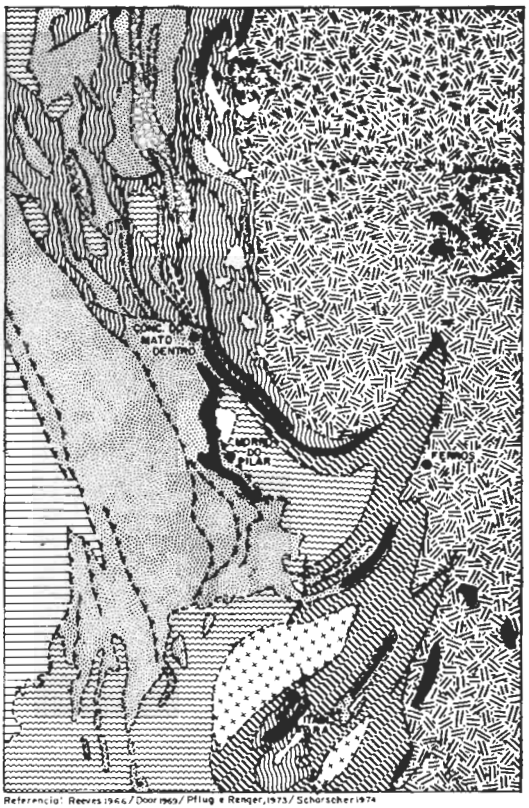
REGIÃO DE GUANHÃES E PARTE MERIDIONAL DA SERRA DO ESPINHAÇO

MAPA GEOLÓGICO E ESQUEMÁTICO

25 km

ESCALA GRÁFICA

18°30'



19°45'

Referencia: Reeves 1966 / Door 1969 / Pflug e Renger, 1973 / Schorscher 1974

LEGENDA

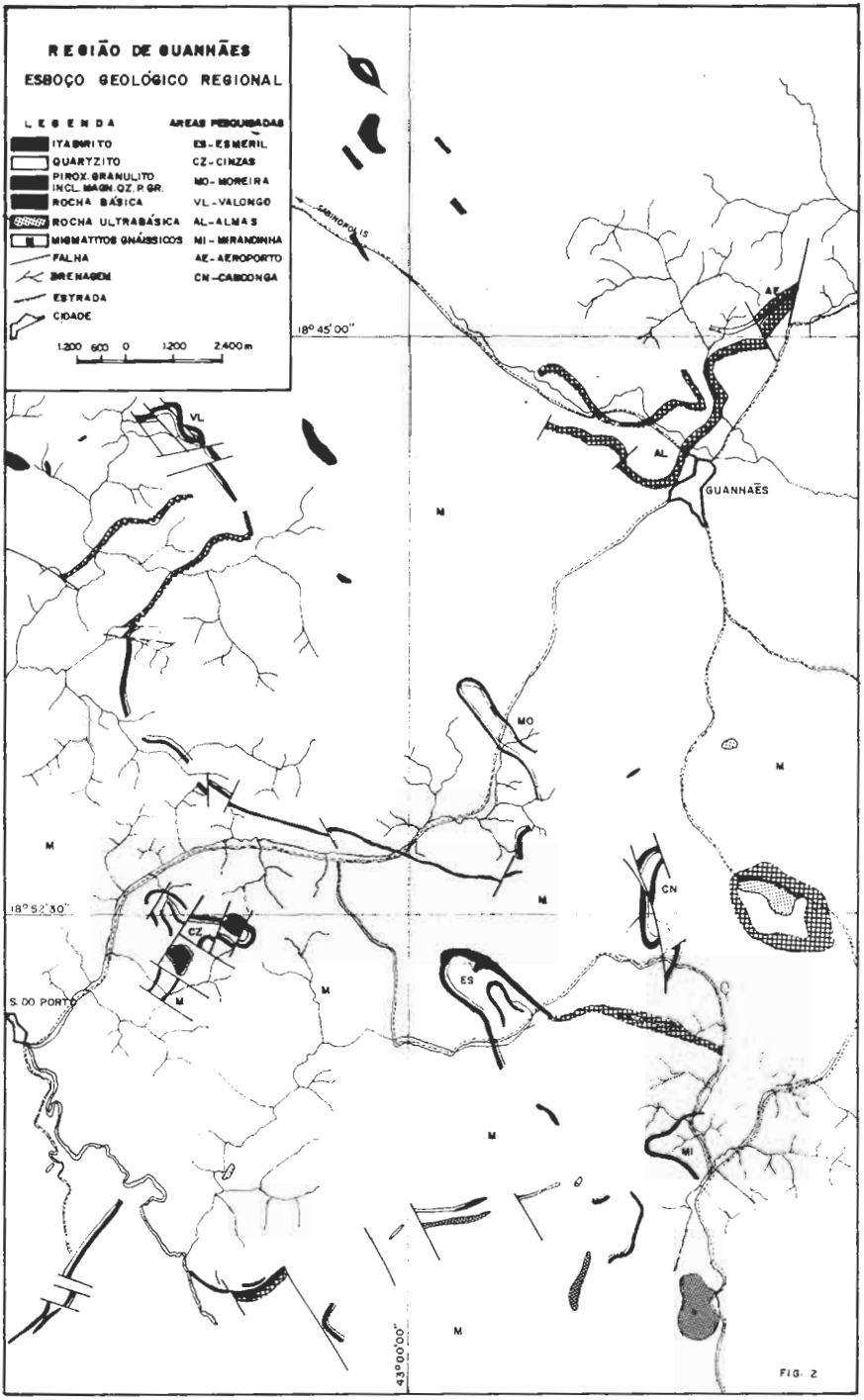
SUPER GRUPO S. FRANCISCO
- CALCARIOS, SILTITOS E ARGILITOS

SUPER GRUPO MINAS
- QUARTZITOS
- META-CONGLOMERADOS
- XISTOS E FILITOS CLASTICOS E VULCANOCLASTICOS. FILITOS HEMATITICOS, QUARTZITOS FERRUGINOSOS
- ITABIRITOS E DOLOMITOS
- GNAISSES, MIGMATITOS E XISTOS SUBORDINADOS

ROCHAS PRÉ-MINAS
- META-ARCOZIOS, GNAISSES, MIGMATITOS E XISTOS SUBORDINADOS
- MIGMATITOS

- ROCHAS GRANITICAS
- ULTRABASITOS

FIG. 1


REGIÃO DE GUANHÃES
ESBOÇO GEOLÓGICO REGIONAL
LEGENDA
ITABIRITO
QUARTZITO
PIROX. GRANULITO INCL. MAGN. QZ. P. GR.
ROCHA BÁSICA
ROCHA ULTRABÁSICA
MIGMATITOS GNÁISSICOS
FALHA
DRENAGEM
ESTRADA
CIDADE
1.200 600 0 1.200 2.400 m
AREAS PESQUISADAS
ES - ESMERIL
CZ - CINZAS
MO - MOREIRA
VL - VALONGO
AL - ALMAS
MI - MIRANDINHA
AE - AEROPORTO
CN - CAIBONGA
SABINÓPOLIS
18° 45' 00"
18° 52' 30"
43° 00' 00"
S. DO PORTO
GUANHÃES
VL
AL
AE
MO
CN
CZ
ES
MI
M
FIG. 2

7. BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, A.L.M. - 1949 - "Geologia da Região da Foz do Rio Guanhães, Minas Gerais". Tese apresentada no concurso para provimento da XXXXI Cadeira da Escola Nacional de Minas e Metalurgia da Univ. do Brasil.

BEUKES, N.J. - 1973 - "Precambrian Iron-Formations of Southern Africa". Econ. Geol., Vol. 68, pp 960-1004.

CORDANI, V.G. et al - 1975 - "Geocronologia da Região do Médio Rio Doce, MG". Soc. Bras. Geol. (Resumo dos Trabalhos - XXXIX Congr. Bras. Geol. Ouro Preto).

DEN TEX, E. - 1974 - "The Polycyclic Lithosphere An Attempt to Assess its Orogenic Memory". Géologie des Domaines Cristallins, Soc. Geol. de Belgique, Liège.

GROSS, G.A. - 1970 - "Nature and Occurrence of Iron-Ore Deposits" United Nations Survey of World Iron-Ore, Ressources, New York, UN.

MEHNERT, K.R. - 1968 - "Migmatites and the Origin of Granitic Rocks" Elsevier Pub. Comp., New York.

PFLUG, R. - 1965 - "A Geologia da Parte Meridional da Serra do Espinhaço e Zonas Adjacentes". DNPM - Bol. nº 226.

TOURET, J. - 1974 - "Facies Granulite et Fluides Carboniques". Géologie des Domaines Cristallins, Soc. Geol. de Belgique, Liège.

PROJETO MAPEAMENTO GEOLÓGICO ESPINHAÇO MERIDIONAL – MG

CONVÊNIO DNPM/CPRM/FUNDEP/UFMG

EXECUÇÃO – CENTRO DE GEOLOGIA ESCHWEGE

Everaldo Gonçalves
Centro Geologia Eschwege - IGC/UFMG

1. INTRODUÇÃO

Ao final dos trabalhos que coroaram (com grande êxito) a primeira parte do I SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS - GEOLOGIA DO ESPINHAÇO, cumpre-nos apresentar o tema proposto e reforçar a importância para a geologia de Minas Gerais e do Pré-Cambriano brasileiro dos trabalhos já executados e em andamento na faixa da Serra do Espinhaço Meridional.

O Espinhaço representa uma das primeiras regiões a merecer estudos geológicos no Brasil. Nele os trabalhos de Eschwege foram os pioneiros, a par de inúmeras descrições de naturalistas. No final do século passado e início do atual Derby fez estudos na região, produzindo trabalhos clássicos, especialmente no tocante ao diamante e introdução da controvertida "Série de Minas". A Gorceix e Hussak se devem descrições mineralógicas completas dos minerais pesados das lavras diamantíferas. Coube ao grande geólogo Luciano Jaques de Moraes o início de trabalhos sistemáticos no Espinhaço dando definição a sequência, em parte glacial, do Macaúbas, à correlação com Quadrilátero Ferrífero, sobre o qual se superpunha em discordância os quartzitos Itacolomi, e a defesa da hipótese ainda sólida de que os diamantes tinham sua rocha matriz nos metavulcanitos. Este autor entretanto posicionou a Formação Sopa, colocando-a juntamente com o Macaúbas no Grupo Lavras. Guimarães em diversas publicações viria a corroborar os trabalhos de Moraes, supondo entretanto para o diamante uma filiação ácida. Barbosa em vários trabalhos concorda com as idéias propostas por Moraes e lança a origem geossinclinal para a evolução do Espinhaço. Após os trabalhos de Moraes, Guimarães e Barbosa principalmente nos anos de 1927 e 1935, longo tempo permaneceria a região sem novos estudos. Nos anos 60, o prof. Reinhard Pflug inicia trabalhos de pesquisa e didáticos na região com alunos da U.F.R.J., que trariam ótimos resultados e levariam a criação do Instituto Eschwege em 1970. No início Pflug concordou com os trabalhos de Moraes. Logo entretanto, verificou que a Formação Sopa e Macaúbas não guardavam a relação proposta, sendo que a Formação Sopa estava intercalada na sequência quartzítica do então Itacolomi. Ficou então redefinida a sequência conglomerática marinha, não mais flúvio-glacial, como Formação Sopa Brumadinho. A respeito do diamante, Pflug propôs uma origem ainda hoje defensável mas não comprovada, a partir de kimberlitos na zona cratonizada a oeste. Quanto ao Macaúbas, Pflug discordaria por algum tempo de Moraes de que se trata de sequência em parte glacial procurando justificar as feições diamictíticas ou de grauvaca conglomeráticas por correntes de turbidez. Os estudos de seus colaboradores Hettich e Karfunkel viriam consolidar a idéia de origem glacial proposta por Moraes. No tocante à evolução tectônica e correlação com o Quadrilátero Ferrífero Pflug, baseado em conceitos e modelos clássicos de geossinclinal e na variação de fácies propõe e ainda admite em parte uma evolu

ção a partir de um orto-geossinclinal com as Fácies Diamantina, Itabira e Guanhães. Assim o Quadrilátero nada mais seria que a continuidade do Espinhaço e os clásticos grosseiros (conglomerado Sopa Brumadinho) ganhariam componentes químicos interdigitando-se com a Formação Cauê na altura de Serro e Conceição do Mato Dentro. A respeito da Fácies Guanhães conforme trabalhos de datações geocronológicas de Hassui et al. e da C.V.R.D., trata-se de unidade mais antiga que o Espinhaço. Quanto a correlação dos conglomerados e itabiritos é complexa a relação na região apontada; os seixos de itabiritos encontrados nos conglomerados apresentam-se fortemente dobrados sugerindo nitidamente serem representantes de uma unidade anteriormente tectonisada. No caso então os itabiritos fornecedores dos seixos devem ser mais antigos ou seja, o Quadrilátero é mais Velho que o Espinhaço. Colaboradores de Pflug continuam a mapear a área na tentativa de comprovar a correlação.

Ao iniciar os trabalhos no Espinhaço, Pflug jamais deve ter imaginado o alcance que os mesmos teriam. Em 1970, após já estar de volta a Alemanha e haver orientado duas teses de doutorado no Espinhaço (Renger e Gorlt), consegue sensibilizar o governo da Alemanha e do Brasil para através de um Ajuste Complementar incorporar ao Convênio de Cooperação Técnica existente, elementos que levariam a criação do Instituto Eschwege em Diamantina, como sede de treinamento geológico. Iniciase um programa não sistemático que conseguiu mapear 45.000 km^2 na escala 1:100.000 e 3.000 km^2 na escala 1:25.000, subsídio para elaboração de 21 teses de doutorado e dar treinamento de campo a 1.817 alunos até o final de 1978.

Como resultado dos trabalhos de Pflug e colaboradores inúmeros trabalhos advieram e se encontram principalmente em publicações internacionais e algumas nacionais. Os mapeamentos na escala 1:100.000 entretanto até hoje não se conseguiu publicar.

2. CONVÊNIO DNPM/CPRM/FUNDEP/UFMG

Em continuidade aos trabalhos de mapeamento desenvolvidos pelo Centro de Geologia Eschwege, sucessor do Instituto homólogo, entendimentos com o Departamento Nacional da Produção Mineral a partir de 1978 levaram à celebração de convênio para mapeamento geológico detalhado de um grau quadrado do Espinhaço, pelo qual logrou-se manter e até ampliar as atividades de treinamento em geologia de campo, além de propiciar um adequado recobrimento geocartográfico da região.

O convênio é abrangente e, nos moldes de outros efetivados pelo D.N.P.M. com outras instituições de ensino, visa propiciar treinamento e pré-qualificação profissional complementar a graduandos e graduados em geologia, num prazo de 5 anos a partir de junho de 1978.

O convênio foi celebrado entre o Departamento Nacional da Produção Mineral e o Centro de Geologia Eschwege do Instituto de Geociências da U.F.M.G., tendo ainda como intervenientes a Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa da U.F.M.G. e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Antes de abordarmos os detalhes deste instrumento, fazemos em seguida uma análise do órgão executor do convênio, através do relato de sua evolução e de suas atividades essenciais.

3. ORGANIZAÇÃO DO CENTRO GEOLOGIA ESCHWEGE

Evolução

Desde 15 de setembro de 1970 funciona em Diamantina, Minas Gerais, o Instituto Eschwege, voltado para o ensino de Geologia de Campo, mapeamento e pesquisas geológicas sistemáticas. Sua fundação veio suprir uma deficiência quase completa no ensino de Geologia de Campo.

Quando ainda docente na Universidade Federal do Rio de Janeiro, o Dr. Reinhard Pflug, iniciou gestões no sentido de se criar uma Sede de Campo em área que representasse interesse didático e geológico e que permitisse o desenvolvimento de projetos e pesquisa a longo-prazo.

Optou-se por Diamantina, situada na Serra do Espinhaço, que além das condições acima citadas, ainda apresentava uma infra-estrutura que suportaria a instalação de um centro de ensino e pesquisa.

Durante a década de sessenta, em que se desenvolveu os trâmites para a concretização desta Sede de Campo, a própria idéia foi ampliada no sentido de se atender não somente aos estudantes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, mas a todos os Cursos de Geologia do Brasil, que tivessem interesse na ampliação de suas atividades de campo.

O nome do Instituto foi dado em homenagem ao Barão W. L.von Eschwege que veio ao Brasil em 1808, onde desenvolveu e estimulou as pesquisas geológicas. Dele provêm os primeiros trabalhos científicos sobre a Serra do Espinhaço, além de uma compilação dos conhecimentos geológicos da época.

Fundado através do Ajuste Complementar de 03/10/1969 ao Acordo Básico de Cooperação Técnica de 30/11/1963, segundo o qual a instalação ocorre por cooperação bilateral das Repúblicas do Brasil e da Alemanha Federal, sendo a U.F.R.J. o órgão executor da parte brasileira.

Em 1970, a Universidade Federal do Rio de Janeiro transferiu a responsabilidade jurídica e administrativa à Fundação Educacional do Vale do Jequitinhonha, tendo sido esta Fundação a representante do Instituto até Dezembro de 1978.

No Ajuste Complementar de 02 de julho de 1976, transfere-se para o Departamento de Assuntos Universitários do MEC a responsabilidade da manutenção do Instituto durante e após a vigência do Convênio (Ajuste). Da mesma forma o patrimônio do Instituto é incorporado ao DAU/MEC.

O Governo Brasileiro (MEC/DAU) manteve diretamente o Instituto, financiando as despesas de pessoal (professores brasileiros e pessoal técnico-administrativo), de custeio (alimentação, gasolina) e parcialmente as despesas de capital. A contrapartida alemã financiou docentes alemães (dois de 1970 a 1974; um de 1974 a 1978) além de cobrir as despesas de capital (equipamentos, viaturas e material permanente).

Em 1978 expira o prazo do convênio com a Alemanha e o governo brasileiro, por intermédio do MEC/DAU, assume a manutenção integral do Instituto, permitindo assim a continuidade nas atividades didáticas e de pesquisa, através de convênios (163 e 163 A) com a U.F.M.G. e interveniência da FUNDEP.

Em julho de 1978 seu corpo docente é incorporado a UFMG ficando ainda o pessoal de apoio vinculado a FUNDEP.

Atividade de Ensino

A atividade prioritária do Centro são os cursos de mapeamento geológico. São ministrados em caráter curricular e extra-curricular. Com o aumento no número de convênios com as Universidades existe uma tendência a reduzir o número de estágios extra-curriculares em favor dos curriculares, visto estes serem prioritários. A figura 2 relaciona o número de estagiários por ano de 1970 a 1979 levando em consideração o fator curricular ou não, com as universidades de origem.

Com o crescente interesse nos estágios e uma consolidação das atividades docentes, logrou-se diversificar a oferta. Enquanto que inicialmente era oferecido apenas o chamado Estágio II, atualmente as opções são as seguintes:

Estágio II - Duas semanas de duração.
Introdução teórica com dois dias de excursão regional. Sete dias de mapeamento em escala 1:25.000 (ou 1:10.000) - áreas de aproximadamente 36 km^2. Três dias para confecção de relatório e mapas geológicos e de pontos. Principalmente de caráter curricular, objetivando aprendizado de técnicas de mapeamento e de confecção de relatórios. Participação até 30 estagiágios.

Estágio III - Três semanas de duração.
Introdução teórica com dois dias de excursão regional. Doze dias em atividade de mapeamento, escala de 1:25.000 até 1:5.000, áreas de extensão variável em função dos objetivos. Quatro a cinco dias para confecção de mapas e relatórios.

Objetivos: mapeamento geológico com tema específico, como estratigrafia, sedimentologia, estrutural e petrografia, para desenvolvimento do senso crítico frente a determinados problemas. Estágios mais frequentemente em caráter extra curricular para 10 a 20 estagiários. Pré-requisito: um estágio de mapeamento anterior.

Estágio IV - Duração em torno de quatro semanas. Introdução teórica com excursões de um a três dias. Atividades de campo alternadas com laboratório.
Objetiva planejamento e execução de um mapeamento ou de um trabalho em setor específico como estratigrafia, petrografia, sedimentologia, estrutural ou geologia econômica.
Este estágio pode ser desenvolvido num trabalho de pós-graduação, pois implica numa atividade de campo de longa duração, além de requerer a aplicação crítica de todos os conhecimentos adquiridos durante o Curso de Geologia. Participação de 4 a 10 estudantes.

Cursos e Excursões - Conforme sejam necessários, são desenvolvidos Cursos ou Excursões de duração e objetivos variados como: excursões para geógrafos e geomorfólogos; cursos com excursões para licenciados em ciências; introdução ao meio físico para ciências, entre outros.

Mapeamento Geológico para Pós-Graduação - Com duração de um a seis meses os Cursos para Pós-Graduandos objetivam ampliar a esperiência de geologia de campo em áreas-problemas ou reciclagem, em caso de haver necessidade de adaptação, quando são desenvolvidos debates sobre sistemática de trabalho e objetivos em mapeamento geológico. Com a recente celebração de convênio com o DNPM, abrem-se novas e amplas perspectivas para pós-graduandos que, matriculados em cursos oficiais, tenham interesse em mapear a região do Espinhaço para tese de mestrado ou doutorado.

Todos os Cursos são orientados pelo Corpo Docente do Centro, sendo os estagiários assessorados no campo pela mesma equipe de professores. Assim existe um vínculo direto em termos de dimensionamento do Corpo Docente e Discente. Para as condições atuais dos cursos, há um quadro de seis professores a fim de permitir um rendimento satisfatório.

Além da assistência no campo os Cursos são complementados com orientação em gabinete, palestras periódicas sobre temas geológicos, sessões de diapositivos e filmes, além de excursões extras-curriculares.

Material necessário ao trabalho de gabinete é fornecido ao estudante (material de desenho, datilografia, laminação e microscópia) além de dispor de uma biblioteca com títulos específicos e genéricos.

Os Cursos Curriculares são ministrados sempre com a participação de pelo menos um professor da respectiva Universidade a fim de possibilitar o enquadramento daqueles na sistemática de cada escola de Geologia.

Na figura 2 são enumeradas as Universidades que participam nas atividades do Eschwege, podendo ser observado um crescimento contínuo no número das mesmas. Em caráter curricular participam: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Ouro Preto, Universidade Federal do Pará, Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade de São Paulo, Universidade Federal do Ceará, Universidade Fe

deral do Paraná. Além das citadas, participam ainda em caráter extracurricular; Universidade de Brasília, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Universidade de Fortaleza, Universidade Federal do Mato Grosso, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Estadual Paulista e Universidade São Paulo.

Os cursos concentram-se principalmente nos meses de dezembro a março e junho a agosto, períodos de férias, que permitem uma maior flexibilidade nos cronogramas das Universidades. Várias escolas colocam os Cursos no período letivo, evidenciando a exequibilidade deste programa.

A programação do Centro inclue ainda o aproveitamento de temas para dissertação de mestrado e cujo desenvolvimento será efetuado em conjunto com as Universidades das quais provêm os pós-graduados, especialmente para o Convênio com o DNPM.

Em 1977 e 1978 foi feito também um convênio com o curso de pós-graduação em geomorfologia da Universidade de São Paulo, pelo qual se pretende iniciar um estudo morfo-estrutural da Serra do Espinhaço. Também já foram mantidos contatos iniciais para a concretização de Cursos de reciclagem e mapeamentos específicos para geólogos de empresas e companhias que atuam no ramo da geologia.

Para o cálculo do aproveitamento final do aluno no estágio, estão sendo levados em conta os seguintes elementos:

- Relatório Individual	Peso 1
- Notas de Campo (individual)	" 2
- Arguição oral (individual)	" 1
- Relatório Final (por grupo)	" 3

Para cada um dos itens acima, as notas variam de zero a dez.

4. ATIVIDADES DE PESQUISA E O PROJETO

Simultaneamente ao programa de ensino é desenvolvido no Centro um programa de pesquisas geológicas que objetiva um mapeamento sistemático da Serra do Espinhaço. Tal programa já vinha sendo desenvolvido há algum tempo, mas o convênio veio consolidá-lo.

O programa de pós-graduação com a Universidade de Freiburg / Alemanha, cobriu área superior a 45.000 km^2 na escala 1:100.000 e os Mapeamentos do DNPM/CPRM, PROJETO TRÊS MARIAS e JEQUITINHONHA, cobrem toda a região na escala 1:250.000. Ainda agora o Projeto Integrado do Espinhaço resumiu as informações disponíveis e comparou com a aerogeofísica e aerocintilometria, apresentando os resultados em escala 1:100.000 para a mesma área do Projeto.

Considerando-se o estágio atual do conhecimento geológico, os inúmeros problemas geológicos ainda existentes, o potencial metalogenético, o treinamento geológico e a base de operação, optou-se por desenvolver mapeamento em semi-detalhe na escala 1:25.000 de 1 grau quadrado, inicialmente, cujas coordenadas são 18°00 e 19°00 latitude Sul e, 43°00 e 44°00 longitude oeste, abrangendo as folhas topográficas IBGE 1:100.000 de Diamantina, Presidente Kubistchek, Serro e Rio Vermelho.

A insuficiência da cobertura aerofotográfica disponível, havendo apenas um vôo da drenagem da Bacia do São Francisco, executado pela Cruzeiro do Sul em 1962 na escala 1:25.000 e o vôo da USAF na escala 1:60.000 (1964-1966) que cobre o Estado de Minas Gerais, levou o DNPM, dado especialmente o interesse didático, a contratar cobertura adequada na escala 1:25.000 com a Embrafoto, cujos vôos iniciaram-se em junho de 1979.

Não se dispõe entretanto de base cartográfica adequada ainda, uma vez que não foi possível contratar a restituição aerofotogramétrica na escala 1:25.000. Optou-se então por utilizar ampliações fotográficas dos mapas do IBGE 1/100.000, até que se consiga superar o problema, não obstante a deficiência introduzida no produto final.

A escala do mapeamento proposto originalmente como sendo 1:25.000 recebeu sugestões de assessores do Projeto de que, dada a mono

tonia de certas faixas quartzíticas e complexidade da faixa gnáissica, talvez fosse conveniente mapear na escala 1:50.000. O tema foi discutido amplamente com outros assessores e interessados, mas ficou definido afinal como sendo a escala 1:25.000 a mais adequada.

Para o mapeamento da área do Projeto, 12.000 km^2, representada por 64 Quadrículas 1:25.000 com 186 km^2, há compromisso de obedecer o manual técnico do DNPM/CPRM e de envolver geólogos que desejam treinar ou especializar-se em geologia de campo, sejam graduandos ou graduados.

Dada a situação logística da Sede que é Diamantina, onde o Centro dispõe de infra-estrutura adequada, veículos, laboratórios, material de campo, desenho, alojamento, refeitório, etc., as zonas mais próximas de Diamantina num raio inferior a 60 km deverão ser mapeadas com graduandos conforme os estágios já tradicionais do Eschwege. As Quadrículas mais afastadas de Diamantina serão mapeadas por graduandos para servirem de relatório de graduação em seus cursos de origem, sob orientação de professor do Eschwege e ou pós-graduandos que preferencialmente estejam inscritos em cursos de pós-graduação oficiais e de acordo com seus orientadores, disponham a fazer de tema a tese sobre região envolvendo obrigatoriamente o mapeamento. Ao final do Projeto além do conhecimento da geologia da área, inúmeros trabalhos de tese serão disponíveis.

Como temas palpitantes a serem estudados já estão definidos os seguintes: mineralogia dos minerais pesados das aluviões diamantíferas; mineralogia dos minerais pesados dos metaconglomerados diamantíferos e brechas da Formação Sopa-Brumadinho; minerais pesados das sequências clásticas do Espinhaço; petrogênese das sequências metavulcânicas do Espinhaço e a provável origem do diamante; caracterização dos metaconglomerados e metabrechas do Espinhaço; caracterização dos tilitos Macaúbas; dolomitos do Macaúbas; depósitos de manganês do Espinhaço; superfícies de erosão do Espinhaço, geotectônica no Espinhaço; turfícias e paleoflorestas no Espinhaço; armadilhas diamantíferas nas aluviões; mineralogia do diamante do Espinhaço; geologia econômica do diamante do Espinhaço; o ouro e sua distribuição no Espinhaço: veios de quartzo auríferos, ouro neoformado nas aluviões do Jequitinhonha; relação de ouro e diamante na aluvião do Jequitinhonha; reciclagem do diamante na região de Diamantina; a faixa cromitífera de Serro e Alvorada de Minas; cristal de quartzo no Espinhaço; bauxita no Espinhaço; cromita na região de Gouveia; depósito de ferro e os itabiritos da região de Serro-Conceição do Mato Dentro; talco e esteatito da região de Serro; a faixa de rochas verdes do Complexo de Gouveia; tectônica e micro-tectônica no Espinhaço; fácies e variações de fácies no Espinhaço; geocronologia; correlações do Espinhaço e Quadrilátero, etc.

Ao dar início ao Projeto em julho de 1979, selecionou-se 8 quadrículas, sendo 5 nos arredores de Diamantina para serem concluídas até o final do ano com estagiários curriculares e com equipe de 2 graduandos para relatórios de graduação e 2 pós-graduados. Em função da experiência acumulada prevê-se que em 1980 serão mapeadas 12 Quadrículas, em 1981 vinte Quadrículas, em 1982 vinte Quadrículas e em 1983 quatro Quadrículas, num total de 64 Quadrículas.

Para 1980, já está definida a participação de pós-graduandos da UnB, UFRJ e da Universidade de Freiburg. A partir de 1981 o Projeto assumirá seu curso normal, com as montagens das equipes oriundas das diversas Universidades.

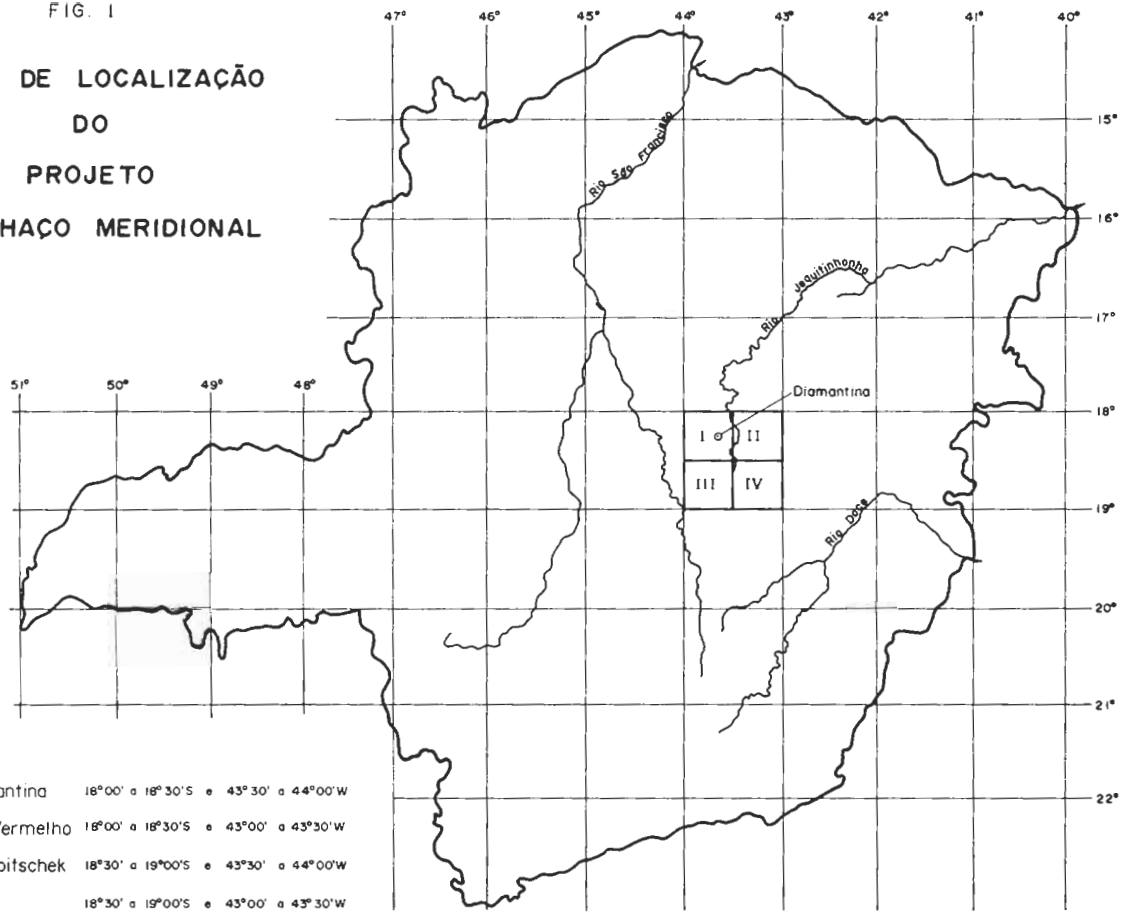
Os recursos previstos para o presente exercício da ordem de Cr$ 1.450.000,00 são suficientes. Para os 5 anos, embora previsto Cr$ 10.000.000,00 no convênio, é possível que haja defazagem de custos e necessidade de complementação.

Uma vez concluído o Projeto dentro dos objetivos propostos espera-se que os problemas geológicos atualmente existentes no Espinhaço encontrem solução, os recursos minerais sofram acréscimo de produção e que os treinamentos obtidos surtam efeito na geologia do Brasil.

Para o Centro de Geologia que, ao dar início a este arrojado Projeto, serviu de Sede e organisou este I SIMPÓSIO do NÚCLEO da SBG, representa um grande reforço para os trabalhos propostos haver contado com elevado número de participantes e contribuições a este evento.

FIG. 1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO ESPINHAÇO MERIDIONAL



I – FL. Diamantina 18°00' a 18°30'S e 43°30' a 44°00'W

II – FL. Rio Vermelho 18°00' a 18°30'S e 43°00' a 43°30'W

III – FL. P. Kubitschek 18°30' a 19°00'S e 43°30' a 44°00'W

IV – FL. Sêrro 18°30' a 19°00'S e 43°00' a 43°30'W

ESC. APROX. — 1 : 5 000 000

Fig. 2

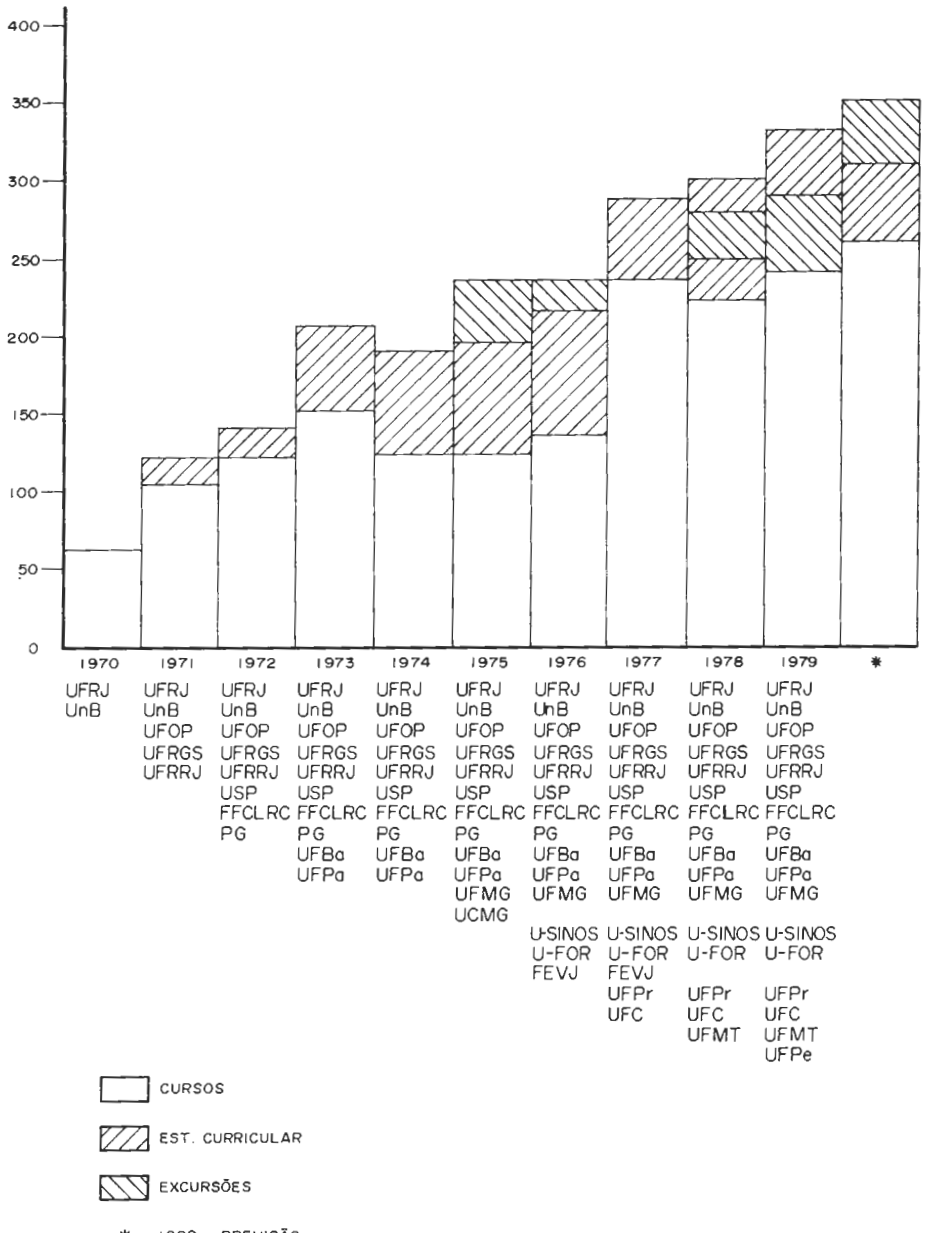
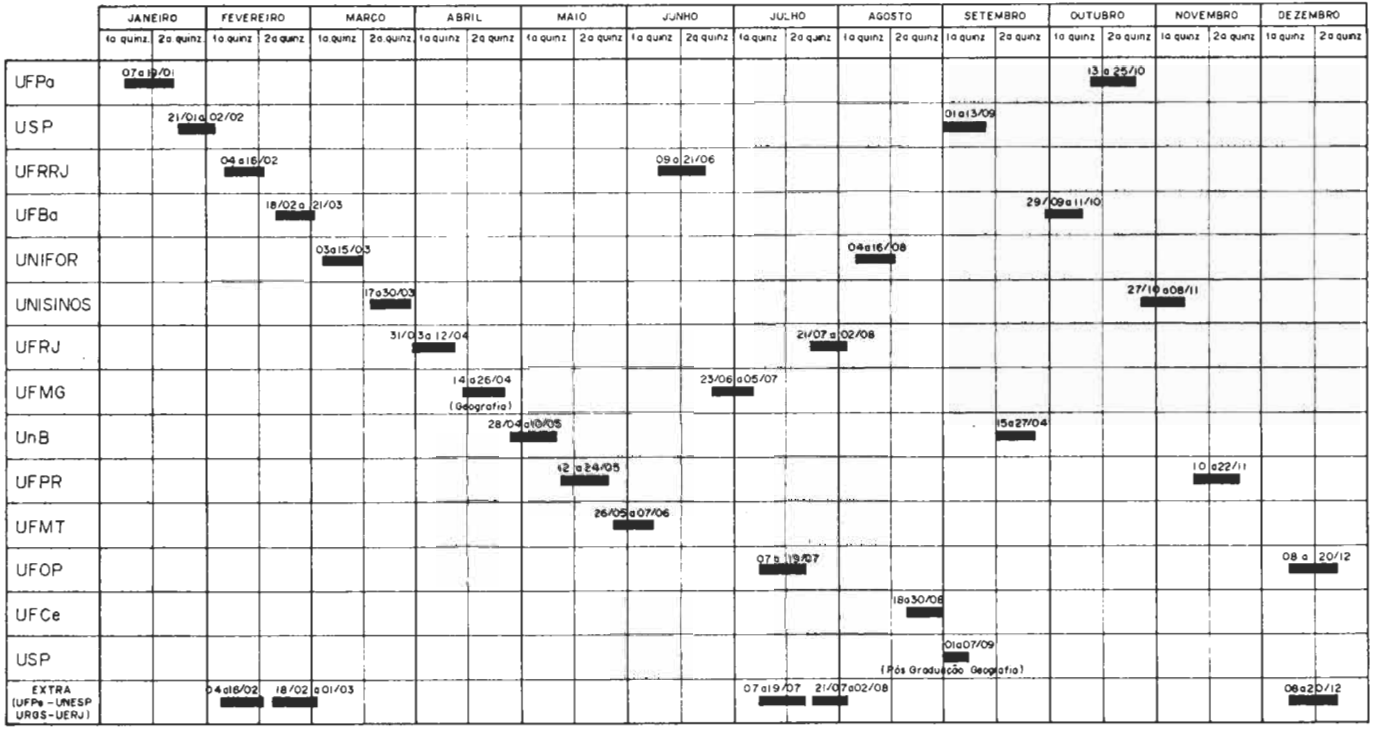

400
350
300
250
200
150
100
50
0
1970
UFRJ
UnB
1971
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
1972
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
1973
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
UFBa
UFPa
1974
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
UFBa
UFPa
1975
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
UFBa
UFPa
UFMG
UCMG
1976
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
UFBa
UFPa
UFMG
U-SINOS
U-FOR
FEVJ
1977
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
UFBa
UFPa
UFMG
U-SINOS
U-FOR
FEVJ
UFPr
UFC
1978
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
UFBa
UFPa
UFMG
U-SINOS
U-FOR
UFPr
UFC
UFMT
1979
UFRJ
UnB
UFOP
UFRGS
UFRRJ
USP
FFCLRC
PG
UFBa
UFPa
UFMG
U-SINOS
U-FOR
UFPr
UFC
UFMT
UFPe
*
CURSOS
EST. CURRICULAR
EXCURSÕES
* 1980 – PREVISÃO

Fig. 3

CRONOGRAMA ESTÁGIOS CENTRO DE GEOLOGIA ESCHWEGE 1980



1980

29 CURSOS

17 UNIVERSIDADES

317 ESTAGIÁRIOS

Fig. 4

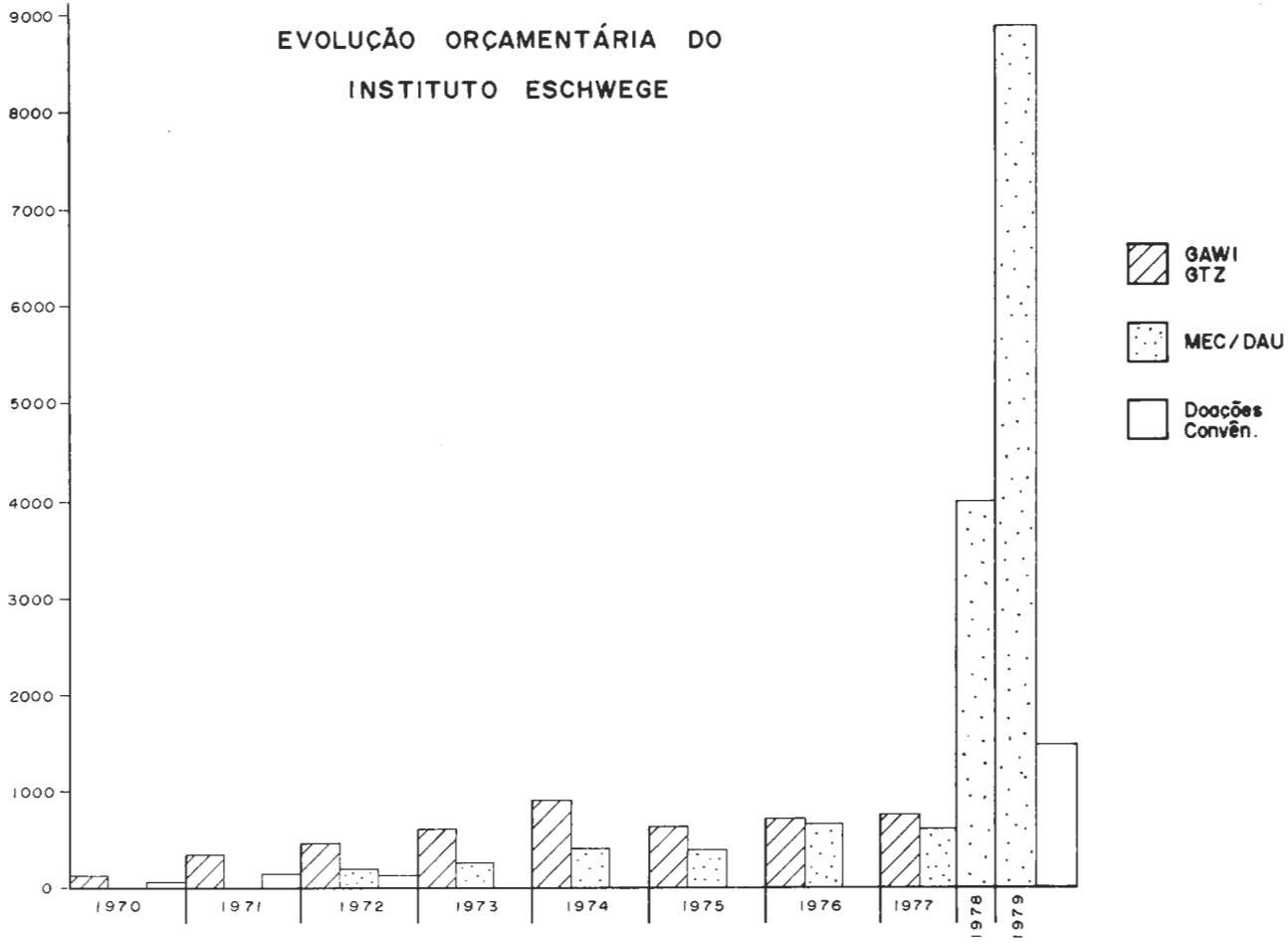

EVOLUÇÃO ORÇAMENTÁRIA DO
INSTITUTO ESCHWEGE
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
GAWI
GTZ
MEC/DAU
Doações
Convên.

Fig. 5

ÁREA MAPEADA POR PÓS-GRADUANDOS

TOTAL: 45000 Km² 1:100 000

3000 Km² 1: 25 000

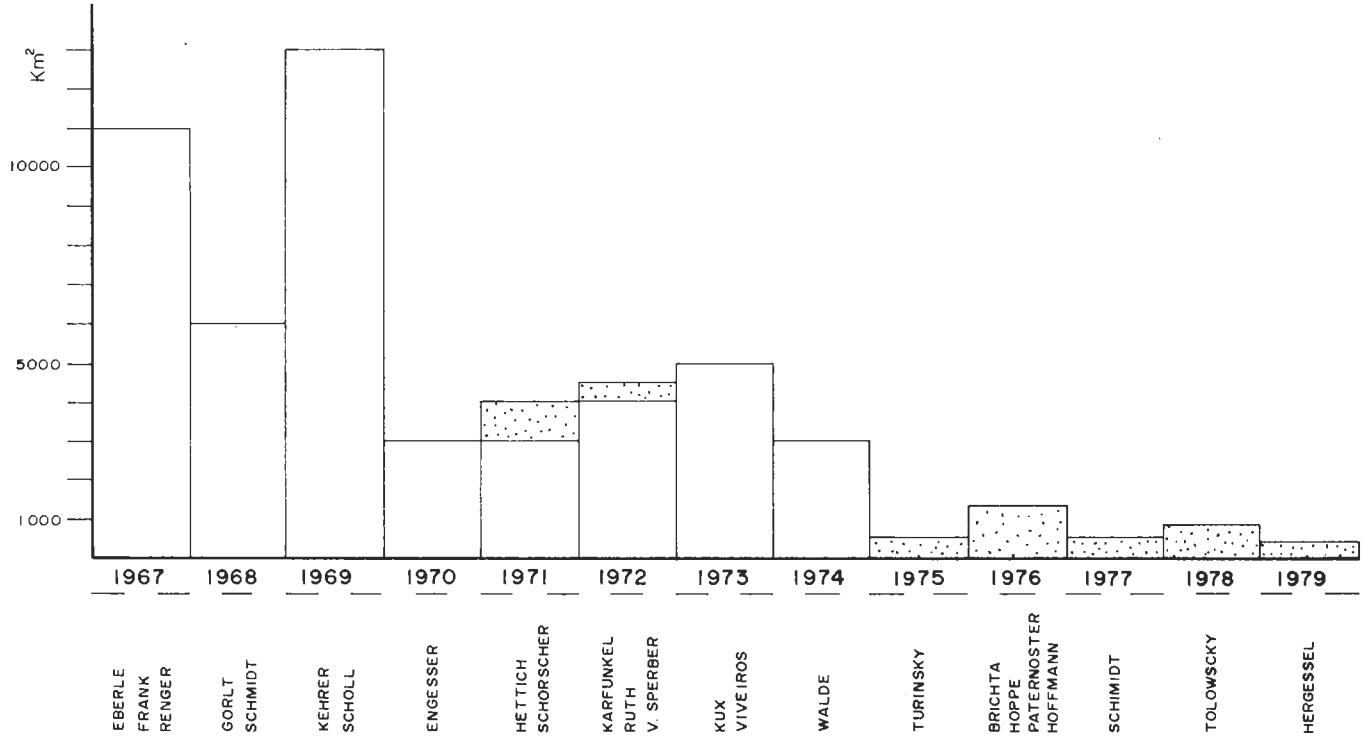


Fig. 6

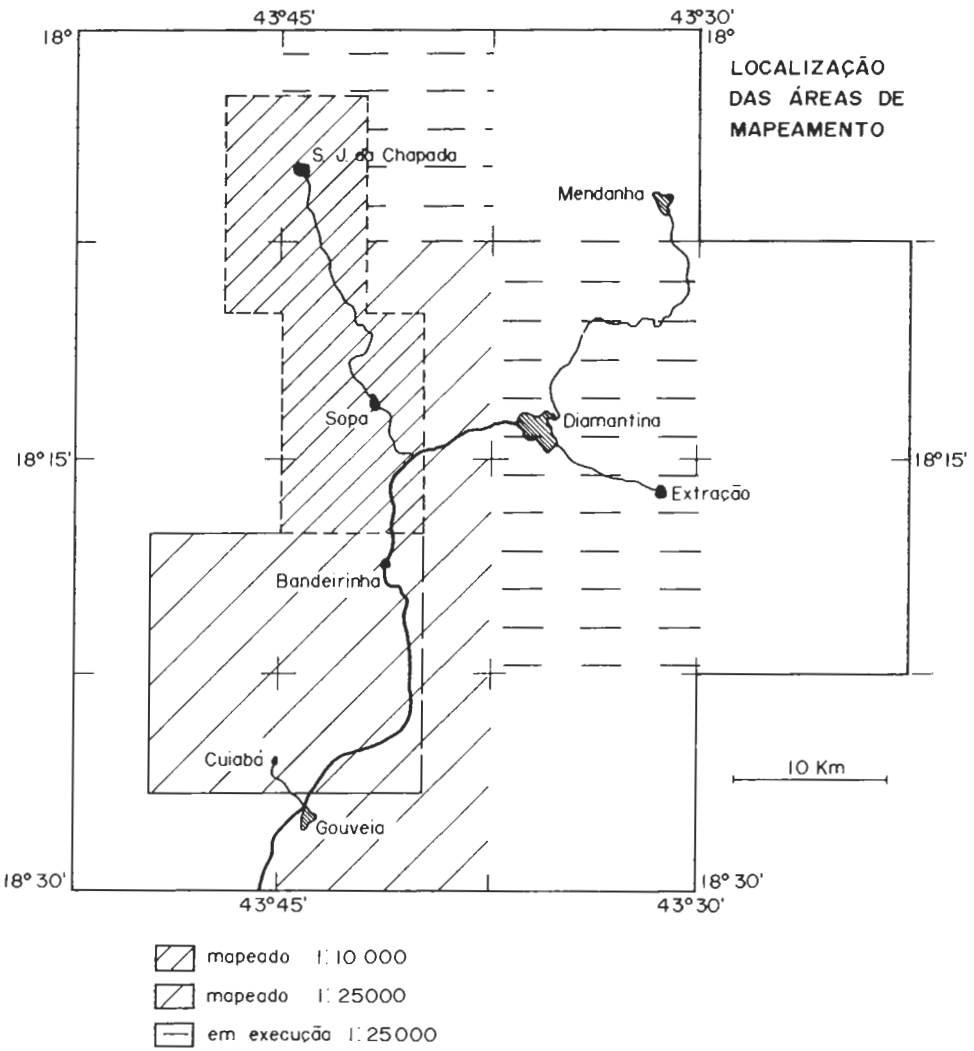
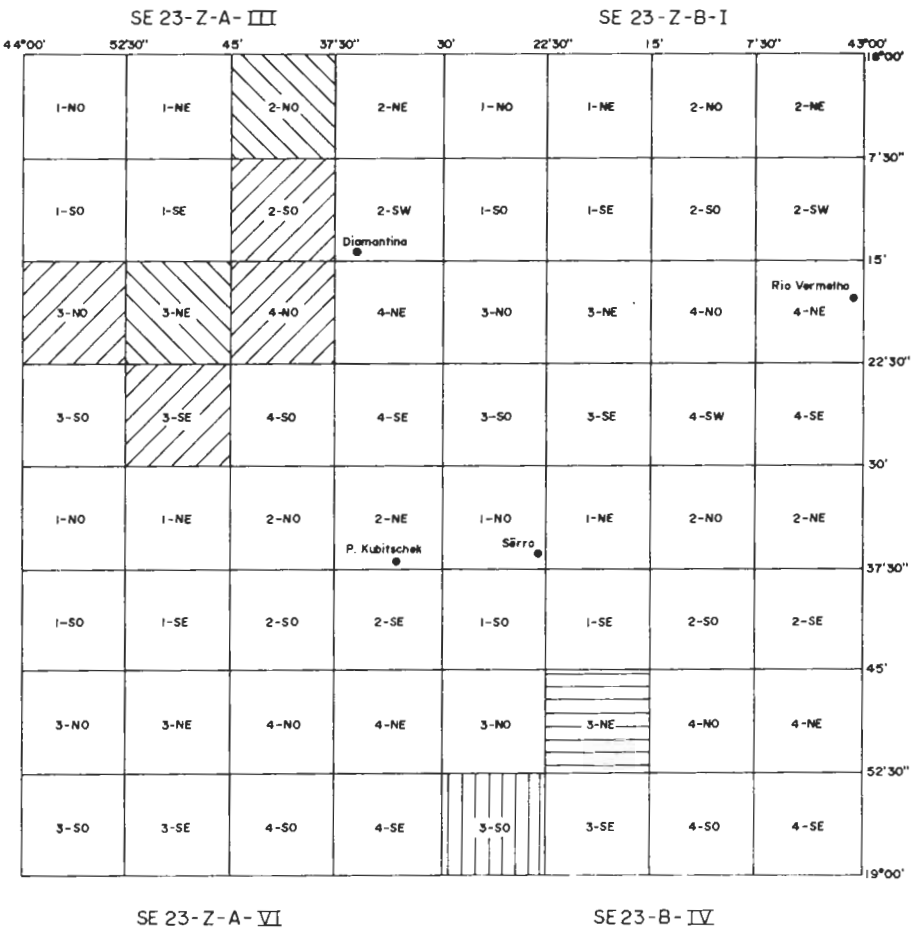

LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE MAPEAMENTO
43°45'
43°30'
18°
18°15'
18°30'
S. J. da Chapada
Mendanha
Sopa
Diamantina
Extração
Bandeirinha
Cuiabá
Gouveia
10 Km
mapeado 1: 10 000
mapeado 1: 25000
em execução 1: 25000

Fig. 7

PROJETO MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

Situação levantamento OUTUBRO / 79



Concluido T. Campo

2-SO SOPA
4-NO BANDEIRINHA
3-SE BARÃO DE GUAIAÇUI
3-NO CONSELHEIRO MATA

T. Campo em conclusão

2-NO S. JOÃO DA CHAPADA
3-NE BANANAL

Em mapeamento

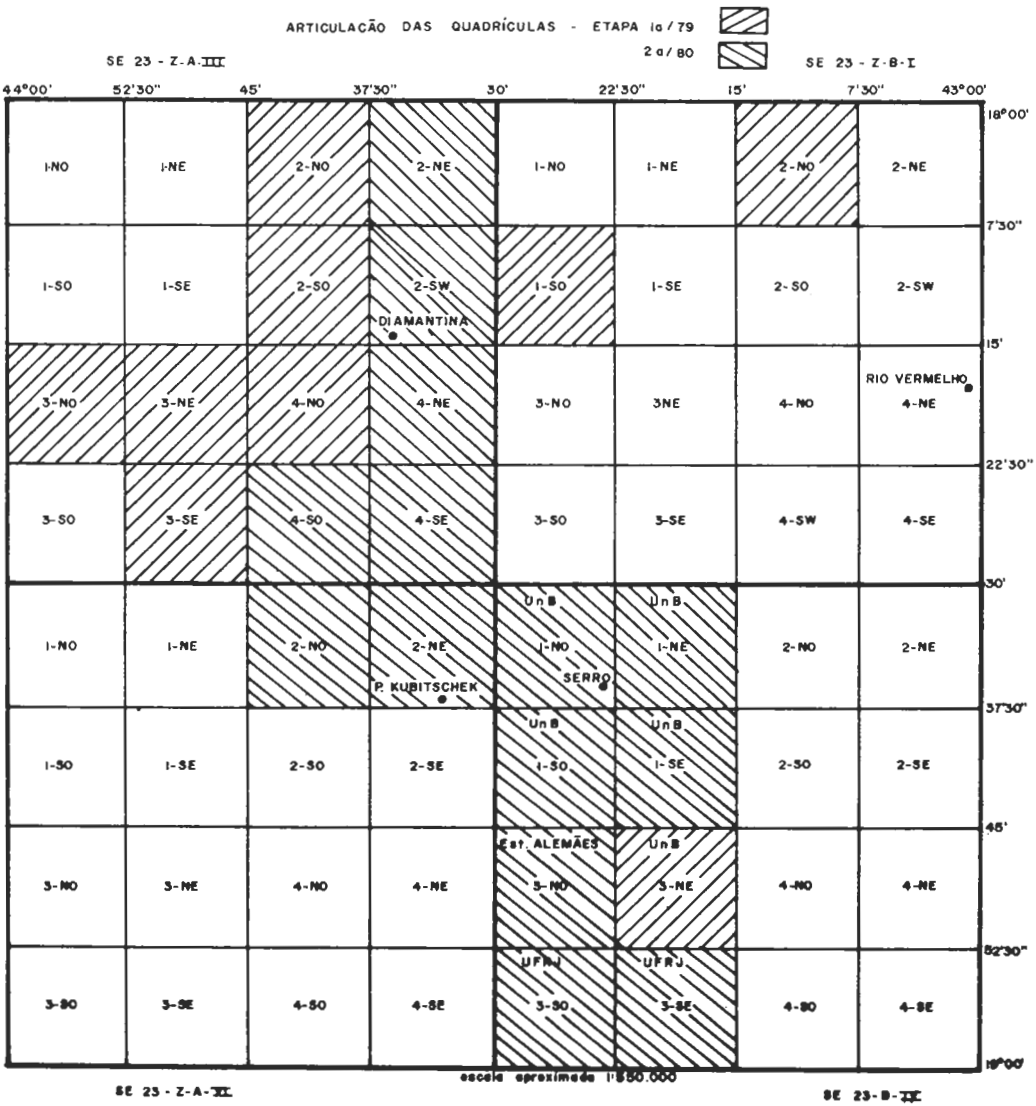
3-SO SAPO

Sem atividades

3-NE JACEM

Fig. 8

PROJETO "MAPEAMENTO GEOLÓGICO DETALHADO DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL"



SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

DIRETORIA EXECUTIVA

Presidente	Francisco Celso Ponte
Vice-Presidente	Giovani Toniatti
1.º Secretário	Vicente José Fúlfaro
2.º Secretário	Eurípedes Palazzo Silva
1.º Tesoureiro	Kenitiro Suguio
2.º Tesoureiro	Mário Jorge Gesteira Fonseca

CONSELHO DIRETOR

Gilberto Amaral
Víctor Dequech
José Caruso Moresco Danni
Aroldo Misi
Carlos Alfredo Bortoluzzi
Armando Márcio Coimbra
Gustavo Noronha Diniz
José Ferreira de Souza
Luiz Werneck de Castro Filho