

NÚCLEO MINAS GERAIS

SOCIEDADE BRASILEIRA
DE GEOLOGIA

BOLETIM Nº 4

HIPÓTESE SOBRE A ESTRUTURAÇÃO
DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO
COM BASE NOS DADOS DISPONÍVEIS

EDUARDO ANTONIO LADEIRA E
JOSÉ FRANCISCO M. DE VIVEIROS

1984

NÚCLEO MINAS GERAIS
SOCIEDADE BRASILEIRA
DE GEOLOGIA

BOLETIM Nº 4

"HIPÓTESE SOBRE A ESTRUTURAÇÃO
DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, COM
BASE NOS DADOS DISPONÍVEIS"

(SÍNTESE DA PALESTRA PROFERIDA EM 29/06/84, POR OCASIÃO
DA INAUGURAÇÃO DA SEDE PRÓPRIA DO NÚCLEO)

EDUARDO ANTONIO LADEIRA E
JOSÉ FRANCISCO M. DE VIVEIROS

1984

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - NÚCLEO DE MINAS GERAIS

DIRETORIA:

Presidente: Newton Litwinski

Vice-Presidente: Mauro Ruiz Alves Costa

1º Secretário: Luiz Francisco Pizarro Fragome
ni

2º Secretário: Antonio Carlos Pedrosa

1º Tesoureiro: Antonio Gomes de Araújo

2º Tesoureiro: Odílio José Marensi de Moura

Diretor de Publicação: José Francisco Martins de
Viveiros

Diretores Suplentes: Atauhalpa Valença Padilha
Carlos Alberto Rosière

Representante no Conselho Diretor: Wilson José
Guerra

Novo Endereço: Rua Aymorês, 562 - Sala 105
30000 - BELO HORIZONTE-MG
Fone: 224.4097

Hã um campo importante aberto à investi-
gação nas diãclases, clivagens de fratu-
ra e lineações múltiplas que completam o
"Movement Picture", o aspecto cinemático
do Quadrilãtero Ferrífero.

Aluizio Licínio de Miranda Barbosa, 1968

As the knowledge of the region grew and
evolved, interpretations made early in the
work, although seemingly well based at the
time, became obsolescent, just as many
interpretations made in this report will
also become obsolescent after more detailed
work is done in the future.

John Van N. Dorr zd, 1969

O trabalho ora em apresentação, não teria sido possível sem
os dados do Mapeamento Integrado do Quadrilãtero Ferrífero
pela equipe do DNPM-USGS e dos demais pesquisadores, mais
recentes, que nos antecederam.

ABSTRACT

The integration of available mapping and structural data for the Quadrilátero Ferrífero allows the recognition of six deformational events, D1 to D6 which affected the supracrustal metamorphosed rocks of the region.

The oldest deformational event D1 was deciphered in the Nova Lima Group of the Rio das Velhas Greenstone Belt, and produced isoclinal recumbent tight B1 folds, with axial plane foliation S1//So, transposition and overthrusts. B1 fold hinges had probable original trend of S65E and the corresponding vergence was from SW to NE.

The oldest deformational event deduced for the Minas Super group and Itacolomi Group, here termed D2, has remarkable features although these have been highly deformed by later events. D2 is also characterized by isoclinal recumbent tight B2 folds, with axial plane foliation S2, whose hinges, and associated "mullions" trended originally E-W; these were accompanied by generalized overthrusts and transposition. Original vergence was probably from S to N.

The D3 and D4 events produced tight asymmetric B3, B4 folds, and mullions, coaxial to B2 folds, and their S3 and S4 axial plane foliation caused a conspicuous lineation on S1 and S2 which parallel B2, B3 and B4 fold hinges. Transposition, shearing and thrusts are locally important. Vergence was from S to N.

Kink, "en chevron" and open folds with hinges B5 orthogonal to the earlier formed folds, and a generalized L5//B5 crenulation were generated by the D5 deformational event. Vergence was from E to W.

The last deformation D6 of brittle nature caused widespread fracturing, jointing, normal and high angle thrusts and uplifts of all Precambrian rocks of the region.

Particularly during the D3, D4 and D5 deformational events, granitic-gneissic domes were active and contributed to cause the steepening of all east-trending lineations to plunges of 45°.

With basis on the previous cited structures a tridimensional perspective model and a new stratigraphic column for the Quadrilátero Ferrífero are proposed.

DNPM - USGS (in DORR, 1969)							Este trabalho (LADEIRA, 1974-1979, 1980)							
Idade	Série	Grupo	Forma	Espessura	Idade	Super	Grupo	Forma	Espessura	Idade	Série	Grupo	Forma	Espessura
Terço	Secundário	Primário	Subsidiário	Max. (m)	Super	Subsidiário	Primário	Subsidiário	Max. (m)	Terço	Secundário	Primário	Subsidiário	Max. (m)
LITOLOGIA														
Canga, areias lacustres e fluviais, argila, cascalho, aluvião e colúvio					Continental					100				
Sedimentos lacustres e fluviais e lenhito subordinado					Continental					100				
Discordância angular e erosiva profunda														
Área tipo: ort quartzito e proto quartzito, conglomerado, "grit", Fácies Santo Antonio: proto quartzito, filito, quartzito filítico quartzito, conglomerado					Parálico					2000(?)				
					Malassa(?)					1000(?)				
Discordância angular e discordância erosiva profunda														
Clorita xisto e filito, estatuário, grauvaca, tilóide, conglomerado, quartzito, alguma formação ferrífera.					Eugeossinclinal					3000 +				
					Flysch									
Discordância erosiva local														
Filito e filito grafítico					Plataforma Estável					150				
Ortoquartzito					Plataforma Estável					175				
Filito quartzoso, filito dolomítico, dolomito silicoso					Plataforma Estável					410				
Quartzito ferruginoso, quartzito "grit", filito, filito ferruginoso, subordinadamente conglomerado e dolomito					Plataforma Estável					600				
Discordância erosiva local														
Dolomito, algum calcário, itabirito dolomítico, itabirito, filito dolomítico					Plataforma Estável					600				
Itabirito (formação ferrífera de fácies óxido) itabirito dolomítico, filito e dolomito subordinados					Plataforma Estável					350 +				
Filito, filito algo grafítico, subordinadamente metachert, e formação ferrífera de fácies óxido					Plataforma Estável					250				
Fácies parálica: ort quartzito, e "grit", conglomerado, filito					Plataforma Estável					1000				
Fácies tabular: quartzito sericitico, filito quartzoso, proto quartzito					Plataforma Estável					150				
Discordância erosiva local														
Filito dolomítico, formação ferrífera (fácies óxido) filito quartzoso					Plataforma Estável					300				
Ortoquartzito, conglomerado, "grit", quartzito conglomerado, filito quartzoso subordinado					Primitivo Parálico					1000				
Discordância erosiva e angular														
Proto quartzito, "grit", conglomerado, com filito e subgrauvaca subordinados					Eugeossinclinal Malassa					400 +				
Filito, quartzito filito, proto quartzito, grauvaca, conglomerado basal subordinado					Eugeossinclinal Malassa					1400				
Discordância erosiva local e possivelmente angular														
Filito, em grande parte clorita, grauvaca, formação ferrífera de fácies carbonáticas, metabasálticas e subordinadamente, quartzito, tilóides, conglomerado dolomítico. Háte 1000 m na covita de 2800 milhões de anos atrás.					Eugeossinclinal					4000 +				
					Flysch									
Não há dados de embasamento expostos no Quadrilátero Ferrífero; todas as rochas graníticas são intrusivas														
PROTEROZOICO														
Mínus														
Discordância erosiva local														
Filito dolomítico, formação ferrífera (fácies óxido) filito quartzoso					Plataforma Estável					300				
Ortoquartzito, conglomerado, "grit", quartzito conglomerado, filito quartzoso subordinado					Primitivo Parálico					1000				
Discordância erosiva e angular														
Proto quartzito, "grit", conglomerado, com filito e subgrauvaca subordinados					Eugeossinclinal Malassa					400 +				
Filito, quartzito filito, proto quartzito, grauvaca, conglomerado basal subordinado					Eugeossinclinal Malassa					1400				
Discordância erosiva local e possivelmente angular														
Grauvaca, xistos carbonáticos, quartzitos ímstusos, quartzito, conglomerados					Eugeossinclinal Malassa					400 a 600				
Formação ferrífera basáltica, xisto de argila, xisto, argiloso					Eugeossinclinal Malassa					500				
Sedimento gálico carbonático					Eugeossinclinal Malassa					40 a 150				
Forma de conglomerado intraterráqueo carbonático e "Chertose" filito					Eugeossinclinal Malassa					40 a 150				
Xistos verdes metabasálticos expulsores, xistos túfcicos, Metadiátrêmicas (lavas intrusivas)					Eugeossinclinal Malassa					3000				
Embasamento Granítico-Gnaissático					Eugeossinclinal Malassa									
ARQUEANO														
Rio dos Velhos														
Proto quartzito, "grit", conglomerado, com filito e subgrauvaca subordinados					Eugeossinclinal Malassa					400 +				
Filito, quartzito filito, proto quartzito, grauvaca, conglomerado basal subordinado					Eugeossinclinal Malassa					1400				
Discordância erosiva local e possivelmente angular														
Grauvaca, xistos carbonáticos, quartzitos ímstusos, quartzito, conglomerados					Eugeossinclinal Malassa					400 a 600				
Formação ferrífera basáltica, xisto de argila, xisto, argiloso					Eugeossinclinal Malassa					500				
Sedimento gálico carbonático					Eugeossinclinal Malassa					40 a 150				
Forma de conglomerado intraterráqueo carbonático e "Chertose" filito					Eugeossinclinal Malassa					40 a 150				
Xistos verdes metabasálticos expulsores, xistos túfcicos, Metadiátrêmicas (lavas intrusivas)					Eugeossinclinal Malassa					3000				
Embasamento Granítico-Gnaissático					Eugeossinclinal Malassa									

Tabela 1 - Coluna estratigráfica "padrão" para o Quadrilátero Ferrífero, Brasil, segundo DORR (1969) à esquerda e modificações propostas por LADEIRA (1980), à direita.

1. INTRODUÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero é, desde o Século XVII, uma conhecida província aurífera e ferrífera. Por esta razão, é uma das regiões mais estudadas do Brasil. Tratam-se, entretanto, de terrenos que sofreram deformação e metamorfismo polifásicos, que mascararam os caracteres originais das rochas e provocaram a repetição de estratos, dificultando o estabelecimento da ordem de deposição dos mesmos. Isto só é possível com o auxílio de feições primárias preservadas, bem como com a perfeita caracterização de todos os eventos deformativos.

A Tabela 1 mostra a coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero, na versão clássica de DORR II (1969) e na de LADEIRA (1980). A análise estrutural regional, resultante da integração dos trabalhos realizados à partir da década de 70, permite, entretanto, o estabelecimento de uma nova hipótese quanto à sua estruturação, com importantes implicações estratigráficas. Estes novos resultados serão submetidos a seguir:

2. ESTRUTURAS

2.1 EVENTOS DEFORMATIVOS

Os eventos deformativos aqui estabelecidos, em número de 06 (seis) foram definidos por conjuntos de elementos estruturais planares e lineares em todas as escalas. Os critérios de diferenciação entre estes eventos foram a observação da superposição de estruturas e a análise de interferências em modelos tridimensionais.

Foram enumeradas, apenas, as deformações sofridas pelas rochas dos Supergrupos Rio das Velhas e Minas. O embasamento sofreu outros eventos que, entretanto, não puderam ser definidos no escopo deste trabalho.

O evento deformativo mais antigo (D1) reconhecido nas sequências supracrustais, o foi no Grupo Nova Lima do Supergrupo Rio das Velhas (LADEIRA, 1980). Este evento produziu dobras recumbentes, com charneiras intersectadas pela foliação S1. Esta foliação foi acompanhada por generalizada transposição, de modo a romper certas camadas. A vergência deste evento foi, provavelmente, de SW para NE.

No Supergrupo Minas, o evento deformativo mais marcante foi o segundo (D2) do Quadrilátero Ferrífero. Suas feições foram deformadas em todos os eventos posteriores, sendo, porém, inconfundíveis. A foliação plano-axial (S2) é a mais penetrativa de todas e o intenso cisalhamento é evidenciado pela transposição generalizada em todas as escalas. A direção das charneiras de dobramento e a vergência relacionada a este, ainda não puderam ser definidas com absoluta segurança. Suspeita-se, contudo, que sejam, res-

pectivamente, E-W e N, com base em algumas poucas estruturas relicticas deste evento.

Os eventos **D3** e **D4**, são caracterizados por dobramentos apertados, co-axiais. A feição mais proeminente das estruturas destes eventos é a lineação que suas foliações plano-axiais provocam ao interceptar **S2**. Estes dois eventos, possivelmente, podem ser enquadrados em uma única fase de formação, cuja vergência é, ainda, para Norte.

O evento **D5**, tem direção geral N-S sendo, portanto, transversal a todos anteriores. É caracterizado por dobras abertas ou por dobras de charneiras aguçadas, tipo "kink" ou "en chévron".

O último evento (**D6**), corresponde a fraturamento generalizado, já se situando, ao contrário dos anteriores, no domínio rúptil.

2.2 ELEMENTOS DA PRIMEIRA DEFORMAÇÃO

2.2.1 Dobras (F1)

As dobras **F1**, são dobras recumbentes ou deitadas anisópacas. A transposição que acompanha o dobramento, faz com que este, geralmente, só seja reconhecido por feições tipo "cabo de bengala", charneiras espiraladas isoladas e dobras intrafoliais.

2.2.2 Foliações Plano-Axiais (S1)

A foliação plano-axial **S1** é uma xistosidade que, quase invariavelmente, paraleliza ou subparaleliza o acamamento **S0** do Supergrupo Rio das Velhas, quando este é constável.

2.2.3 Lineações (L1)

As lineações **L1** são caracterizadas pela interseção de **S0** VS **S1**, crenulações, estrias, orientação mineral, linhas de boudins e mullions. **L1** paraleliza **B1**. Devido às deformações posteriores **L1** e **B1** foram reorientados, mas têm dois máximos de atitudes **N60E/35** e **S60E/35**, dispendo-se em guirlanda em torno de **L2** e **B2**.

2.3 ELEMENTOS DA SEGUNDA DEFORMAÇÃO

2.3.1 Dobras (F2)

As dobras **F2** são recumbentes isoclinais e também são extremamente difíceis de serem reconhecidas sem um exame minucioso dos afloramentos, devido à transposição intensa que teve lugar com esta deformação.

2.3.2 Falhas

As falhas que se produziram no evento **D2** são falhas de empurrão, de baixo ângulo e/ou cavalgamento, cuja foliação cataclástica coincide grosseiramente com a foliação plano-axial das dobras com as quais estão relacionadas. Como há muito vem sendo enfatizado por MIRANDA BARBOSA, pelas suas características, poderiam ser consideradas como casos de "megatransposição". Processos cataclásticos foram reconhecidos, localmente, nas sequências supracrustais e, de forma generalizada, ao longo de seus contatos com o embasamento (MENEZES FILHO et al., 1977; BRAUN & BATISTA, 1978; VILLAGA, 1981). Devido ao conhecimento precário da evolução geológica anterior à **D2** não se sabe, ao certo, se estes processos são contemporâneos e/ou anteriores a este evento.

2.3.3 Foliações Plano-Axiais (S2)

O tipo preferencial de foliação deste evento é a xistosidade. Eventualmente, ela pode ocorrer acompanhada de outros tipos, tais como: bandeamento e/ou orientação preferencial do contorno de grãos.

2.3.4 Aleitamento de Transposição

Para as rochas do Supergrupo Minas, o aleitamento acima referido é superimposto e coincide também com a própria estratificação (S0).

2.3.5 Lineações (L2)

As lineações correspondentes a este evento, dificilmente podem ser individualizadas, pelas razões abaixo:

- .as lineações de interseção e charneiras de dobras confundem-se com as de mesmo tipo dos eventos D3 e D4;
- .as lineações de deslizamento foram dobradas em todos os eventos posteriores.

2.4 ELEMENTOS DA TERCEIRA E QUARTA DEFORMAÇÕES (D3 e D4)

2.4.1 Dobras (F3,4)

As dobras **F3,4** são apertadas e co-axiais. As charneiras de dobramentos orientam-se, geralmente, segundo Leste, com caimentos muito variáveis. A distinção entre as feições geradas nos dois eventos é feita pelos elementos de redobramento e pelo eventual desenvolvimento de duas foliações plano-axiais. De qualquer forma, é possível que a evolução destas dobras tenha sido numa única fase de deformação.

2.4.2 Falhas

Nestes dois eventos ocorrem, ocasionalmente, falhas de empurrão de alto ângulo.

2.4.3 Foliações Plano-Axiais

As foliações **S3** e **S4** são bem menos penetrativas que **S1** e **S2** e de tipos variáveis, de acordo com as litologias em que estão impressas. Sequências quartzíticas exibem clivagem de fratura, filitos e xistos, clivagem de transposição ou clivagem de crenulação e itabiritos apresentam foliação de transposição incipiente.

2.4.4 Lineações (L3,4)

As lineações de interseção formadas nos eventos **D3** e **D4** são as mais proeminentes do Quadrilátero Ferrífero. Isto é explicado pela co-axialidade dos dobramentos mencionados e pelo notável desenvolvimento da foliação **S2** sobre a qual tais lineações se imprimem.

As lineações minerais **L3MIN** e **L4MIN**, confundem-se entre si e com **L2MIN**.

2.5 ELEMENTOS DA QUINTA DEFORMAÇÃO (D5)

2.5.1 Dobras (F5)

As dobras relacionadas ao quinto evento deformativo são dobras abertas, "en chévron" e "kinks". Estas dobras têm amplitudes métricas ou decamétricas, não se individualizando em escala regional. As charneiras destes dobramentos estão orientadas, geralmente, para NNE.

2.5.2 Falhas

As falhas decorrentes desta deformação são falhas normais e empurrões de alto ângulo, cujas superfícies são paralelas à foliação plano-axial. Tais falhas traduzem em escala mesoscópica e macroscópica a clivagem de transposição.

2.5.3 Foliação Plano-Axial (S5)

A foliação plano-axial **S5** é representada por clivagem de transposição ou clivagem de crenulação. Estas feições só podem ser percebidas em litologias incompetentes, como filitos, xistos e bandas de hematita especular. Quando aparecem, contudo, são muito nítidas, podendo, em casos extremos, transpor incipientemente **S2**.

2.5.4 Lineações (L5)

As lineações **L5** são lineações de interseção **S4 x S0**, **S1**, **S2**, **S3**; crenulação e lineações minerais, todas paralelas aos eixos de dobramentos **B5**.

2.6 ELEMENTOS DA SEXTA DEFORMAÇÃO (D6)

A sexta deformação, de natureza rúptil, produziu generaliza do fraturamento. Tratam-se de fraturas e juntas subverticais, nas seguintes direções: NE-SW, E-W, NW-SE e NNW-SSE. Falhas normais com tal direção também ocorrem no Quadrilátero Ferrífero.

3. MODELO TRIDIMENSIONAL INTEGRADO

3.1 A MACROESTRUTURA

Acrescentando-se ao mapa geológico escala 1:150.000, do Convênio DNPM/USGS, compilado por DORR II (1969), dados estruturais mais recentes, chega-se a um modelo tridimensional integrado bastante diverso dos até agora propostos.

Neste modelo (Figura 1), os chamados sinclinais Moeda, Dom Bosco, Santa Rita e Gandarela, bem como a faixa ao longo da Serra do Curral, constituíam um único sinclinal préterito recumbentemente estruturado na primeira fase deformativa do Supergrupo Minas (D2) e redobrado nas fases seguintes. Para a reconstituição desta grande obra, considera-se como camadas guia o Grupo Itabira e o Subgrupo Cercadinho-Fecho do Funil (MIRANDA BARBOSA, 1968). Ao longo do sinclinal, o contato entre os Supergrupos Rio das Velhas e Minas aparece, localmente, fragmentado, devido aos cavalgamentos do segundo evento, com frequentes repetições e omissões de camadas. O Complexo de Bação, por sua vez, é um do mo gnaissico manteado que perfura o Supergrupo Rio das Velhas.

3.2 IMPLICAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Em terrenos pré-cambrianos metamórficos, onde o estabelecimento da coluna estratigráfica baseia-se, tão somente, na lito-estratigrafia, os aspectos estruturais são de fundamental importância. Por outro lado, estratos petrográfica e estruturalmente indistinguíveis devem ser englobados nas mesmas unidades, pois sempre é provável a ocorrência de repetições por dobras e/ou falhas.

A coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero aqui proposta (Tabela 3), leva em conta o modelo tridimensional integrado da região e o fato que qualquer unidade anteriormente descrita pode ser enquadrada numa das seguintes associações:

- (1) "Complexos Granito-Gnaissicos" (Granito; gnáises, migmatitos e metamáficas e metaultramáficas de idades diversas)
- (2) "Sequências Vulcano-Sedimentares" (Grupo Nova Lima e partes dos Grupos Maquiné e Sabará)
- (3) "Sequências Clásticas" (partes dos Grupos Maquiné, Tamanduá, Itacolomi e todo o Grupo Caraça)
- (4) "Sequência Química" (Grupo Itabira)

TABELA 2: EVOLUÇÃO DEFORMACIONAL DAS SEQUÊNCIAS SUPRACRUSTAIS DO QUADRILÁTERO PIRAJIBERO

DEFORMAÇÃO	UNIDADES ENVOLVIDAS	DOBRAMENTO TIPOS	CHAMERINHO	FOLIACIÕES TIPO	TRANSPOSIÇÃO	LINHAÇÃO TIPO	PARÂMETROS/ PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO	INFLUÊNCIA DOS COMPLEXOS CRÁSTICOS EMALTIÇOS NA ESTRUTURAÇÃO	REFERÊNCIAS
D1	NE (7) VELHAS	F1 ISOCLINAL MECIBENTE (13)	MODE/35 S06/35 (13,17)	S1 XISTOGENESE BANDAMENTO (13, 17)	INTERNA SICÓ (12)	L1 L. MINERAL L. INTERSEÇÃO NOLITONS BOLÍONS BARRAS DE QZ (13, 17)	CANALIZAMENTOS/ EMPURECIMENTO DE BAIXO ANGULO (13)	ATIVA (13)	(1) DORR II et al (1977) (2) MARRADA BARBOSA (1960) (3) GUYVASSÉS (1966)
D2	NE (7) (7, 10, 12, 13) DAS VELHAS E MINAS (E ITACOLOMITE?)	F2 ISOCLINAL RECIBENTE (6, 7, 10, 12, 15, 16, 18, 19)	E (18, 19)	S2 XISTOGENESE BANDAMENTO (1, 2, 19)	INTERNA Q2,12,13,15, 18,19)	L2 L. MINERAL L. INTERSEÇÃO NOLITONS BOLÍONS BARRAS DE QZ (7, 10, 10, 12, 15, 16, 17, 19)	CANALIZAMENTOS/ EMPURECIMENTO DE BAIXO ANGULO (1, 2, 3, 4, 5, 6, 15, 16, 17, 19)	ATIVA (1, 2, 3, 5, 13, 18)	(4) EICHLER (1968) (5) DORR II (1969) (6) TÖRRES, GEISEL E VAZ DE MELO (1969) (7) FEISCHER E ROUTHIER (1973) (8) LACZY E LADREJA (1976)
D3	N DAS VELHAS E MINAS (E ITACOLOMITE?)	F3 ABERTADO, INVERTIDO (9, 11, 14, 15, 18, 19)	E	S3 CLIVAGENS DE TRANSPOSIÇÃO DE CRENULA - ÇÃO E DE FOLIA TORNA, (13, 16, 19)	MODERADA DE CRENULA - LOCALMENTE) (13, 18, 19)	L3 L. MINERAL L. INTERSEÇÃO CREMULIÇÕES (9, 11, 14, 15, 18, 19)	ANGULO MODERADO (6, 15, 18, 19)	ATIVA	(9) CUBA, QUADRE E ROSIÈRE (1979) (10) PÉRES (1979) (11) HACKSACHER (1979)
D4	N DAS VELHAS E MINAS (E ITACOLOMITE?)	F4 ABERTADO, DIVERGENTE (9, 11, 14, 15, 18, 19)	E	S4 CLIVAGENS DE TRANSPOSIÇÃO DE CRENULA - ÇÃO E DE FOLIA TORNA, (13, 16, 19)	MODERADA DE CRENULA - LOCALMENTE) (13, 18, 19)	L4 L. MINERAL L. INTERSEÇÃO CREMULIÇÕES	EMPURECIMENTO DE ANGULO MODERADO	ATIVA	(12) GROSSI SADI E PINTO (1980) (13) LADREJA (1980)
D5	N (5, 7, 10) DAS VELHAS E MINAS (E ITACOLOMITE?)	F5 ABERTADO, EN CHEVRON KINK (9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19)	N	S5 CLIVAGENS DE TRANSPOSIÇÃO DE CRENULA - ÇÃO E DE FOLIA TORNA, (7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19)	INEXISTENTE A MODERADA	L5 L. MINERAL L. INTERSEÇÃO CREMULIÇÕES (7, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19)	PAUJAS MODERADAS E EMPURECIMENTO DE ALTO ANGULO CALDEZAS. (18, 19)	PASSIVA (2, 7)	(14) GLOCKNER (1981) (15) LADREJA et al (1981) (16) GAL (1983)
D6	- DAS VELHAS E MINAS (E ITACOLOMITE?)	F6 ARQUEAMENTO TO. (5, 7, 13, 15, 18)	N	S6 JUNTAS (5, 7, 9, 11, 14, 15, 18)	-	-	PAUJAS MODERADAS (4, 5, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 18)	PASSIVA	(17) OLIVEIRA et al (1983) (18) LADREJA et al (1983) (19) VITELROS (1984)

FIG. 1

ESBOÇO DA ESTRUTURAÇÃO PARA O QUADRILÁTERO FERRÍFERO

SEGUNDO LADEIRA E VIVEIROS (1984)

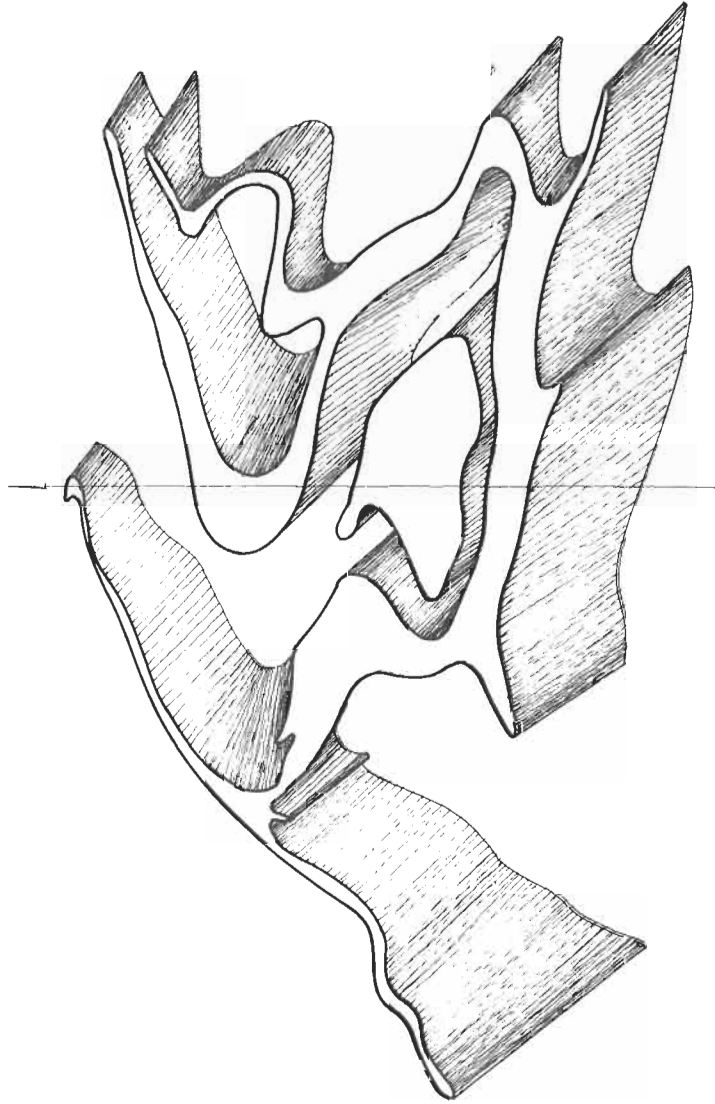
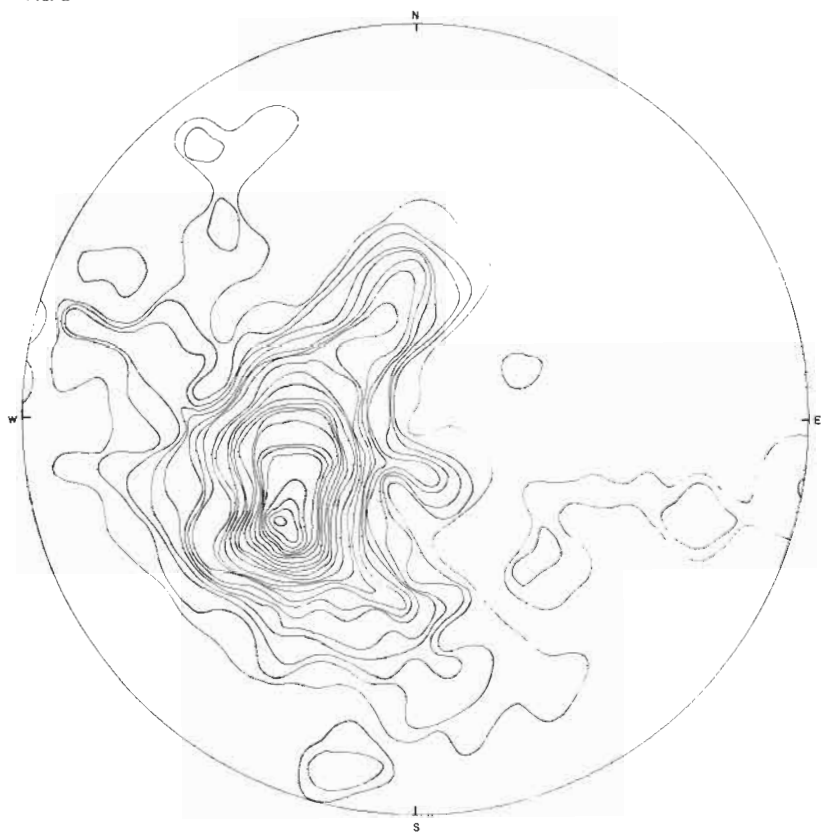
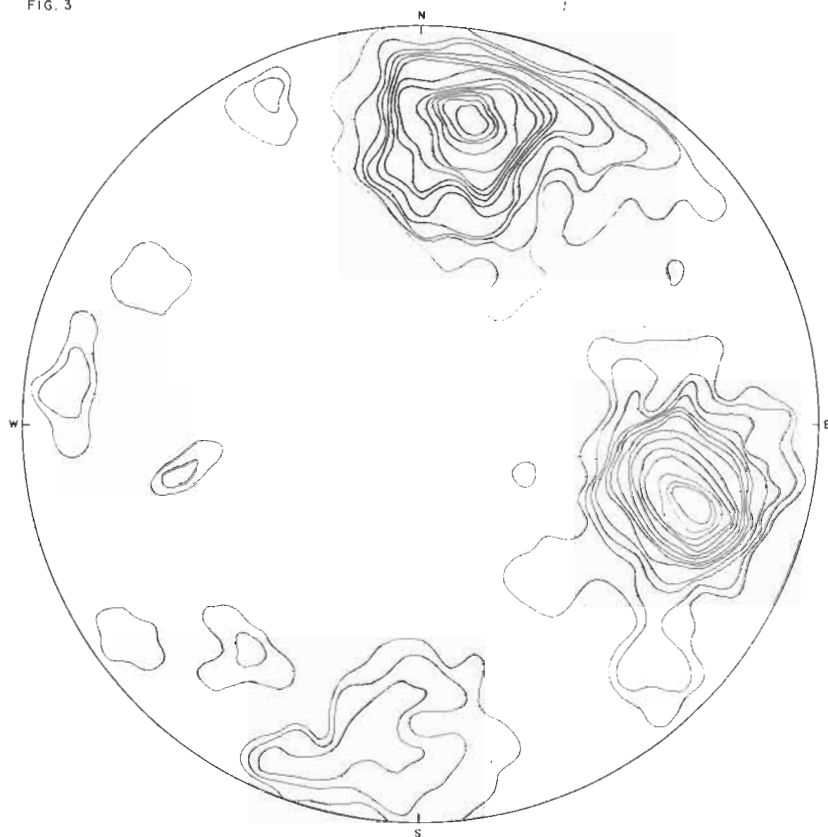


FIG. 2



REGIÃO DE TIMBOPEBA
SUPERGRUPOS RIO DAS VELHAS E MINAS
FOLIAÇÕES - PONTOS POLARES - DIAGRAMA SINÓPTICO
212 PONTOS
CONTORNOS DE 2 A 24 POLOS

FIG. 3



REGIÃO DE TIMBOPEBA
SUPERGRUPOS RIO DAS VELHAS E MINAS
LINEAÇÕES - DIAGRAMA SINÓPTICO
163 PONTOS
CONTORNOS DE 2 A 16 MEDIDAS

TABELA 3

**COLUNA ESTRATIGRÁFICA PRECAMBRIANA PROPOSTA PARA O
QUADRILÁTERO FERRÍFERO**

Grupo Itacolomi(?)

**Supergrupo
Minas**

(5) Grupo Piracicaba

[Fm. Taboões
Fm. Barreiro
Fm. Fecho do Funil
Fm. Cercadinho

(4) Grupo Itabira

[Fm. Gandarela
Fm. Cauê

(3) Grupo Caraça

[Fm. Batatal
Fm. Moeda

(2) **Supergrupo Rio das Velhas** [Grupo Nova Lima

(1) **Embasamento Granito-Gnaissico**

- (5) "Sequência Mista Clástica e Química" (Subgrupos Cercadinho/Fecho do Funil e Taboões/Barreiro)

4. CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES

4.1 DE CARÁTER ESTRUTURAL

Os clássicos sinclinais e anticlinais do Quadrilátero Ferrífero, como vêm registrados nos mapas DNPM/USGS não seriam, na realidade, estruturas como tais, visto serem constituídos por dobras polifásicas. Assim, teremos:

- a. Os Sinclinais Moeda, Dom Bosco, Santa Rita, Ouro Fino e Gandarela foram gerados como um único sinclínório de charneiras B2 horizontais, da segunda fase deformativa D2, e se representam hoje como segmentos desse sinclínório pretérito resultantes dos redobramentos posteriores, cujas charneiras atuais de rumo aproximadamente para Leste e caimentos de 30-45° se situam na Serra de Rola Moça, Casa de Pedra e Mariana. Tais feições resultam de co-axialidade de B2, B3, B4 e, portanto, os sinclinais em epígrafe não se fecham para baixo como mostrados nas seções geológicas clássicas do Quadrilátero Ferrífero (cf. DORR II, 1969 - "Plate I").
- b. O "Anticlinal" de Mariana, analogamente é hoje um **antiforme reclinado**, cuja estruturação primitiva se deu durante D3, com caráter assimétrico a recumbente (charneira subhorizontal, sendo retomado durante os eventos D4 e D5, quando ocorreu então o empinamento de sua charneira).
- c. As grandes falhas de empurrão de baixo ângulo (cavalgamentos) mapeadas pela equipe do DNPM/USGS (e outros) são defendidas em geral, pelos autores; elas ocorreram principalmente durante a fase D2, evoluindo a partir de dobras recumbentes ou deitadas, localizando-se nos flancos inversos dessas dobras, que se atenuaram e se romperam, por cisalhamento e/ou transposição.
- d. O campo de tensões no Quadrilátero Ferrífero é muito mais complexo do que se supunha, pois cada um dos eventos deformativos teve seu campo tensional próprio, embora em alguns casos as tensões principais tenham tido, aproximadamente, a mesma orientação em eventos sucessivos.
- e. A vergência geral de Leste para Oeste para as estruturas do Quadrilátero Ferrífero, sugerida na literatura sobre a região, não corresponde a realidade. Isto porque as atuais orientações das feições que serviram para inferi-la (superfícies axiais e flancos inversos de dobras), foram resultantes do empinamento causado pelos eventos

deformativos D5 e D6.

- f. Os autores apoiam a hipótese de comportamento ativo (diapírico) dos domos granito-gnáissicos, aventada por pesquisadores anteriores, na estruturação do Quadrilátero Ferrífero.

4.2 DE CARÁTER ESTRATIGRÁFICO

- a. A Serra do Caraça retorna à sua condição de "locus typicus" da sequência homônima, ou seja, do Grupo Caraça com suas Formações Moeda e Batal.
- b. Os quartzitos da Serra de Ouro Branco, e das Seras do Ribeiro, Salto, região de Lavras Novas e do Frazão são correlativos da Formação Moeda. Por outro lado, a posição dos quartzitos do Pico da Bandeira e da Serra do Itacolomi permanece em discussão, tendo em vista que, no momento, as conclusões diferem, dependendo se o enfoque é sedimentológico ou estrutural.
- c. O Grupo Sabará é equivalente ao Grupo Nova Lima.
- d. Apoiar-se a existência de um embasamento granito-gnáissico, para as rochas supracrustais do Quadrilátero Ferrífero.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Geólogo Marcos Tadeu Vaz de Melo, Chefe do Distrito Sul da DOCEGEO, pelo interesse e apoio conferido a este trabalho.

BIBLIOGRAFIA

BRAUN, O.P.G. & BAPTISTA, M.B. (1978) Considerações Sobre a Geologia Pré-Cambriana da Região Sudeste e Parte da Região Centro-Oeste do Brasil. Anais da Reunião Preparatória para o Simpósio Sobre o Craton do São Francisco, SBG-Núcleo da Bahia, Publicação Especial nº 3, pp. 225-350, Salvador.

CORDANI, U.G., KAWASHITA, G., MÜLLER, G., QUADE, H., REIMER, V. & ROESER, H. (1980) Interpretação Tectônica e Petrográfica de Dados Geocronológicos do Embasamento no Bordo Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 52(4): pp. 785-799, Rio de Janeiro.

DORR II, J.N. van, GAIR, J.E., POMERENE, J.B. & RYNEARSON, G.A. (1957) Revisão da Estratigrafia Pré-Cambriana do Quadrilátero Ferrífero. Brasil, Departamento Nacional da Produção Mineral, Div.Fom.Prod.Min., 81: 31 p., Rio de Janeiro.

- DORR II, J.N. van, HERZ, N., BARBOSA, A.L.M. & SIMMONS, G.C. 1959/1961. Outline of the Geology of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Brasil, Dept.Nac.Prod. Min. Publ.Espec. 1: 120 p. Rio de Janeiro (Engl. and Port.).
- DORR II, J.N. van & MIRANDA BARBOSA, A.L. 1963. Geology and Ore Deposits of the Itabira District, Minas Gerais, Brazil. U.S.G.S. Prof. Pap. 341 C: 110 p. Washington.
- DORR II, J.N. van 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U.S.G.S. Prof. Pap. 641 A: 110 p. Washington.
- EICHLER, J. 1968. Geologie und Entstehung der Itabirischen Reicherze im "Eisernen Viereck" von Minas Gerais, Brasilien. Habil. Schrift TU Clausthal: 192 S.; Clausthal-Zellerfeld.
- FLEISCHER, R. & ROUTHIER, P. 1973. The "Consaguineous" Origin of a Tourmaline-Bearing Gold Deposit: Passagem de Mariana, Brazil. Econ. Geol. v. 68, nº 1: pp. 11-22.
- GAAL, G. 1983. Report on the Geological trip the Southern Minas Gerais in 06-17.03.1983. Rel.Interno DOCEGEO. 10p. Salvador.
- GAIR, J.E. 1962. Geology and Ore Deposits of the Nova Lima and Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais, Brasil. U.S.G.S. Prof. Pap. 341 A: 67p. Washington.
- GLÖCKNER, K.H. 1981. Lithostratigraphie, Sedimentologie, Tektonik und Metamorphose der Proterozoischen Itacolomi Serie bei Ouro Preto, Minas Gerais, Brasilien. Clausthaler Geowiss. Diss. 10: 221 S. Clausthal-Zellerfeld.
- GUBA, I., QUADE, H., ROSIÈRE, C.A. 1979. Análise Estrutural dos Jazimentos de Minério de Ferro de Morro Agudo, Água Limpa e Pico de Itabira, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Geologisches Institut, Technische Universität Clausthal. Texto Mimeografado, 28 p.
- GROSSI SAD., J.H. & PIVA PINTO, C. 1980. Geologia Estratigráfica e Estrutural da Mina do Germano, Mariana, MG. Relatório Inédito de GEOSOL para SAMARCO Mineração S. A., 25 p.
- GUIMARÃES, D. 1931. Contribuição à Geologia do Estado de Minas Gerais, Brasil. Serv.Geol.Miner. Brasil Bol. 55: 36 p. Rio de Janeiro.
- GUIMARÃES, D. 1951. Arqui Brasil e sua Evolução Geológica. Brasil.Dep.Nac.Prod.Miner., Div.Fom.Prod.Miner. Bol. 88: 80 p. Rio de Janeiro.
- GUIMARÃES, D. 1965. Considerações Sobre Dados Cronológicos

da América do Sul e Outros Continentes. Brasil. Dep. Nac. Prod. Miner., Div. Geol. Miner. Bol. 228: 4lp. Rio de Janeiro.

GUIMARÃES, D. 1966. Contribuição ao Estudo do Polimetamorfismo da Série Minas. Brasil. Dep. Nac. Prod. Miner., Div. Fom. Prod. Miner. Avulso 90: 54p. Rio de Janeiro.

GUIMARÃES, D., MELO, S.M. de & MELO, E.A.V. de 1967. O Complexo de Bação. Bol. Inst. Geol., Escola Fed. Min. Ouro Preto, 2(1): 1-12. Ouro Preto.

HACKSPACHER, P.C. 1979. Strukturelle und Texturale Untersuchungen zur Internen Deformation des Eisenreicherz-körpers der Grube "Aguas Claras" bei Belo Horizonte / Minas Gerais, Brasilien. Clausthaler Geol. Abh. 34: 164S. Clausthal-Zellerfeld.

HERZ, N. 1970. Gneissic and Igneous Rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. U.S.G.S. Prof. Pap. 641 B: 58p. Washington.

HERZ, N. 1978. Metamorphic Rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. U.S.G.S. Prof. Pap. 641C: 8lp. Washington.

HOBBS, B.E. & MEANS, W.D. & WILLIAMS, P.F. 1976. An Outline of Structural Geology. 571 S. New York (John Wiley & Sons).

LADEIRA, E.A. 1980. Metallogenesis of Gold at the Morro Velho Mine and in Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. University of Western Ontario, Unpubl. Ph.D. Thesis: 272p. London, Ontario/Canada.

LADEIRA, E.A. 1980. Gênese de Ouro na Mina de Morro Velho e no Distrito de Nova Lima, Minas Gerais, Brasil. XXXI Congr. Bras. Geol. Bol. 2: p.371. Camboriú.

LADEIRA, E.A. 1980. Geology, Petrography and Geochemistry of Nova Lima Group, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. 7. Geowiss. Lateinamer. Koll., Tagungsheft: 47-48. Heidelberg.

LADEIRA, E.A. 1981. Geologia e Gênese de Ouro da Mina de Morro Velho e no Distrito de Nova Lima, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Simp. Mineralizações Auríferas no Estado da Bahia, Secr. Minas e Energia, p.5.

LADEIRA, E.A. 1981. Primeiras Lavas com Almofadas ("pillows") Encontradas no Supergrupo Rio das Velhas, de Ida de Arqueana, no Quadrilátero Ferrífero e no Distrito de Pitangui, Minas Gerais. Ciências da Terra, 1 (1): 12-14. Lissabon.

LADEIRA, E.A. 1982. Brief Introduction to the Geology of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. II In

ternat.Sem. on Lateritic Proc. Field Guide Book, 5-17.

- LADEIRA, E.A., GOMES, N.S., LITWINSKI, N., MARQUEZAN, R.G., POLLI, G.O., VARAÇÃO, C.A.C., com a Colaboração de Universitários do DEGEO/EM/UFOP. 1981. Projeto Antonio Pereira. Convênio DOCEGEO/UFOP-EM-DEGEO. Relatório Inter no. 62p.
- LADEIRA, E.A., MENEZES, M.G. de & ROESER, H. 1982. Geological Field Trip from Belo Horizonte to Ouro Preto: Main Features, Stratigraphy and Tectonics of the Rio das Velhas and Minas Supergroup. Lateritic Crusts and Bauxite Deposits. II. Internat.Sem. on Lateritic Proc. Field Guide Book, 19-36.
- LOCZY, L. de & LADEIRA, E.A. 1976. Geologia Estrutural e Introdução à Geotectônica. 1.ed., 528p. São Paulo (Edit. Edgard Blücher), Brasília(CNPq).
- MAXWELL, C.H. 1972. Geology and Ore Deposits of the Alegria District, Minas Gerais, Brazil. U.S.G.S. Prof.Pap. 341 J: 72p. Washington.
- MENEZES FILHO, N.R. de, MATTOS, G.M.M. e FERRARI, P.G. 1977. Projeto Três Marias, Relatório Final - MME/DNPM/CPRM. Belo Horizonte, MG.
- MIRANDA BARBOSA, A.L. 1961. Tectônica do Quadrilátero Ferrífero. Soc.Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos, Semana Estudos Geológicos Econômicos do Quadrilátero Ferrífero, Bol. nº 1, p. 49-52, Ouro Preto.
- MIRANDA BARBOSA, A.L. 1968. Contribuições Recentes à Geologia do Quadrilátero Ferrífero. Conferência Mimeografada, Soc. Bras. Geol., Minas Gerais, 26p.
- OLIVEIRA, G.A.I., CLEMENTE, L.C., VIAL, D.S. 1983. Excursão à Mina de Ouro de Morro Velho. In Anais, II. Simp. Geol. Minas Gerais, Belo Horizonte, Soc.Bras.Geol., Núcleo Minas Gerais, Bol. n.3, p. 497-505.
- PADILHA, A.V., OLIVEIRA, S.D., SOARES, J.M.H. (sem data). Geologia da Folha de Acurui. Rel.Inédito. Inst. Geol. Aplicada. Páginas sem numeração.
- PIRES, F.R.M. 1979. Structural Geology and Stratigraphy at the Junction of the Curral Anticline and the Moeda Syncline, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. PhD Thesis. Michigan T. University, 220 pp.
- ROESER, H., ROESER, U.F., LADEIRA, E.A. & TOBSCHALL, H.J., 1982. The Petrological and Geochemical Evolution of the Basement of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Quinto Congr.Latinamer.Geol.Argent.Actas III: 675-690. Buenos Aires.
- ROSIÈRE, C.A. 1981. Strukturelle und Texturelle Untersu-

chungen in der Eisenerzlagerstätte "Pico de Itabira" bei Itabirito/Minas Gerais, Brasilien. Clausthaler Geowiss. Diss., g: 302S. Clausthal-Zellerfeld.

- SCHORSCHER, H. 1982. Internat.Symp.on Archean and Early Proter.Geol.Evolution and Metallogenesis. Abstracts and Excursions, Appendix 1-33. Salvador/Brazil.
- SIMMONS, G.C. 1968. Geology and Iron Deposits of the Western Serra do Curral, Minas Gerais, Brazil. U.S.G.S.Prof. Pap. 341C: 57p. Washington.
- SIMMONS, G.C. & MAXWELL, C.M. 1961. Grupo Tamanduã da Sêrie Rio das Velhas. Brasil.Dept.Nac.Prod.Mineral, Bol. 211: 31S. Brasilien.
- TOLBERT, G.E. 1964. Geology of the Raposos Gold Mine, Minas Gerais, Brazil. Econ.Geol. 59: 775-798. Lancaster.
- TORRES, D.D., GEISEL SOBRINHO, E. & VAZ DE MELO, M.T. 1969. A Jazida do Cauê: CVRD, Itabira, MG. In Congr.Bras.Geol. 23, Salvador, 1969, Anais Soc.Bras.Geol., p. 183-185.
- VILLAÇA, J.N. 1981. Alguns Aspectos Sedimentares da Formação Moeda. Soc.Bras.Geol., Núcleo Minas Gerais, Bol. nº 2, p. 93-137.
- VIVEIROS, J.F.M. 1984. Pesquisas de Minério de Ferro. Palestra Proferida no 29 Seminário Interno do Distrito Sul da DOCEGEO-Belo Horizonte.
- VIVEIROS, J.F.M., COELHO, J., MENEZES, M.G., CONTERATO, V. A., CREMASCO, S.L., CUNHA, H., DESTRO, N., MAGALHÃES, L. C., MENDES, A.E.S., OLIVEIRA, S.A., OZI, M.C., RESENDE, L.F.M. e RODRIGUEZ, E.C. 1984. Relatórios de Trabalho Geológico. 1º semestre/1984 - DEGEO/UFOP. Ouro Preto.
- WALLACE, R.M. 1965. Geology and Mineral Resources of the Pico do Itabirito District, Minas Gerais, Brazil. U.S. G.S.Prof.Pap. 341 F: 68p. Washington.