

NUEVAS CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS EN EL QUADRILATERO
FERRIFERO - MINAS GERAIS (BRASIL)

por GUILLERMO FURQUE*

INTRODUCCION

Este trabajo forma parte integrante del Relatorio Final, que sobre el Grupo Caraça, fue realizado en el Departamento de Geología del Instituto de Geociencias de la Universidad Federal de Minas Gerais. Dicho trabajo fué efectuado con fondos otorgados por el CNPq.

La región abarcada por este trabajo, conocida como Cuadrilátero Ferrífero, se encuentra en la región central del Estado de Minas Gerais, extendiéndose desde su capital, Belo Horizonte, hacia el Sur y el Este, abarcando las serranías de Moeda y Sierras de Caraça y Santa Bárbara.

Están constituidas por rocas metamórficas atribuidas al Precámbrico alto y, por cuerpos ígneos de naturaleza variada.

En la ejecución del trabajo de campo, se contó con la colaboración del Instituto de Geociencias de la U.F.M.G., a cuyas autoridades agradezco la ayuda que permitió la concreción del mismo.

ASPECTOS ESTRATIGRAFICOS

Las rocas que constituyen el área abarcada por este estudio, son consideradas del Precámbrico, basadas en dataciones de sus complejos ígneos que las ubica entre los 3.000 y 1.000 millones de años.

Es de destacar que a pesar de la gran edad de los mismos, no han sufrido un metamorfismo regional intenso, a tal punto que estructuras sedimentarias tales como estratificación cruzada, laminación, etc., están conservadas como en sedimentos casi actuales.

* Universidad Federal de Minas Gerais - Instituto de Geociencias. Con auxilio del CNPq. - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Esta circunstancia favoreció el estudio de sus unidades, y así es que los estudios se sucedieron hasta culminar con el gran trabajo en equipo realizado por el Dept. Nac. Produção Mineral, en colaboración con el Geological Survey de U.S.A., que elaboró la totalidad de la geología de la región volcándolas en hojas a escala 1:25.000 y otras de detalle en la regiones mineras de importancia. Así es como la totalidad de este estudio representa la cantidad de 45 hojas a la escala citada efectuadas entre los años 1959 a 1965, sintetizados finalmente por Dorr II, en su trabajo intitulado "Physiographic, Stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero-Minas Gerais-Brasil."

Durante el transcurso de los trabajos de investigación realizados sobre el Grupo Caraca, fue necesario establecer un nuevo Cuadro Estratigráfico para el Quadrilátero Ferrífero, cuyas primeras conclusiones fueron dadas a conocer en el VI Congreso Geológico Argentino, donde se lo expuso en colaboración con el profesor A.L. de M. Barbosa.

En el Cuadro, que se acompaña a continuación, fueron incorporadas las modificaciones que correspondían de acuerdo con las Normas de Nomenclatura, que ya venían siendo utilizadas en informes privados y en comunicaciones preliminares de investigadores en Minas Gerais. A ellas se agregan las introducidas por este trabajo.

En la descripción concisa de los diferentes grupos se indicará en forma breve las características que aconsejan el cambio de categoría.

CUADRO ESTRATIGRAFICO DEL QUADRILATERO FERRIFERO – M.G.

Unidades Cronoestratigráficas		Unidades Litoestratigráficas				edad ab. m.a.	
PROTEROZOICO	SUPERIOR	Super Grupo	Grupo	Formación	Espesor		
						discordancia	
		Itacolomi			2.000		
				discordancia		1.350	
		Sabará			3.000		
				discordancia			
	MEDIO	MINAS	Ouro Preto	Barreiro	150		
				Tabões	125		
				Serra do	Fecho do Funil	410	
				Curral	Cercadinho	600	
					discordancia		
				Itabira	Gandarella	600	
					Cauê	350	
				Caraça	Batatal	250	
					Moeda	1.000	
					discordancia		
		Tamanduá	innominada	300			
			Cambotas	1.000			
			discordancia			2.300	
	INFERIOR	Rio Das Velhas	Maquiné	Casa Forte	400		
				Palmital	1.400		
			Nova Lima	4.000		2.800	
					15.585 m		

SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS

Denominado originalmente como Serie Rio das Velhas, por Dorr II y otros (1957), constituye el conjunto de mayor importancia por su volumen y extensión areal en el Cuadrilátero.

El término Serie, es utilizado actualmente como una denominación de unidad Cronoestratigráfica, por lo tanto debe ser sustituida por el equivalente Litoestratigráfico o sea Supergrupo.

Está desarrollado en la región central del Cuadrilátero Ferrífero, al oeste de la Sierra de Moeda y adyacencias de Belo Horizonte.

Está subdividido en dos grupos: El Grupo Nova Lima y el Grupo Maquiné. El conjunto está separado del Supergrupo Minas, por un contacto discordante angular, visible en diferentes puntos del Cuadrilátero Ferrífero.

Está considerado como el conjunto de mayor edad de la región, aunque existen algunas dataciones aisladas de mayor edad, cuyo valor aún está en dudas.

La base de este conjunto se desconoce y el metamorfismo que sufrió es relativamente bajo, no superando el grado de los esquistos verdes. Las rocas graníticas de la región, tienen carácter intrusivo en este Supergrupo. Se tratará sucintamente la composición de sus grupos.

GRUPO NOVA LIMA

Es el de más amplia distribución y de mayor espesor, este fue estimado por Dorr II (1969), en 4.200 m, quién le asignó características de depósitos tipo flysch en ambiente eugeosinclinal.

Su edad, basada en determinaciones de Rb-Sr, es del orden de los 2.800 m.a.a.c.

Litológicamente está constituido por rocas de origen detrítico y químico, predominando ampliamente las primeras. Son cuarcitas sericíticas y filitas cuarzo-sericíticas, con calcáreos intercalados. La fuerte meteorización de estos conjuntos determina una escasez muy grande de afloramientos naturales, motivo por el cual, a pesar de su gran espesor, aún no se ha podido establecer una estratigrafía en detalle del mismo.

El mayor conjunto lo constituyen las filitas cuarzosas varicolores, desde un rojo rosado a marrón, con algunas tonalidades verdes claras. La mayor parte de esta coloración se debe a la intensa meteorización. Muchas de estas filitas han sido descritas como "esquistos muscovíticos-sericíticos" o como "esquistos grauváquicos" o simplemente como "pizarras".

De acuerdo con su composición mineralógica y estructural, se acepta que tanto las filitas y esquistos son de origen sedimentario, no dudándose de similar origen para las cuarcitas y mármoles.

GRUPO MAQUINE

De amplia distribución en todo el Cuadrilátero Ferrífero, debe su nombre a Dorr II et. al. (1957), quienes lo estudiaron en el valle del río das Velhas y zonas aledañas.

En esa región se han reconocido dos formaciones: Formación Palmital en la base y Formación Casa Forte en su porción superior.

La primera está constituida por cuarcitas y cuarcitas filíticas con algunos lentes conglomerádicos, que pueden ser seguidos por algunos kilómetros.

Gair (1962), menciona que algunas capas pueden ser consideradas como grauvacas.

Su contacto con las formaciones infrayacentes es considerado como probable discordancia, especialmente por un conglomerado basal encontrado por Gair en Río Acima. El contacto con la formación suprayacente, es concordante y gradacional dado por capas de conglomerados.

No en toda el area del Cuadrilátero Ferrífero es posible separar estas dos formaciones como sucede en la Sierra de Caraça.

La Formación Casa Forte está constituida por un conjunto conglomerádico basal y cuarcitas sericíticas y cloríticas, y en menor cantidad filitas. Las cuarcitas predominan ampliamente y, en algunas localidades son los únicos exponentes de la misma.

El espesor de este Grupo alcanza a 1.800 metros.

SUPERGRUPO MINAS

Constituye aquel conjunto de sedimentitas, poco metamorfizadas, que se ubican con diferentes unidades, discordantemente sobre el Supergrupo Río das Velhas.

De acuerdo con los estudios de Dorr y otros (ver Cuadro Estratigráfico), denominan Serie de Minas al conjunto mencionado, dividiéndolo en los Grupos Caraça, Itabira y Piracicaba.

En este Trabajo, y siguiendo en gran parte las líneas generales que para la estratigrafía del Cuadrilátero Ferrífero fueran establecidas en el trabajo de Barbosa y Furque (1978), se considera el Supergrupo Minas constituido por los siguientes grupos: Tamanduá, Caraça, Itabira, Serra do Curral, Ouro Preto y Sabará.

El Grupo Tamanduá, se lo incluye en la base del Supergrupo Minas, ya que se trata de un conjunto detrítico que representa un claro pasaje de un ambiente de plataforma inestable, del cual participan todos los Grupos del Supergrupo Minas a excepción del Grupo Sabará.

La Formación Sabará, elevado al rango de Grupo, está caracterizada por consideraciones paleoambientales, muy diferentes a las del Supergrupo Minas, justificando su presencia como entidad independiente, que aún podría alcanzar el rango de Supergrupo.

GRUPO TAMANDUA

Este Grupo, de controvertida posición estratigráfica, fue ubicado por Simmons y Maswell (1961), entre el Grupo Nova Lima y el Grupo Caraça, pero, sin ofrecer claras relaciones estratigráficas entre ambos grupos.

Está distribuido en la región centro-norte del Cuadrilátero Ferrífero, especialmente en las Sierras de Tamanduá (que le dió su nombre) y la Sierra de Caraça.

Fue dividida en dos formaciones, la basal llamada Cuarcitas Cambotas y la superior innominada.

Las Cuarcitas Cambotas, como su nombre lo da a entender, consiste principalmente de material detrítico fino, ortocuarzitas a cuarcitas medias a gruesas hasta presentar bancos de conglomerados medianos. En las cuarcitas se pueden observar algunos niveles con estratificación cruzada, conservan las estructuras sedimentarias casi sin alteración.

Según Simmons (1968), las Cuarcitas Cambotas en el área del Cocais, está muy metasomatizada. En cambio en otras localidades, descansa sobre filitas de Nova Lima, en discordancia angular. En la región de Catas Altas, lo hace sobre el Grupo Maquiné con contacto aparentemente concordante, aunque regionalmente es posible observar una discordancia entre ambos grupos.

En cuanto a la Formación innominada del Grupo Tamanduá, está constituida por un conjunto filítico y cuarcitas basales; un conjunto dolomítico y filítico con niveles ferríferos que ocupa su tercio medio, y un conjunto superior de filitas. En total este Grupo posee 287 metros de espesor.

El espesor total de esta Formación no es bien conocido dado lo saltuario de sus afloramientos y la falta de segura correlación entre ellos. Se considera que este Grupo puede tener un espesor del orden de los 1.000 metros.

GRUPO CARAÇA

Como la investigación de este Grupo es el tema principal de este trabajo, solo se hará un relato sucinto del mismo, dejando los detalles para los capítulos siguientes, en que se tratará ampliamente sobre su distribución, características y evolución.

El Grupo Caraça es en esencia un conjunto de sedimentitas clásticas de variada granometría, que se coloca en fuerte discordancia angular, ya sea sobre el Grupo Nova Lima o sobre rocas graníticas que en conjunto constituyen el basamento de esta región.

Este Grupo está dividido en dos Formaciones: Formación Moeda, en la base y Formación Batatal, superior.

La Formación Moeda está constituida por un conjunto cuarcítico con presencia de niveles conglomerádicos en la base e intercalaciones de filitas, que permitieron la separación de tres miembros, en el perfil tipo. El primero, basal, es cuarcítico, el segundo, intermedio, filítico, culminando con el tercero, también cuarcítico.

El miembro basal se destaca por tener conglomerados gruesos dispuestos en paleocanales, con cierta mineralización en oro y uranio. Son conglomerados oligomíticos, de rodados de cuarzo y muy escasos de filitas.

Estos conglomerados tienen una distribución muy irregular, estando ubicados principalmente en la región centro norte del Cuadrilátero Ferrífero.

El segundo miembro, filítico, solo se lo reconoce como tal parcialmente en la Sierra de Moeda, desapareciendo al N, S y E de esta región, siendo reemplazados lateralmente por las cuarcitas.

El tercer miembro es el más persistente, pues se lo reconoce en todos los afloramientos estudiados, aunque su límite con el miembro filítico es insensible, no apreciable.

El pasaje de la Formación Moeda a la Formación Batatal, es bien definido, en algunos puntos es posible apreciar una discordancia erosiva bien clara.

Constituido por filitas, que son fácilmente desagregables, desarrollan relieve suave, cubierto por derrubios, que entorpecen su observación.

Su composición es monótona, apreciándose diferencias litológicas poco marcadas.

En conjunto, el Grupo Caraça, tiene aproximadamente 1.000 metros de espesor, desarrollando su máximo en la región del Sinclinal de Moeda, y su mínimo, hasta desaparecer, en la porción E y NE del Cuadrilátero Ferrífero, es decir Ouro Preto e Itabira, localidad esta última que no ofrece afloramientos de este Grupo.

GRUPO ITABIRA

A diferencia del Grupo Caraça (esencialmente detrítico), este Grupo representa un ambiente de sedimentación químico de origen marino. Dio origen a los principales yacimientos de hierro, de manganeso, dolomita y de oro. No será considerado en este trabajo el aspecto económico de los mismos.

Se divide este Grupo en dos Formaciones: Formación Itabirito Caué y Formación Garndarella.

El primero es un conjunto constituido esencialmente de Itabirito, formación Ferrífera compuesta por capas alternantes de mineral de Fe y de cuarzo (chert), depositados químicamente, en un ambiente de oxidación. Estas capas de centímetros de espesor, tienen una llamativa alternancia que llevó a algunos autores a considerar la posibilidad de que sean productos de un ciclo anual de sedimentación, tipo similar a los varves, pero originado principalmente por procesos biológicos.

Suele presentarse algún nivel filítico, así como itabirito dolomítico (solo en su tercio superior) y anfibólico con aisladas lentes de calizas y filitas.

Esta formación es la que dio origen a los principales yacimientos de hierro del Estado de Minas Gerais. Está depositada concordantemente sobre el Grupo Caraça y pasa en transición a la Formación Gandarela.

La Formación Gandarela, que se ubica superiormente a Itabirito Caué, posee un pasaje de transición tan suave que, en muchas localidades el límite es ubicado en forma arbitraria.

Está constituida por mármoles dolomíticos, grises claros a oscuros, muy compactos, con el que se asocian itabiritos dolomíticos, filitas y esquistos cloríticos, subordinados a las facies calcáreas dolomíticas.

Su distribución es tan amplia como la de las formaciones anteriores pero, sus acumulaciones calcáreas, no alcanzan el volumen de los depósitos de hierro de itabirito.

Puede concluirse con la apreciación de que las facies químicas domina el ambiente de sedimentación del Grupo Itabira, que comenzó con predominancia absoluta de Fe y fue cambiando hacia una facie calcárea, con la cual termina.

Sus espesores son variables, habiéndose medido para Caué valores entre los 200 a 400 metros, y para Gandarela, valores que oscilan entre 75 a 900 metros. El mayor espesor de este Grupo, se ubica en la región central oeste del Cuadrilátero Ferrífero.

GRUPO SERRA DO CURRAL

Sobre el Grupo Itabira, se dispone el Grupo Piracicaba, denominación dada por Dorr II, Gair, Pomerane y Rynearson (1957), a un conjunto heterogéneo de formaciones consideradas de origen marino.

Dicha heterogeneidad de las formaciones, inducen a Aluicio Licinio de Miranda Barbosa (1958), a reconsiderar la estratigrafía del mismo.

Así como los Grupos Caraça e Itabira, están constituidos por una sucesión lógica de dos formaciones, desarrolladas sobre plataforma de relativa estabilidad, así también se considera que las unidades estratigráficas, asignadas al Grupo Piracicaba, pueden ser susceptibles de otra interpretación basada sobre aquellas características, ya que la sedimentación continúa desarrollándose en un ambiente marino y sobre una plataforma inestable.

Así, pueden agruparse a la Formación Cercadinho y Fecho do Funil, en el grupo del epígrafe y, a las Formaciones Tabões y Barreiro el nuevo Grupo Ouro Preto, quedando la Formación Sabará, como Grupo aparte, ya que sus características litológicas son bien diferentes de las de estos Grupos y con espesores notablemente dispares.

Del Grupo Serra do Curral, la Formación Cercadinho, constituye la base y está separada de la Formación Gandarela por un plano de discordancia con un conglomerado basal, solo presente en la región occidental del Cuadrilátero Ferrífero, que hacia el E. desaparecen.

Las sedimentitas que lo constituyen principalmente, son bancos de cuarcitas grises hematíticas, con espesores que varían de unos centímetros a varios metros. Presenta intercalaciones de filitas plateadas, compuestas principalmente por sericita y están pigmentadas por hematitas. Esta última, es de naturaleza detrítica y proviene de la erosión de Grupo Itabira y fundamentalmente de las formaciones más antiguas que se encontraban expuestas a la erosión en la región occidental del Cuadrilátero.

Esta sedimentación es de carácter rítmico, depositada en aguas rasas, lo que permite considerarla como parálica, resultados de movimientos diferenciales del Cratón San Francisco (área de aporte de material) y la cuenca en subsidencia.

Al cambiar este régimen, con una mayor profundización de la cuenca de sedimentación, se originaron los depósitos de la formación Fecho do Funil. En ésta predominan las filitas, filitas dolomíticas, dolomitas, itabirito dolomítico y esquistos cloríticos, culminando generalmente con filitas que pasan a la Formación Tabões.

Es posible observar lentes de mármol impuro de hasta 30 metros de espesor, y varios cientos-metros de longitud. Estos principalmente situados en el planalto de Moeda, lo que no excluye su presencia en otras localidades de esta formación. Su espesor es muy variable de localidad a localidad y va, desde 400 a 500 m. para Cercadinho y alrededor de 300 m. para Fecho do Funil.

El contacto entre las dos formaciones es concordante y gradacional, así como el contacto con la unidad suprayacente.

GRUPO OURO PRETO

Constituido por las Formaciones Tabões y Barreiro, es una de las unidades de menor espesor del Cuadrilátero Ferrífero. Sus afloramientos se extienden principalmente por las regiones centro oeste y sur del Cuadrilátero.

La *Formación Tabões*, tiene su mejor expresión en el Planalto de Moeda, donde presenta dispuestos sobre las filitas de la Formación Fecho do Funil, un conjunto de cuarcitas claras, muy finas de amplia distribución y que componen en su totalidad a esta Formación.

Estas ortocuarcitas están constituidas en un 98,5 % de SiO₂, con granos del orden de 0.05 mm, lo que explica la fineza del material. Su máximo espesor alcanza a 120 metros. Pasa en forma concordante y transicional a la Formación Barreiro.

La *Formación Barreiro* está constituida por filitas predominantes y filitas gráficas. La primera es de color rosada a gris clara, y la segunda negra a gris oscura.

En la localidad tipo, tienen más de 100 metros de espesor, que es muy variable en sus diferentes afloramientos.

Las dos formaciones son concordantes entre sí y, el contacto con la Formación Sabará suprayacente, es irregular pues en parte se presenta erosivo, con un conglomerado de base y truncamiento regional de las capas que constituyen a la Formación Barreiro. En otras localidades es estructuralmente concordante y, en partes es gradacional.

Sus características geológicas permiten considerar a estas sedimentitas, como originados en condiciones batiales de depositación en una cuenca mal alimentada, donde la subsidencia alcanzó su máxima expresión, al tiempo que la región de aporte prácticamente dejó de proveer material a la misma.

SUPERGRUPO SABARA (nov)

Las características litológicas y ambiente de depositación que destacan a esta unidad, son muy diferentes a las de los Grupos ya descritos. Por eso en el cuadro estratigráfico general del Cuadrilátero, aparece como una unidad que no participa de la evolución de los demás grupos del Supergrupo Minas. Circunstancias que indujeron a Barbosa y Furque (1978) a proponerla como entidad aparte, como una unidad en el rango de Grupo y, por ahora, hasta tanto se cuente con mayores evidencias de campo, ubicado por fuera del Supergrupo Minas.

La sección tipo de este Grupo está constituida por una sucesión monótona de esquistos cloríticos, esquistos micáceos, con lentes subordinados de Gauvacas o subgauvacas y algunas capas de cuarcitas. En la Sierra do Curral, en contacto con la Formación Barreiro, se observa un conglomerado basal, que no es reconocible en toda el área de depositación. En Ouro Preto, se observan algunos bloques rodados, de rocas graníticas en matriz filítica, distribuidos erráticamente en todo su espesor, que inducen a varios autores a considerar este material como tiloide.

Los esquistos cloríticos y biotíticos de la localidad tipo, son considerados por algunos autores como rocas tobáceas metamorizadas.

Su contacto con las unidades infrayacentes es discordante, deducido principalmente, pues se dispone en áreas diferentes sobre formaciones diferentes y presenta un conglomerado basal, con rodados de dolomita, provenientes probablemente de la Formación Fecho do Funil.

En algunas localidades se menciona la presencia de turbiditas y lentes de filitas grafitosas.

Estos aspectos, más las condiciones generales de yacencia, su espesor, calculado en más de 3.000 metros, sus contactos, revelan un ambiente de sedimentación algo similar al de una fase de inversión de un geosinclinal.

SUPERGRUPO ITACOLUMI

Al igual que la antigua Serie de Minas, por razones de nomenclatura estratigráfica, se eleva el rango del Grupo Itacolumi al de Supergrupo, para mantener la equivalencia con aquel.

Este Supergrupo está constituido principalmente por cuarcitas gruesas con una gran proporción de cuarcitas micáceas, de granos angulosos de cuarzo de varios mm de diámetro, y por filitas que constituyen dos facies que pueden ser perfectamente separadas en el campo.

También se observan cuarcitas ferruginosas, esquistos cuarzosos y, conglomerados, cuya matriz está constituida por varios de esos tipos de cuarcita. Se destacan algunos niveles de esquistos básicos de probable origen volcánico.

El conjunto cuarcítico representa la litología típica del Supergrupo Itacolumi, ya que inicialmente fue referido con ese nombre al grueso grupo de sedimentitas clásticas ubicadas por arriba de un plano de discordancia que corta niveles de los Grupos Sabará, Barreiro y Fecho do Funil.

La cuarcita típica es conglomerádica y se caracteriza por contener cantidades variables de sericita.

Todos los cuerpos conglomerádicos que se encuentran en ella, son lenticulares y alcanzan hasta un espesor de 10 metros.

Es posible observar intercalaciones de filitas, constituidas principalmente por lentes de sericita de pocos centímetros de espesor. Cianita se presenta tanto en las cuarcitas como en las filitas.

Los bancos cuarcíticos, aún los de grano grueso, poseen estratificación cruzada, bien definida, mencionándose la presencia de ondulitas.

La facie filítica, de este Supergrupo, llamada Facie San Antonio, está representada por cuarcitas muy finas, con mayor contenido en material micáceo que la anterior, resultado de una mayor proporción de arcilla en el sedimento original.

Las filitas, en la localidad tipo está subordinadas a la cuarcita, y se presenta constituida por láminas de sericita, pequeñas cantidades de muscovita y cianita.

CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente surge que:

Todo el conjunto sedimentario descritos para las diferentes unidades estratigráficas, pueden ser agrupados en Supergrupos, dentro del Precámbrico que representan 4 estados bien definidos en la evolución de un área inestable cratónica.

Esta puede ser considerada como una *plataforma inestable* que, de gran subsidencia, en su principio, originó las gruesas acumulaciones del Supergrupo Río das Velhas.

Después de un fuerte movimiento diastrófico de características epirogenéticas, que dió lugar a la discordancia en la base de Tamandua y Supergrupo Minas, se inició un largo período de relativa calma. Durante este período, se depositaron las sedimentitas del Supergrupo Minas, en una plataforma inestable de poca movilidad.

Finalizado este prolongado lapso, mucho mayor que el anterior, se volvió a las iniciales condiciones tectónicas, con una sensible profundización de cuenca, en una plataforma de mayor movilidad, que permitió la acumulación de los Supergrupos Sabará e Itacolumi.

Con este último episodio, finaliza la evolución de la plataforma precámbrica en esta región, pasando a adquirir condiciones cratónicas estables, que perduran hasta la fecha.

BIBLIOGRAFIA

- BARBOSA, Aluzio L. de M. y FURQUE, Guillermo 1978. Control tectónico de la sedimentación en el Cuadrilátero Ferrífero. Minas Gerais, Brasil. *VIIº Congreso Geológico Argentino*. Neuquén, Argentina.
- DORR, 2d., John Van N. 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *Geol. Survey Prof. Pap. 641-A*. Washington.
- DORR 2d, J.V.N. et al, 1957. Revisao da estratigrafía pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero. Brazil. *Dept. Nac. Producao Mineral. Div. Fomento Prod. Mineral. Avulso 81*, 31 p.
- GAIR, J.E. 1962 - Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey. Prof. Paper 341-A*, 67 p.
- SIMMONS, G.C. 1968 - Geology and iron deposits of the western Serra do Curral. Minas Gerais. Brazil. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper 341-G*, 57 p.
- SIMMONS, G.C. y MAXWELL, C.H. - 1961. - Grupo Tamanduá da Série Rio das Velhas, Brazil. *Dept. Nac. Producao Mineral, Div. Geol. e Mineralogia, Bol. 211*, 30 p. (1962).